

Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi pada Saluran Sekunder di Areal Persawahan Desa Kolongan Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara

Sri Wanni Jumiati Ta'dung¹, Dedie Tooy², Ruland A. Rantung³

¹⁻³ Program Studi Teknik pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia. Jln. Kampus UNSRAT Manado, 95115.
Indonesia

Email korespondensi : dedietooy@unsrat.ac.id
email: sriwanni09@gmail.com¹, rulandrantung@unsrat.ac.id³

Analysis of Irrigation Water Conveyance Efficiency in Secondary Canals at the Rice Field Area of Kolongan Village, Kalawat District, North Minahasa Regency

ABSTRACT

Agriculture is a strategic sector that plays a crucial role in ensuring national food security, particularly in rural areas where the majority of the population depends on farming activities for their livelihood. One of the key factors determining the success of farming, especially rice cultivation, is the availability of sufficient, equitable, and timely irrigation water throughout the growing season. In this regard, irrigation systems serve as vital infrastructure supporting agricultural sustainability. This study aims to calculate the efficiency of water distribution based on channel capacity and the ratio of upstream-downstream water discharge, as well as to calculate the value of water loss due to technical and non-technical factors. The results indicate that the effective efficiency of the irrigation channels is 66% for Channel 1 and 74% for Channel 2. Overall, these efficiency levels are still considered relatively low. Water losses occurred in both channels, totaling 0.02678 m³/s for Channel 1 and 0.01423 m³/s for Channel 2. These losses were attributed to seepage, percolation, evaporation, and direct water withdrawal by farmers at several points, which was exacerbated by the absence of an active water management institution for the irrigation channels.

Keywords: *irrigation; efficiency; flow rate; water loss.*

ABSTRAK

Pertanian merupakan sektor strategis yang memiliki peran penting dalam menjamin ketahanan pangan nasional, terutama di daerah pedesaan yang sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup dari hasil pertanian. Salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani, khususnya pada komoditas padi, adalah ketersediaan air irigasi yang cukup, merata, dan tepat waktu selama masa tanam. Dalam hal ini, sistem irigasi menjadi infrastruktur utama yang menunjang keberlangsungan kegiatan pertanian. Penelitian ini menghitung tingkat efisiensi penyaluran air berdasarkan perbandingan debit air di hulu-hilir dan kapasitas saluran, serta menghitung nilai kehilangan air akibat faktor teknis dan non-teknis. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi efektif pada Saluran 1 sebesar 66% dan Saluran 2 sebesar 74%, secara umum tingkat efisiensi ini masih tergolong rendah. Kehilangan air terjadi pada kedua saluran dengan total 0,02678 m³/s di Saluran 1 dan 0,01423 m³/s di Saluran 2, yang bersumber dari rembesan, perkolasi, evaporasi, serta pengambilan langsung oleh petani di beberapa titik

diperburuk dengan tidak adanya peran kelembagaan pengelola air pada saluran irigasi tersebut.

Kata kunci: irigasi; efisiensi; debit air; kehilangan air.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor strategis yang memiliki peran penting dalam menjamin ketahanan pangan nasional, terutama di daerah pedesaan yang sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup dari hasil pertanian. Salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani, khususnya pada komoditas padi, adalah ketersediaan air irigasi yang cukup, merata, dan tepat waktu selama masa tanam. Teknik pertanian mencakup berbagai metode dan teknologi yang diterapkan untuk meningkatkan hasil pertanian, salah satunya melalui sistem irigasi yang efisien. Dalam hal ini, sistem irigasi menjadi infrastruktur utama yang menunjang keberlangsungan kegiatan pertanian (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2021).

