

Research Article

Analisis Kehilangan Air Dan Efisiensi Pada Saluran Sekunder Macan Di Daerah Irigasi Jatiluhur

Stevani Dinda Aryani¹, Edy Suryadi², Hanhan A. Sofiyuddin³

Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran^{1,2}

Balai Teknik Irigasi Direktorat Jenderal SDA, Kementerian PUPR³

e-mail: stevani19001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Modernisasi irigasi adalah upaya untuk mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan layanan irigasi secara efektif, efisien, dan berkelanjutan. Ketidakmerataan distribusi air menyebabkan kehilangan air yang signifikan, dipengaruhi oleh faktor seperti evaporasi, perkolasi, penyadapan air, dan kerusakan infrastruktur. Sub Sistem Macan di Daerah Irigasi Jatiluhur, yang mengairi lahan pertanian di Kabupaten Subang, memiliki kondisi jaringan yang bervariasi dengan beberapa saluran yang tidak berfungsi optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi besarnya kehilangan air dan efisiensi saluran irigasi di Sub Sistem Macan, khususnya akibat evaporasi dan rembesan. Penelitian dilakukan melalui survei kondisi jaringan, pengukuran debit saluran menggunakan metode mid section SNI 8066:2015, dan analisis kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan menggunakan metode inflow-outflow serta persamaan Moritz. Data primer diperoleh dari pengukuran lapangan dan data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber. Hasil penelitian menunjukkan variasi kehilangan air di setiap saluran. SS Macan dengan beton precast memiliki kehilangan air terendah sebesar $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$ dan efisiensi tertinggi $93,11\%$, sementara SS Jatiroke dengan lining tanah memiliki kehilangan air tertinggi sebesar $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ dan efisiensi terendah $83,95\%$. Kehilangan air akibat evaporasi meningkat seiring dengan luas permukaan saluran, dengan nilai tertinggi pada SS Macan sebesar $6,11 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Jenis lining saluran sangat mempengaruhi efisiensi irigasi. Beton precast dan pasangan batu menunjukkan efisiensi tinggi dalam mengurangi kehilangan air, sedangkan saluran tanah menunjukkan efisiensi lebih rendah. Studi ini menyarankan evaluasi dan peningkatan material lining serta pemeliharaan rutin untuk meningkatkan efisiensi sistem irigasi.

Kata Kunci: Evaporasi, Kehilangan Air, Rembesan

PENDAHULUAN

Modernisasi irigasi merupakan upaya untuk mendukung ketahanan pangan dengan meningkatkan layanan irigasi secara efektif, efisien dan berkelanjutan. Sistem pengelolaan irigasi merupakan pilar modernisasi yang perlu diperbaiki (Ichwana,

Syahrul & Yolanda, M. E., 2021), dengan tantangan utama berupa ketidakmerataan distribusi air. Ketidakmerataan distribusi menyebabkan kehilangan air yang signifikan. Faktor penyebab kehilangan air dan penurunan efisiensi irigasi meliputi evaporasi, perkolasi, penyadapan air dan kerusakan infrasukstruktur (Sutrisno & Chayati, 2011). Nilai kehilangan air saluran sekunder umumnya sekitar 7,5 – 15,5% (KP 01 PUPR, 2010).

Sub Sistem Macan merupakan salah satu bagian jaringan irigasi yang luas di Daerah Irigasi Jatiluhur khususnya untuk mengairi lahan pertanian di Kabupaten Subang dan mendapatkan pasokan air dari Bendung Macan. Bendung Macan dibangun pada 1959, memiliki luas areal irigasi sekitar 10.427 Ha. Sub Sistem memiliki 17 saluran sekunder.

Berdasarkan data e-PAKSI (aplikasi Pengelolaan Aset dan Kinerja Sistem Irigasi) tahun 2022, Sub Sistem memiliki rata-rata kondisi jaringan 74,65% dalam kategori baik. Namun berdasarkan pengamatan awal lokasi pada saat survey lapangan banyak sedimentasi pada saluran serta kerusakan pada beberapa bangunan bagi dan bangunan sadap bahkan beberapa saluran sekunder yang sudah tidak berfungsi. sedimentasi menyebabkan aliran air terganggu dan mengurangi kapasitas saluran untuk menyalurkan air secara optimal (JabarEkspres, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk pendugaan besarnya kehilangan air serta efisiensi. Parameter kehilangan air yang dipertimbangkan dalam studi ini adalah kehilangan air saluran sekunder akibat evaporasi dan rembesan. Hasil studi diharapkan dapat sebagai informasi efisiensi penyaluran, dan langkah untuk rekomendasi Revisi Kriteria Perencanaan irigasi serta membantu perencanaan kebutuhan air di Sub Sistem Macan Daerah Irigasi Jatiluhur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi survei kondisi jaringan, pengukuran debit saluran (dimensi, luas penampang basah, dan kecepatan saluran) dan analisis kehilangan air akibat evaporasi & rembesan serta analisis efisiensi saluran

Pada awal penelitian survei dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi jaringan dan menentukan lokasi pengukuran kehilangan air dengan melakukan penelusuran, wawancara dengan petugas OP, serta pengumpulan data sekunder. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi skema jaringan, kondisi jaringan, pola operasi, kebutuhan debit jaringan pada setiap periode operasi irigasi dan data iklim. Dalam tahap inventarisasi ini, dilakukan pula penentuan lokasi pengukuran kehilangan air yang dapat mewakili kondisi jaringan yang ada.

Pengukuran debit dilaksanakan pada bagian hulu (inflow) dan hilir (outflow) ruas saluran. Perhitungan berdasarkan SNI 8066:2015 dengan menggunakan metode mid section.

$$A = \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i + d_{i+1}}{2} \right) \times (x_{i+1} - x_i)$$

dengan keterangan:

A = Luas penampang basah total (m²)

d_i = kedalaman air pada titik \bar{i} (m)

d_{i+1} = kedalaman air pada titik $\bar{i} + 1$ (m)

x_i = jarak horizontal dari titik awal hingga titik \bar{i} (m)

x_{i+1} = jarak horizontal dari titik awal hingga titik $\bar{i} + 1$ (m)

Sedangkan, rumus debit sebagai berikut:

$$Q = \sum_{i=1}^n (v_i \times A_i)$$

dengan keterangan:

V_i = kecepatan aliran rata-rata pada segmen i (m²/s)

A_i = luas penampang basah pada segmen i (m²)

Kehilangan air diukur melalui metode inflow-outflow. Kehilangan air diidentifikasi sebagai selisih debit yang terukur di hulu dan debit yang terukur di hilir setelah ditambahkan debit suplesi dan pengambilan.

$$H_n = Q_{inflow} - Q_{outflow} + Q_{suplesi} - Q_{pengambilan}$$

dengan keterangan:

H_n = kehilangan air pada ruas (m³/s)

Q_{hulu} = debit masuk ruas saluran (m³/s)

Q_{hilir} = debit keluar ruas saluran (m³/s)

$Q_{suplesi}$ = debit suplesi pada ruas saluran (m³/s)

$Q_{pengambilan}$ = debit pengambilan pada ruas saluran (m³/s)

Hasil pengukuran kehilangan air kemudian digunakan untuk mengkalibrasi koefisien kehilangan air di saluran. Persamaan yang digunakan mengacu pada KP-03 menggunakan persamaan Moritz (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013) sebagai berikut:

$$S = 0,035 C \sqrt{Q/V}$$

dengan keterangan:

S = kehilangan air per satuan panjang saluran (m³/s/km)

C = koefisien rembesan (m/hari)

Q = debit saluran (m³/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

Analisis kehilangan air pada seluruh saluran kemudian dilakukan berdasarkan persamaan Moritz dengan nilai C yang telah terkalibrasi.

Faktor penyebab kehilangan air lainnya yaitu evaporasi. Perhitungan evaporasi menggunakan rumus Penman. Rumus ini mendekati akurat untuk evaporasi air bebas jika tidak tersedia panci penguapan atau studi neraca air. Adapun rumus Penman sebagai berikut:

$$ET_o = c \times (W \times R_n + (1-W) \times f(u)) \times (e_a - e_d)$$

dengan keterangan:

ET_o = Evapotranspirasi (mm/hari)

W = Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari

$f(U)$ = Fungsi kecepatan angin dalam perbandingan

c = Faktor penyesuaian kondisi akibat cuaca siang dan malam

R_n = Radiasi penyinaran matahari dalam perbandingan penguapan atau radiasi matahari bersih (mm/hari)

e_a = Tekanan uap jenuh (mbar)

e_d = Tekanan uap nyata (mbar)

Besarnya evapotranspirasi tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

dengan keterangan:

ET_c = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

K_c = Koefisien tanaman

Sehingga untuk menganalisis kehilangan air di akibat evaporasi:

$$E_{\text{loss}} = E_{\text{Tc}} \times A \quad (7)$$

dengan keterangan:

E_{loss} = Kehilangan air akibat evaporasi (mm³/hari)

E_{Tc} = Evapotranspirasi (mm/hari)

A = Luas permukaan saluran (m²)

Analisis kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan dilakukan pada setiap ruas untuk kemudian dihitung nilai efisiensi pada setiap sekunder berdasarkan persamaan berikut (Humuri, Njau & Kahimba, 2020):

$$E_c = Q_{\text{out}} / Q_{\text{in}} \times 100\% \quad (8)$$

dengan keterangan

E_c = Efisiensi pengaliran

Q_{out} = jumlah air yang sampai ke areal irigasi (m³/detik)

Q_{in} = jumlah air yang diambil dari bangunan sadap (m³/detik)

Metodologi penelitian mempunyai beberapa keunggulan antara lain: Memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi agar memudahkan peneliti dalam menyelesaikan penelitiannya, pembaca dan masyarakat dapat mengatasi permasalahan terkini melalui hasil penelitian, dan bermanfaat bagi masyarakat. Ada dua metode penelitian yang umum diketahui banyak orang, yaitu metodologi kualitatif dan metode penelitian kuantitatif. Namun sebenarnya masih ada beberapa teknik penelitian lain yang biasa digunakan para peneliti.

Menurut paradigma tersebut, metodologi penelitian kuantitatif adalah suatu jenis penelitian. Pendekatan kuantitatif didasarkan pada paradigma yang melibatkan variabel dan dianalisis menggunakan metode penelitian yang tervalidasi, khususnya dalam penelitian kuantitatif (Abdullah et al., 2021). Metode penelitian campuran adalah metode penelitian yang memadukan antara metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Metode kombinasi ini digunakan untuk menyimpulkan pertanyaan penelitian dari kombinasi metode.

Metode penelitian kualitatif memberikan penjelasan naratif terhadap hasil analisis data, sedangkan metode penelitian kuantitatif berfokus pada hasil analisis data dengan menggunakan angka-angka. Dengan menggabungkan kedua metode selama tahap pengumpulan atau analisis data, kesimpulan yang konsisten dapat ditarik baik dari elemen naratif maupun numerik. Secara umum metodologi penelitian adalah metode atau langkah ilmiah yang digunakan untuk tujuan tertentu. Berbagai jenis metode penelitian digunakan untuk mengumpulkan data dan menganalisis hasil penelitian, termasuk etnografi, metode penelitian kuantitatif, metode penelitian campuran, dan studi kasus.

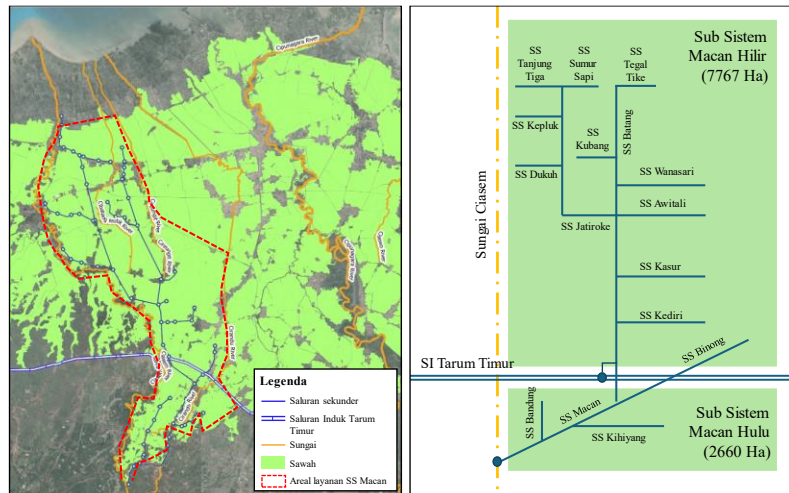
Artikel ini menggunakan metodologi penelitian kualitatif. Penulis mengambil data atau informasi dari 5 orang narasumber. 4 narasumber adalah para pegawai dari proyek pembangunan gedung, dan 1 narasumber adalah project manager dari proyek tersebut sekaligus sebagai pakar dari penelitian ini. Dibutuhkan seorang pakar yang memahami situasi dan informasi di bidang ini, supaya dapat memperkuat argumen dari narasumber-narasumber lain. Penulis menanyakan beberapa pertanyaan secara mendalam terkait dengan penelitian ini.