Efisiensi penyaluran air irigasi adalah perbandingan antara jumlah air yang diberikan dikurangi kehilangan air dengan jumlah yang diberikan yakni pemanfaatan air untuk tanaman, yang diambil dari sumber air atau sungai yang dialirkan ke areal irigasi melalui bending (Sudjarwarji, 1987). Salah satu komponen penting dalam jaringan irigasi adalah saluran sekunder, yang berfungsi menyalurkan air dari saluran primer ke saluran tersier sebelum akhirnya dialirkan ke petak sawah (Fachrudin, 2018). Efisiensi penyaluran air pada saluran sekunder sangat memengaruhi ketersediaan air di lahan pertanian, terutama pada musim kemarau atau saat debit air dari sumber utama mengalami penurunan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2020). Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran, rembesan, dan pengambilan air oleh petani (Dahlan, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tingkat efisiensi penyaluran air berdasarkan perbandingan debit air di hulu-hilir dan kapasitas saluran, serta menghitung nilai kehilangan air akibat faktor teknis dan non-teknis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi yang akurat mengenai tingkat efisiensi penyaluran air, serta menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi teknis bagi perbaikan sistem irigasi di wilayah tersebut. Dengan demikian, diharapkan pengelolaan air irigasi dapat berjalan lebih efektif dan mendukung keberhasilan usaha tani masyarakat Desa Kolongan secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2025, bertempat di saluran irigasi yang berfokus pada irigasi saluran sekunder areal persawahan Desa Kolongan, Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah current meter, meter, alat tulis, stop watch, hp/kamera, aplikasi ArcGIS dan Google Earth.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah irigasi saluran sekunder, data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung di lokasi penelitian, sedangkan data sekunder adalah data yang sudah ada sebelumnya.

Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif

deskriptif dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode survei dan metode observasi. Pengumpulan data dengan metode survei diperoleh dengan wawancara. Pengumpulan data dengan metode observasi diperoleh dengan pengamatan di lapangan kemudian semua data yang diperoleh dicatat, diolah, dan dianalisis secara deskriptif.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Persiapan alat dan bahan penelitian
2. Pengumpulan data primer
 - 1) Pengukuran kondisi fisik saluran
 - a. Mengukur lebar atas dan lebar bawah saluran dengan menggunakan meter untuk mengetahui bentuk saluran irigasi.
 - b. Mengukur tinggi air maksimum, tinggi saluran dan lebar permukaan air.
 - 2) Pengukuran Kecepatan Aliran menggunakan *current meter*
 - a. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan di masing-masing sisi kanan, tengah dan kiri saluran sekunder dengan 3 tahapan yakni bagian atas, tengah dan bawah aliran air.
 - b. Impeller dicelupkan ke dalam tahapan aliran air selama 30 detik, dan hasil perhitungan rata-rata kecepatan aliran akan ditampilkan di *flowatch current meter*.
 - c. Pengumpulan data primer diukur masing-masing di hulu dan hilir saluran sekunder.
3. Pengumpulan data sekunder
 - 1) SIG untuk mengetahui titik lokasi pengamatan menggunakan aplikasi ArcGIS
 - 2) Peta luas lahan dialiri, panjang saluran dan titik pengambilan air menggunakan aplikasi Google Earth
 - 3) Data curah hujan Kecamatan Kalawat dari BPP Kalawat
 - 4) Data kelembapan udara, suhu dan kecepatan angin dari BMKG Sulawesi Utara
 - 5) Wawancara mengenai distribusi dan pola penggunaan air irigasi di areal persawahan oleh pemerintah dan petani Desa Kolongan
4. Analisis data

Variabel Penelitian

1. Kecepatan aliran

$$t = \frac{L}{v_{rata}} \quad (1)$$

$$v_{rata} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (2)$$

$$t = \frac{L}{v_2 - v_1} \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \quad (3)$$

keterangan:

- t = waktu tempuh
L = panjang saluran(m)
v₁ = kecepatan aliran saluran 1(m/s)
v₂ = kecepatan aliran saluran 2 (m/s)
v_{rata} = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

2. Luas penampang saluran sekunder

$$A = (b + m \times h) \times h \quad (4)$$

$$A = (b + m \times H) \times H \quad (5)$$

$$m = \frac{B-b}{2H} \quad (6)$$

$$I = \Delta h/l \quad (7)$$

keterangan:

A = luas penampang saluran (m²)

h = tinggi air maksimum (m)

H = tinggi saluran (m)

b = lebar bawah saluran (m)

m = kemiringan sisi saluran (m)

I = kemiringan dasar saluran (m)

Δh = selisih tinggi air (m)

l = panjang pengukuran tinggi air (m)

3. Debit aliran

$$Q = V \times A \quad (8)$$

keterangan:

Q = Debit Air (m³/s)

V = kecepatan aliran diperoleh dari suatu alat (m/s)

A = luas penampang saluran (m²)

4. Kehilangan air

$$h_n = I_n - O_n \quad (9)$$

keterangan:

h_n = Kehilangan air pada ruas pengukuran bentang saluran ke n (m³/detik)