HASIL DAN PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Saluran Sekunder Macan di Daerah Irigasi Jatiluhur, yang melayani area Sub Sistem Macan seluas 10,427 Ha. Pasokan air untuk saluran ini berasal dari Bendung Macan dan mendapat suplesi dari Saluran Induk

Analisis Kehilangan Air Dan Efisiensi Pada Saluran Sekunder Macan Di Daerah Irigasi Jatiluhur.

Tarum Timur. Peta dan skema Sub Sistem Macan dapat dilihat pada Gambar 1. Terdapat 17 saluran sekunder dengan total panjang saluran mencapai 61,6 km.



Gambar 1. Peta dan Skema SS Macan, Daerah Irigasi Jatiluhur

Berdasarkan hasil survei, saluran umumnya sudah dilining dan berada dalam kondisi yang baik. Lining biasanya terdiri dari pasangan batu pada tanggul. Hanya SS Jatiroke yang saat survei masih memiliki beberapa ruas berupa saluran tanah. Namun, lining akan segera dipasang seiring dengan pekerjaan rehabilitasi yang berlanjut. Sebagai bagian dari upaya peningkatan, beberapa ruas SS Macan telah dilengkapi dengan lining beton precast pada lantai dan dinding saluran.

Untuk mengidentifikasi saluran, pengukuran menggunakan metode mid section SNI 8066:2015 (Persamaan 1). Pengukuran dilakukan pada hulu dan hilir masing-masing saluran. Data primer yang diperlukan untuk perhitungan luas penampang basah mencakup data dimensi saluran dan tinggi permukaan air. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 1.

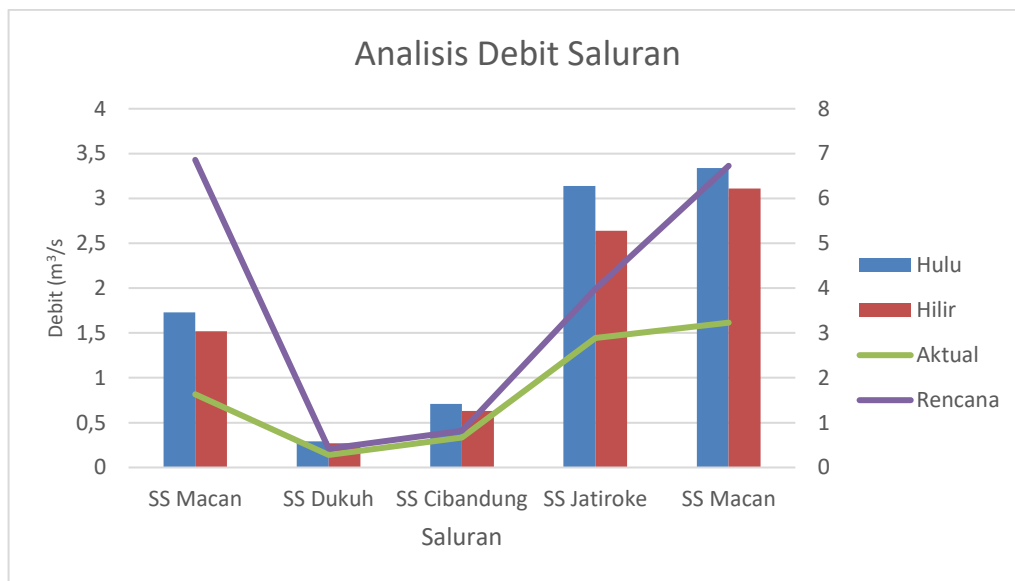
Tabel 1. Hasil Pengukuran Saluran

Saluran	Lining	Luas Penampang Basah (m ²)		Kecepatan (m/s)		Debit (m ³ /s)	
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
SS Macan	Pasangan batu	3,6	4,8	0,48	0,32	1,73	1,52
SS Dukuh	Pasangan batu	0,73	1,13	0,30	0,18	0,29	0,27
SS Cibandung	Pasangan batu	2,17	2,19	0,26	0,21	0,71	0,63
SS Jatiroke	Tanah	7,03	7,07	0,25	0,20	3,14	2,64
SS Macan	Beton precast	11,2	10,5	0,30	0,30	3,34	3,11

Hasil pengukuran luas penampang basah saluran pada beberapa saluran irigasi menunjukkan perbedaan yang signifikan, khususnya SS Macan dengan lining pasangan batu dan beton precast. Hal ini karena banyaknya sedimentasi di pinggir saluran. Hasil pengukuran debit menunjukkan terjadinya penurunan dari hulu ke hilir pada semua saluran. Hal tersebut mengindikasikan adanya kehilangan air sepanjang saluran yang disebabkan oleh beberapa faktor. Sebelum, mengetahui dan menganalisis kehilangan air perlu membandingkan kinerja salurann. Perbandingan debit hasil pengukuran dengan debit rencana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Debit Aktual dengan Rencana

Saluran	Lining	Q Aktual (m ³ /s)	Q Rencana (m ³ /s)	Kapasitas terpakai (%)
SS Macan	Pasangan batu	1,63	6,86	23,69
SS Dukuh	Pasangan batu	0,28	0,42	66,02
SS Cibandung	Pasangan batu	0,67	0,82	81,65
SS Jatiroke	Tanah	2,89	3,98	72,57
SS Macan	Beton precast	3,23	6,73	47,96



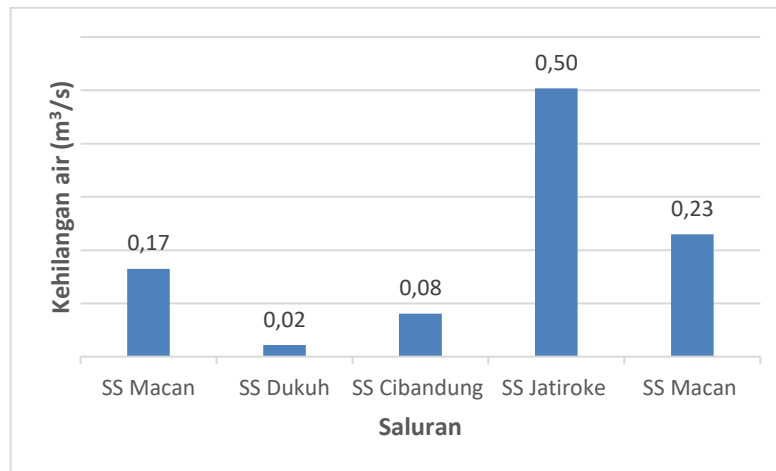
Gambar 2. Analisis Debit Saluran

Berdasarkan Tabel 2 terlihat variasi yang signifikan dalam presentase kapasitas yang terpakai antara saluran yang berbeda. SS Macan pasangan batu menunjukkan kapasitas terpakai relatif rendah (23,69%) yang berarti debit aktual jauh dibawah debit rencana. Hal tersebut dapat mengindikasikan adanya kelebihan kapasitas atau masalah dalam pasokan air. Sedangkan, SS Cibandung menunjukkan presentase tinggi (81, 65%), menunjukkan penggunaan kapasitas lebih efisien dan mendekati optimal. SS Jatiroke dengan saluran tanah menunjukkan kapasitas yang terpakai (72,57%), namun sedikit lebih rendah dibandingkan SS Cibandung. Hal ini menunjukkan meskipun tanah sebagai lining mungkin lebih rentan terhadap rembesan, saluran ini masih mampu mempertahankan aliran yang cukup efisien. Tujuan perbandingan kapasitas debit aktual dengan rencana untuk memperoleh wawasan mengenai kinerja irigasi, keputusan yang lebih tepat dalam hal perencanaan serta mengidentifikasi saluran yang membutuhkan perhatian lebih lanjut. Gambar 2 menggambarkan hubungan antara perolehan hulu & hilir dan debit aktual & rencana.

Untuk mengidentifikasi kehilangan air di saluran, pengukuran metode inflow-outflow dilakukan pada beberapa ruas. Lokasi pengukuran dipilih di ruas saluran yang cukup panjang dan mewakili kondisi umum jaringan. Hasil pengukuran kehilangan air disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kehilangan Air di Saluran

Saluran	Lining	Debit (m ³ /s)		Kehilangan air (m ³ /s)
		Hulu	Hilir	
SS Macan	Pasangan batu	1,73	1,52	0,17
SS Dukuh	Pasangan batu	0,29	0,27	0,02
SS Cibandung	Pasangan batu	0,71	0,63	0,08
SS Jatiroke	Tanah	3,14	2,64	0,50
SS Macan	Beton precast	3,34	3,11	0,23