I_n = Debit masuk ruas pengukuran ke n (m³/detik)

O_n = Debit keluar ruas pengukuran ke n (m³/detik)

5. Rembesan

$$S = 0,035 \times C \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (10)$$

keterangan:

S = kehilangan akibat rembesan m³/detik

0.035 = factor konstanta (m/Km)

Q = debit aliran (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m/s)

C = koefisien tanah rembesan (m³/detik)

6. Evaporasi

$$E = f(u) \times (e_s - e_a) \quad (11)$$

$$e_s = 0,6108 \times \exp^{\frac{17,27 \times T}{T + 237,3}}$$

$$e_a = RH \times \frac{e_s}{100} \quad (12)$$

$$f(u) = a + b \times u \quad (13)$$

keterangan:

E = laju evaporasi (biasanya dalam mm/hari atau mm/jam)

e_s = tekanan uap jenuh air pada suhu permukaan air (mbar atau kPa)

e_a = tekanan uap aktual udara (mbar atau kPa)

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin (m/s)

RH = kelembaban relatif (%)

7. Evaporasi sepanjang saluran

$$W_{avg} = \frac{W_{up} + W_{down}}{2} \quad (14)$$

$$S = W_{avg} \times L \quad (15)$$

$$A_{avg} = \frac{A_{up} + A_{down}}{2} \quad (16)$$

$$V = A_{avg} \times L \quad (17)$$

$$Q_e = E \times S \quad (18)$$

$$\% \text{ hilang/hari} = \frac{Q_e}{V} \times 100\% \quad (19)$$

keterangan:

E = evaporasi (m/hari)

W_{avg} = Lebar muka air rata-rata sepanjang saluran (m)

S = Luas permukaan air sepanjang saluran m^2

A_{avg} = Luas penampang aliran rata-rata sepanjang saluran (m)

V = volume saluran yang hilang (m^3)

Q_e = debit kehilangan air akibat evaporasi (m/s, L/s)

8. Efisiensi Penyaluran Air

$$E_f = \frac{Q_{outflow}}{Q_{inflow}} \times 100\% \quad (20)$$

keterangan:

E_f = Efisiensi penyaluran air pengairan (%)

Q_{in} = Jumlah air yang masuk (m^3 /detik)

Q_{out} = Jumlah air yang keluar (m^3 /detik)

9. Kebutuhan air irigasi

$$NFR = E - R \quad (21)$$

$$DR = NFR/\eta \quad (22)$$

keterangan:

NFR = Kebutuhan air irigasi di sawah (lt/det/Ha)

DR = Kebutuhan air di pintu pengambilan (lt/det/Ha)

E = Evaporasi sepanjang saluran (mm/hari)

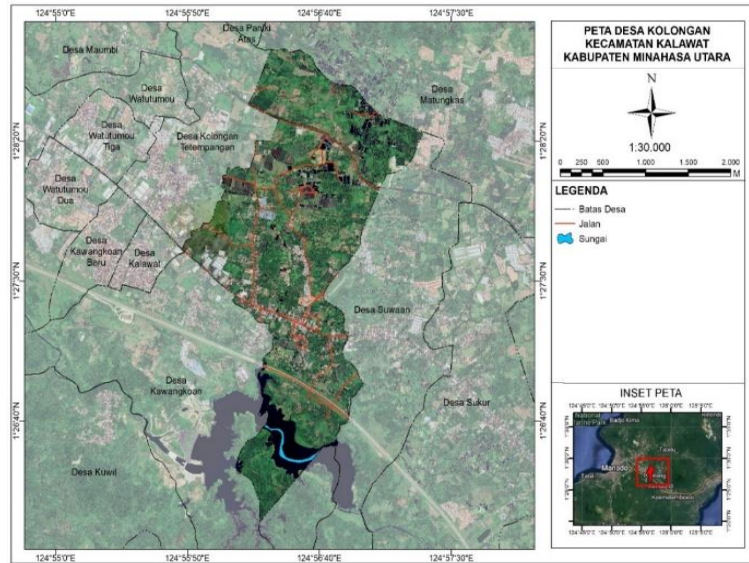
R = Curah Hujan (mm/hari)