Gambar 3. Diagram Kehilangan Air

Saat pengukuran pada SS Macan dengan pasangan batu kali terdapat pengambilan air sebesar 0,045 m³/s. Berdasarkan tabel 3 dan Gambar 3, SS Jatiroke dengan saluran tanah menunjukkan kehilangan air terbesar (0,50 m³/s). Saluran dengan tidak ada lining atau saluran tanah akan menyerap air ke dalam tanah lebih banyak. SS Dukuh berlining pasangan batu memiliki kehilangan air terkecil (0,02 m³/s). Hal ini dapat dikatakan bahwa pasangan batu efektif dalam mengurangi kehilangan air. Dapat disimpulkan bahwa jenis lining pada suatu saluran sangat mempengaruhi jumlah kehilangan air.

Perbandingan nilai kehilangan air ini belum dapat dilakukan secara langsung karena tiap saluran memiliki karakteristik debit dan penampang aliran yang berbeda. Perbandingan yang lebih tepat dapat dilakukan pada kehilangan air yang telah terkalibrasi. Tabel 4 menunjukkan kehilangan air lebih rinci dengan mengkalibrasi nilai koefisien rembesan.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kehilangan Air serta Nilai C

Saluran	Lining	Lebar (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Jarak (m)	Kehilangan air (m ³ /s/km)	C
SS Macan	Pasangan batu	8,75	1,73	0,40	325	0,51	6,99
SS Dukuh	Pasangan batu	2,93	0,29	0,24	420	0,05	1,36
SS Cibandung	Pasangan batu	4,86	0,71	0,23	541	0,15	2,44
SS Jatiroke	Tanah	6,60	3,14	0,22	635	0,78	5,91
SS Macan	Beton precast	17,25	3,34	0,30	656	0,35	2,98

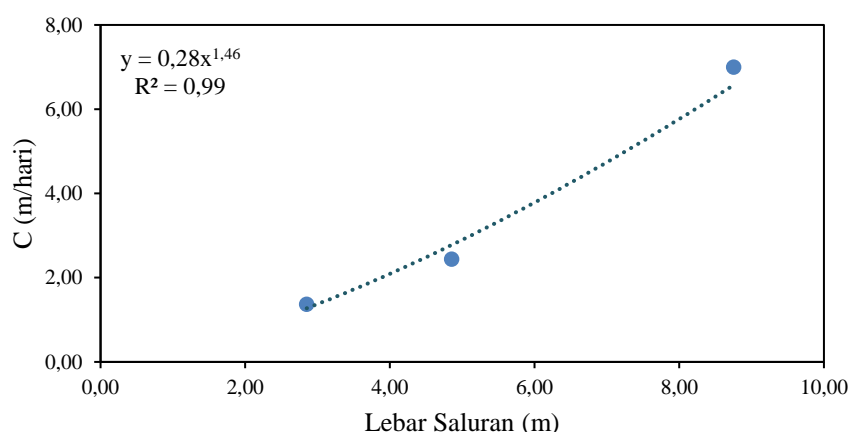
Saluran yang dilining dengan pasangan batu (SS Macan, SS Dukuh dan SS Cibandung) menunjukkan tingkat kehilangan air yang relatif rendah. Sebagian contoh, SS Macan dengan lebar 8,75 m mengalami kehilangan air sebesar 0,51 m³/s/km. Sementara, SS Dukuh dan SS Cibandung memiliki kehilangan air lebih rendah lagi

masing-masing sebesar 0,05 m³/s/km dan 0,15 m³/km. Di sisi lain, SS Jatiroke yang masih berupa saluran tanah menunjukkan tingkat kehilangan air yang lebih tinggi, mencapai 0,78 m³/s/km dengan lebar saluran 6,60 m. Sebaliknya, beberapa ruas SS Macan yang telah menggunakan lining beton pracetak menunjukkan tingkat kehilangan air yang lebih rendah, yaitu sebesar 0,35 m³/s/km pada lebar saluran 17,25 m.

Nilai kehilangan air pada Tabel 4 digunakan untuk mengkalibrasi koefisien kehilangan air (C) dalam rumus Moritz (persamaan 4). Rumus Moritz, yang sederhana dan banyak digunakan dalam literatur (Akkuzu, 2012; Clemente et al., 2013), hanya memerlukan debit sebagai parameter yang berubah secara temporal. Namun, hasil perhitungan menggunakan parameter C dari literatur (Akkuzu, 2012; Leigh, 2014) sering kali menghasilkan nilai yang jauh lebih rendah. Oleh karena itu, kalibrasi sangat penting untuk memastikan perhitungan kehilangan air sesuai dengan kondisi lapangan.

Hasil kalibrasi pada Tabel 4 menunjukkan variasi nilai C yang sesuai dengan nilai kehilangan air. Saluran tanah memiliki nilai C yang lebih tinggi dibandingkan pasangan batu dan beton precast. Namun, nilai C juga dipengaruhi oleh lebar saluran. Pada lining pasangan batu, nilai koefisien kehilangan air meningkat seiring bertambahnya lebar saluran. Ini disebabkan oleh penyederhanaan dalam rumus Moritz, yang mengasumsikan bentuk saluran trapezoidal dengan perbandingan lebar dan tinggi 4:1 serta kemiringan tanggul 1:1,5 (Etcheverry, 1915). Selain itu, lining hanya dipasang di bagian tanggul, bukan pada lantai. Untuk mengakomodasi variabilitas ini, nilai C perlu diinterpretasikan sebagai fungsi dari lebar saluran. Regresi pangkat, seperti ditunjukkan pada Gambar 4, menggambarkan variabilitas ini dengan korelasi yang sangat baik (0,99).

Berdasarkan hasil ini, nilai koefisien kehilangan air dapat dibandingkan lebih tepat. Pada lebar 6,6 m seperti di SS Jatiroke, nilai C untuk saluran pasangan batu adalah 4,4 atau 0,75 kali lebih rendah dibandingkan saluran tanah. Pada lebar 17,25 m di SS Macan, nilai C untuk saluran pasangan batu adalah 17,9 atau 6 kali lebih tinggi dibandingkan saluran beton pracetak. Ini menunjukkan bahwa lining sangat efektif untuk mengurangi kehilangan air di saluran.

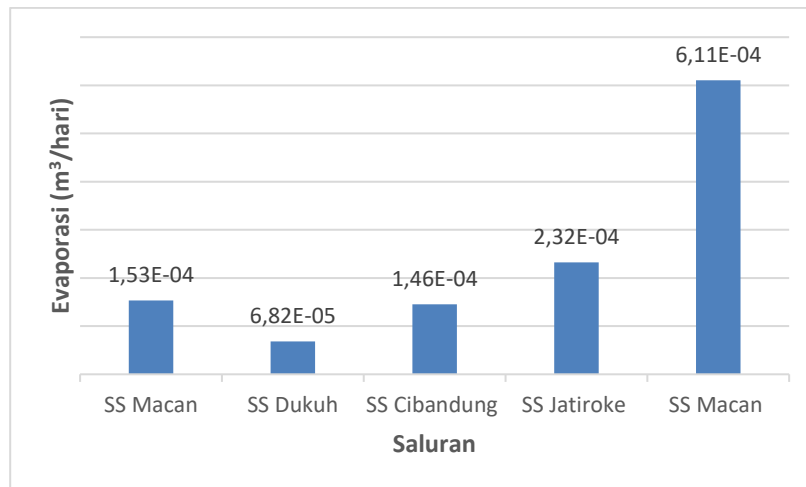


Gambar 4. Nilai Koefisien Rembesan Berdasarkan Lebar pada Lining Pasangan Batu

Identifikasi evaporasi diperlukan untuk memperoleh nilai kehilangan air akibat evaporasi. Nilai evaporasi yang digunakan berdasarkan bulan dan hari saat pengukuran sebesar 4,66 mm/hari untuk SS Macan dan 4,79 mm/hari (SS Dukuh, SS Cibandung dan SS Jatiroke). Hasil pengukuran evaporasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaporasi Permukaan Air Bebas

Saluran	Lining	Dimensi Permukaan (m)		Luas Permukaan Air (m ²)	Evaporasi (m ³ /s)
		Lebar	Panjang		
SS Macan	Pasangan batu	8,75	325	2843,75	1,53 x 10 ⁻⁴
SS Dukuh	Pasangan batu	2,93	420	1230,60	0,68 x 10 ⁻⁴
SS Cibandung	Pasangan batu	4,86	541	2626,56	1,46 x 10 ⁻⁴
SS Jatiroke	Tanah	6,60	635	4191	2,32 x 10 ⁻⁴
SS Macan	Beton precast	17,25	656	11316	6,11 x 10 ⁻⁴