η = Efisiensi irigasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Daerah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal persawahan Desa Kolongan, Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara dengan koordinat Desa Kolongan adalah $1^{\circ}27'39.78''$ LU (1.46105° N) dan $124^{\circ}56'32.57''$ BT (124.94238° E). Peta dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini. Desa Kolongan seluas $\pm 10.224.398 \text{ m}^2$, ini berada pada ketinggian sekitar 118 meter di atas permukaan laut. Batas-batas Desa Kolongan adalah: sebelah utara berbatasan dengan Desa Matungkas, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Kaleosan dan Desa Sampiri, sebelah timur berbatasan dengan Desa Suwaan dan Desa Sukur, dan sebelah barat berbatasan dengan Desa Kolongan Tetempangan dan Desa Kawangkoan.



Gambar 1. Peta Desa Kolongan

Kondisi Saluran Sekunder

1. Hulu saluran 1 (koordinat: $1^{\circ}28'09''\text{N}$ $124^{\circ}56'54''\text{E}$) dan 2 (koordinat: $1^{\circ}27'56''\text{N}$ $124^{\circ}56'49''\text{E}$)

Hulu dari saluran sekunder 1 dan 2 terletak pada titik awal distribusi air irigasi, yang menerima aliran langsung dari saluran primer. Pada saluran 1, sumber utama pasokan air berasal dari daerah Matungkas yang memanfaatkan mata air Paniki Rate. Sedangkan, pada saluran 2 memanfaatkan debit sungai di Desa Kolongan sebagai sumber air utamanya. Kondisi hulu pada saluran Sekunder 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hulu saluran 1



Gambar 3. Hulu saluran 2

2. Hilir saluran 1 (koordinat: $1^{\circ}28'15''\text{N}$ $124^{\circ}56'09''\text{E}$) dan 2 (koordinat : $1^{\circ}28'05''\text{N}$ $124^{\circ}56'11''\text{E}$)

Hilir saluran sekunder berperan sebagai titik akhir pengaliran air dari saluran sekunder sebelum diteruskan ke hulu saluran tersier yang mengarah ke petak-petak sawah. Efisiensi pengaliran di bagian hilir saluran sekunder sangat penting untuk memastikan kontinuitas pasokan air yang cukup dan tepat waktu bagi kebutuhan irigasi di tingkat saluran tersier dan pada lahan pertanian secara keseluruhan. Kondisi hilir pada saluran Sekunder 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



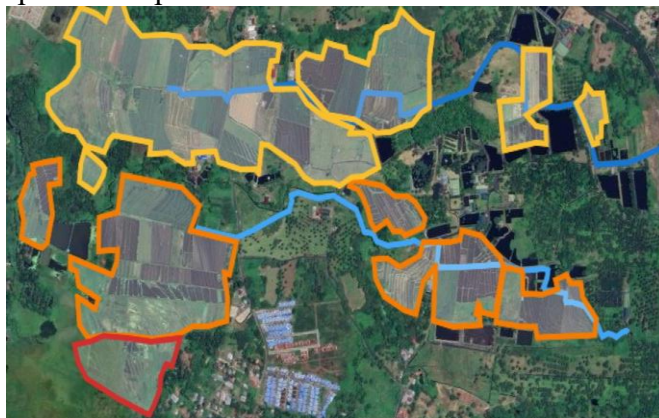
Gambar 4. Hilir saluran 1



Gambar 5. Hilir saluran 1

Skema Saluran Sekunder dan Luas lahan

Saluran sekunder 1 di Desa Kolongan memiliki panjang mencapai 1.801 meter mengalir lahan pertanian seluas 27,25 ha. Sementara itu, saluran sekunder 2 dengan panjang 1.456 meter mengalir area persawahan seluas 20,53 ha. Meskipun demikian, terdapat lahan seluas 3,07 ha yang tidak dapat diolah secara optimal akibat saluran irigasi yang tersumbat. Secara keseluruhan, total luas lahan pertanian tanaman padi di Desa Kolongan mencapai 50,86 ha, yang mencakup lahan teririgasi dan lahan yang mengalami kekurangan air. Skema saluran dan lahan yang dialiri oleh saluran sekunder yang ada pada areal persawahan Desa Kolongan dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan :

- : Saluran 1
- : Saluran 2
- : Lahan yang dialiri saluran 1
- : Lahan yang dialiri saluran 2
- : Lahan tidak di olah

Gambar 6. Skema aluran dan lahan yang dialiri.

Bentuk dan Kemiringan Saluran

Adapun bentuk penampang saluran pada sistem irigasi di wilayah penelitian adalah berbentuk trapesium, dengan karakteristik dasar saluran sejajar terhadap permukaan tanah, dinding saluran memiliki kemiringan tertentu sesuai desain teknis, serta penampang melintang yang dirancang untuk memaksimalkan kapasitas aliran air sekaligus menjaga stabilitas konstruksi saluran. Nilai kemiringan saluran yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kemiringan Saluran

Parameter	Hulu 1 (m)	Hilir 1 (m)	Hulu 2 (m)	Hilir 2 (m)
Kemiringan sisi	0,156	0,317	0,119	0,391
Kemiringan dasar	0,0006	0,0003	0,0006	0,0006

Pada Tabel 1, kemiringan sisi pada kedua saluran menunjukkan peningkatan dari hulu ke hilir. Pada saluran 1, nilai kemiringan sisi bertambah dan pada saluran 2 peningkatan lebih besar. Kondisi ini mengindikasikan adanya pelebaran penampang saluran, baik akibat erosi maupun faktor konstruksi yang kurang seragam.

Untuk kemiringan dasar, saluran 1 mengalami penurunan dari hulu ke hilir yang berpotensi menyebabkan penurunan kecepatan aliran dan meningkatkan sedimentasi. Sebaliknya, saluran 2 memiliki kemiringan dasar konstan, sehingga lebih stabil dalam menjaga kelancaran aliran. Dengan demikian, saluran 1 lebih memerlukan penanganan pada bagian hilir untuk mengurangi sedimentasi, sementara saluran 2 memerlukan pemeliharaan sisi saluran untuk mencegah pelebaran berlebih.

Berdasarkan klasifikasi tersebut diperoleh kemiringan saluran:

Saluran 1 hulu: $m = 0,156:1 \rightarrow$ sangat curam (hampir tegak).

Saluran 1 hilir: $m = 0,317:1 \rightarrow$ curam.

Saluran 2 hulu: $m = 0,119:1 \rightarrow$ sangat curam.

Saluran 2 hilir: $m = 0,391:1 \rightarrow$ curam.

Luas Penampang

Luas penampang merupakan luas area penampang melintang saluran baik jika terisi air maupun tidak terisi air. Mempertimbangkan bentuk saluran yang berupa trapesium serta data observasi parameter tinggi air maksimum, tinggi saluran, lebar dasar saluran, dan kemiringan sisi saluran, diperoleh nilai luas penampang yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Luas Penampang Basah dan Kering Saluran

Luas Penampang	Hulu 1 (m ²)	Hilir 1 (m ²)	Hulu 2 (m ²)	Hilir 2 (m ²)
Basah	0,267831	0,209761	0,144937	0,200083
Kering	2,476580	1,046789	0,6454671	0,407695

Pada Tabel 2 menunjukkan luas penampang basah pada Saluran 1 mengalami penurunan dari hulu ke hilir, sedangkan pada Saluran 2 justru meningkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas aliran pada Saluran 1 cenderung menurun di bagian hilir, sementara pada Saluran 2 terjadi peningkatan kapasitas akibat pelebaran penampang basah.

Untuk luas penampang kering (jika tidak terisi air), kedua saluran menunjukkan pola penurunan. Hal ini karena adanya penyempitan dimensi saluran di bagian hilir yang dapat mempengaruhi stabilitas dan kapasitas penyaluran. Dengan demikian, Saluran 1 lebih rentan mengalami penurunan kapasitas aliran di hilir, sedangkan Saluran 2 perlu pemeliharaan agar keseimbangan antara penampang basah dan kering tetap terjaga.