Gambar 5. Diagram Evaporasi

Berdasarkan Tabel 5, SS Macan dengan beton precast memiliki luas permukaan terbesar (11.316 m²) dengan nilai evaporasi tertinggi (6,11 x 10⁻⁴ m³/s). Hal tersebut menunjukkan korelasi positif antara luas permukaan air dan tingkat evaporasi. Jenis lining pada saluran menentukan tingkat evaporasi. Saluran tanah pada SS Jatiroke menunjukkan nilai evaporasi lebih tinggi dibandingkan pasangan batu. Setelah mengetahui, analisis kehilangan air akibat rembesan dan evaporasi. Dari nilai kehilangan air dapat diketahui nilai efisiensi suatu saluran. Tabel 6 menyajikan hasil nilai efisiensi pada Saluran Sekunder Sub Sistem Macan.

Tabel 6. Nilai Efisiensi

Saluran	Lining	Kehilangan air (m ³ /s)	Efisiensi (%)	Efisiensi Teoritis (%)
SS Macan	Pasangan batu	0,17	90,46	90
SS Dukuh	Pasangan batu	0,02	92,37	90
SS Cibandung	Pasangan batu	0,08	88,59	90
SS Jatiroke	Tanah	0,50	83,95	90
SS Macan	Beton precast	0,23	93,11	90

Nilai efisiensi Teoritis berdasarkan KP o3 PUPR. Berdasarkan tabel 6, nilai efisiensi yang melebihi nilai efisiensi teoritis pada SS Macan pasangan batu dan beton precast serta SS Dukuh. Kelas ini termasuk dalam kondisi sangat baik. Sedangkan, nilai efisiensi dibawah nilai efisiensi teoritis terjadi pada SS Cibandung dan SS Jatiroke termasuk dalam kondisi baik. Dapat disimpulkan bahwa lining pasangan batu dan beton precast menunjukkan hasil yang sangat baik dengan nilai efisiensi mendekati nilai efisiensi teoritis. Namun, saluran tanah atau belum berlining menunjukkan efisiensi lebih rendah

yang berarti perlu evaluasi dan peningkatan lebih lanjut. Peningkatan efisiensi keseluruhan sistem irigasi perlu pengelolaan dan pertimbangan pemilihan material lining lebih efektif dan melakukan pemeliharaan rutin untuk meminimalkan kehilangan air

KESIMPULAN

Kehilangan air akibat evaporasi meningkat seiring bertambahnya luas permukaan saluran, yang bergantung pada panjang saluran yang diteliti. Nilai tertinggi terjadi pada SS Maca sebesar $6,11 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan luas permukaan 11316 m^2 , sedangkan nilai terendah pada SS Dukuh sebesar $0,68 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan luas permukaan $1230,60 \text{ m}^2$. Jenis lining pada saluran juga mempengaruhi nilai kehilangan air. Semakin kecil nilai kehilangan air, semakin tinggi efisiensi saluran irigasi, dengan kehilangan air yang rendah menunjukkan saluran yang lebih efisien. Misalnya, SS Jatiroke memiliki kehilangan air relatif tinggi sebesar $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan efisiensi terendah sebesar 83,95%. Variasi kehilangan air dipengaruhi oleh jenis lining dan luas permukaan, di mana beton precast menunjukkan efisiensi tertinggi dalam mengurangi kehilangan air.

Bibliografi

- Akkuzu, E., 2012. Usefulness of Empirical Equations in Assessing Canal Losses through Seepage in Concrete-Lined Canal. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(5), pp.455-460. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000414](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000414).
- Bunganaen, W., Ramang, R. and Raya, L.L.M., 2017. Efisiensi Pengaliran Jaringan Irigasi Malaka (Studi Kasus Daerah Irigasi Malaka Kiri). *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), pp.23-32.
- Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013. Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan Bagian Saluran. KP-03. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian PUPR, 2015. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi.
- Musfira, A., Syahrul' , & Ramli, I. 2021. Evaluasi Kinerja Sistem Irigasi pada Daerah Irigasi Krueng Jreu Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 7(2), hal.103-111.
- Sutrisno & Chayati, C. 2013. Perhitungan Efisiensi Saluran Irigasi pada Daerah Irigasi Kebonagung Kabupaten Sumenep
- Soekrasno, S., 2019. Penyempurnaan sistem pengelolaan air irigasi menghadapi irigasi modern di Indonesia. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development*, 1(2), pp.67-75. <https://doi.org/10.25105/cesd.v1i2.410>