Kecepatan dan Waktu Tempuh Aliran

Data kecepatan aliran diperoleh melalui pengukuran di lapangan menggunakan alat current meter tipe propeller hanging, yang dioperasikan dengan cara mencelupkan sensor ke dalam aliran air selama 30 detik pada setiap titik pengukuran. Pengukuran dilakukan di dua lokasi, yaitu pada bagian hulu dan hilir saluran sekunder 1 serta saluran sekunder 2. Setiap lokasi pengukuran dibagi menjadi tiga titik kedalaman, yaitu lapisan permukaan (atas), lapisan tengah, dan lapisan dekat dasar (bawah), pada masing-masing posisi melintang saluran yang mencakup sisi kanan, tengah, dan kiri. Alat *flowatch current meter* secara

otomatis menampilkan hasil pengukuran kecepatan aliran pada layar digital beserta nilai rata-ratanya, sehingga data yang diperoleh dapat langsung digunakan untuk perhitungan debit. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran

Saluran sekunder	Kecepatan aliran (V)	
	Hulu	Hilir
1	0,3 m/s	0,2 m/s
2	0,4 m/s	0,3 m/s

Pada Tabel 3 menunjukkan pengukuran kecepatan aliran pada bagian hulu dan hilir saluran sekunder 1 dan 2, terlihat adanya penurunan kecepatan aliran dari hulu menuju hilir pada kedua saluran tersebut. Penurunan debit aliran pada saluran irigasi merupakan fenomena yang umum terjadi akibat kombinasi faktor teknis, hidrologis, maupun non-teknis.

Waktu tempuh aliran merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir dari hulu menuju hilir saluran. Parameter ini umumnya dihitung dengan dua pendekatan, yaitu melalui pengukuran kecepatan rata-rata aliran dan dengan metode integral berdasarkan distribusi kecepatan sepanjang saluran. Nilai waktu tempuh aliran yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Waktu Tempuh Aliran

Metode	Waktu Tempuh			
	Saluran 1		Saluran 2	
Kecepatan rata-rata	7.204 detik	2,0 jam	4.160 detik	1,15 jam
Integral	7.305 detiik	2,03 jam	4.188 detik	1,16 jam

Pada Tabel 5, waktu tempuh aliran menunjukkan perbedaan antara kedua metode relatif kecil sehingga metode kecepatan rata-rata dapat dianggap representatif dalam menggambarkan kondisi aliran nyata. Perbandingan antar saluran memperlihatkan bahwa Saluran 2 memiliki waktu tempuh lebih singkat dibandingkan Saluran 1, yang menunjukkan distribusi aliran lebih cepat.

Debit Aliran

Debit air dapat dihitung berdasarkan hasil perhitungan luas penampang basah saluran dan kecepatan aliran air sebagaimana telah disajikan sebelumnya, maka diperoleh hasil perhitungan debit air pada masing-masing saluran sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Aliran

Saluran sekunder	Debit aliran (Q)	
	Hulu (m^3/s)	Hilir (m^3/s)
1	0,08034	0,05796
2	0,05356	0,04347

Pada Tabel 5, menunjukan bahwa debit aliran yang masuk di hulu saluran sekunder lebih besar dibandingkan debit aliran di hilir saluran sekunder. Ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan debit air baik di saluran 1 maupun saluran 2, maka perlu dianalisis beberapa faktor-faktor penyebab kehilangan air yang dapat mempengaruhi debit aliran.

Analisis Kehilangan Air

Analisis kehilangan air pada sistem irigasi dilakukan dengan membandingkan besarnya debit air yang masuk ke dalam saluran dengan debit air yang keluar dari saluran tersebut. Selisih antara kedua nilai ini menggambarkan besarnya kehilangan air yang terjadi sepanjang saluran. Diperoleh bahwa kehilangan air pada Saluran Sekunder 1, yang memiliki panjang 1.801 meter, mencapai 0,02678 m³/detik. Sementara itu, kehilangan air pada Saluran Sekunder 2, dengan panjang 1.456 meter, tercatat sebesar 0,01423 m³/detik. Nilai-nilai ini menunjukkan adanya faktor kehilangan air yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor teknis dan non-teknis serta faktor hidrologis pada sepanjang saluran sekunder.

1) Faktor teknis:

Kehilangan teknis merupakan kehilangan yang terjadi akibat faktor hidraulik dan kondisi fisik saluran, meliputi rembesan, perkolasi, dan evaporasi. Rembesan dan perkolasi terjadi karena sifat permeabilitas tanah maupun retakan pada struktur saluran, sementara evaporasi dipengaruhi oleh faktor iklim seperti suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Selain itu, pintu sadap yang tidak terpasang dengan baik turut meningkatkan potensi kehilangan teknis sepanjang saluran. Selisih hasil perhitungan nilai kehilangan air secara teknis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Selisih hasil perhitungan nilai kehilangan air

Kehilangan air	Saluran 1	Saluran 2
	(m³/s)	(m³/s)
Rembesan	0,002354	0,001731
Perkolasi	0,00000001366	0,00000000718
Evaporasi	0,00001273	0,00000593
Total	0,002366	0,001736
Kehilangan air	0,02678	0,01423
Selisih	0,024414	0,012494

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kehilangan air pada saluran didominasi oleh rembesan, sedangkan kontribusi perkolasi dan evaporasi relatif sangat kecil terhadap total kehilangan air. Jika dibandingkan dengan debit yang tersedia, persentase kehilangan air mencapai 0,02678 pada Saluran 1 dan 0,01423 pada Saluran 2, dengan selisih kehilangan sebesar 0,024414 m³/s dan 0,012494 m³/s. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat faktor yang menyebabkan kehilangan air lainnya lebih besar.

2) Faktor non-teknis:

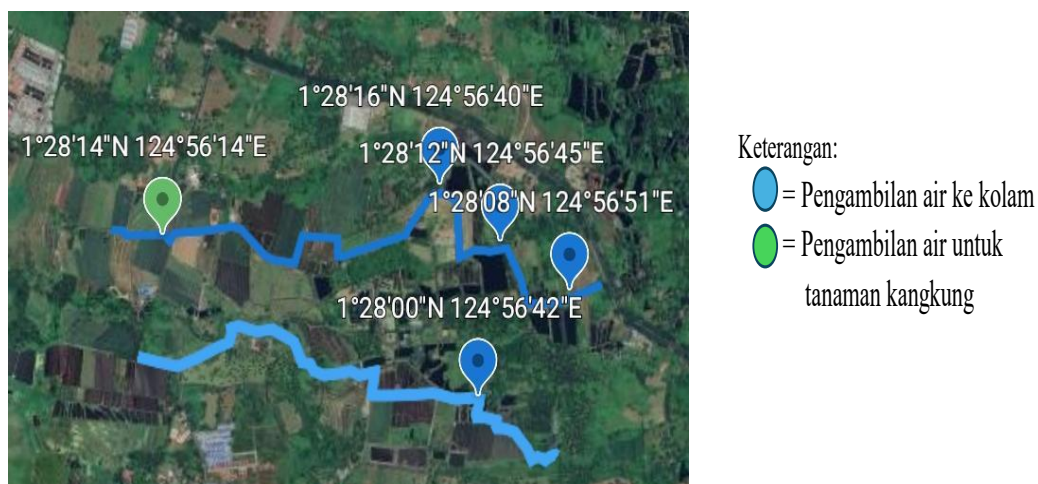
- Pengambilan Air oleh Warga Setempat

Selain kehilangan air secara teknis, terdapat pula kehilangan air yang disebabkan oleh pengambilan langsung di sepanjang saluran yang tersaji pada Gambar 7 untuk titik-titik pengambilan airnya. Pada Saluran 1, kehilangan air lebih besar karena terdapat tiga titik pengambilan untuk kolam serta satu titik pengambilan untuk tanaman kangkung, sehingga volume air yang mengalir ke hilir berkurang secara signifikan. Sementara itu, pada Saluran 2, hanya terdapat satu titik pengambilan air untuk kolam, sehingga tingkat kehilangan air non-teknis relatif lebih kecil dibandingkan Saluran 1. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi pengambilan air oleh masyarakat turut memengaruhi efisiensi penyaluran dan ketersediaan air di hilir saluran.

- Tidak Ada Kelembagaan Pengelola Distribusi Air

Ketidakmerataan distribusi air pada saluran irigasi merupakan salah satu bentuk kehilangan non-teknis yang sangat dipengaruhi oleh aspek kelembagaan. Hilangnya peran pengelola air menyebabkan kurangnya sistem pengaturan yang terkoordinasi dalam pembagian air dari hulu ke hilir. Kondisi ini mendorong petani di bagian hulu untuk membuka pintu sadap secara mandiri sesuai kebutuhan individu.

Akibatnya, volume debit yang tersedia di hilir mengalami penurunan yang cukup signifikan, sehingga menimbulkan ketidakseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan lahan pertanian. Dalam konteks efisiensi sistem irigasi, ketidakmerataan distribusi menyebabkan kapasitas yang seharusnya optimal tidak dapat tercapai, karena sebagian besar air terkonsentrasi di hulu dan pemanfaatannya tidak terkontrol.

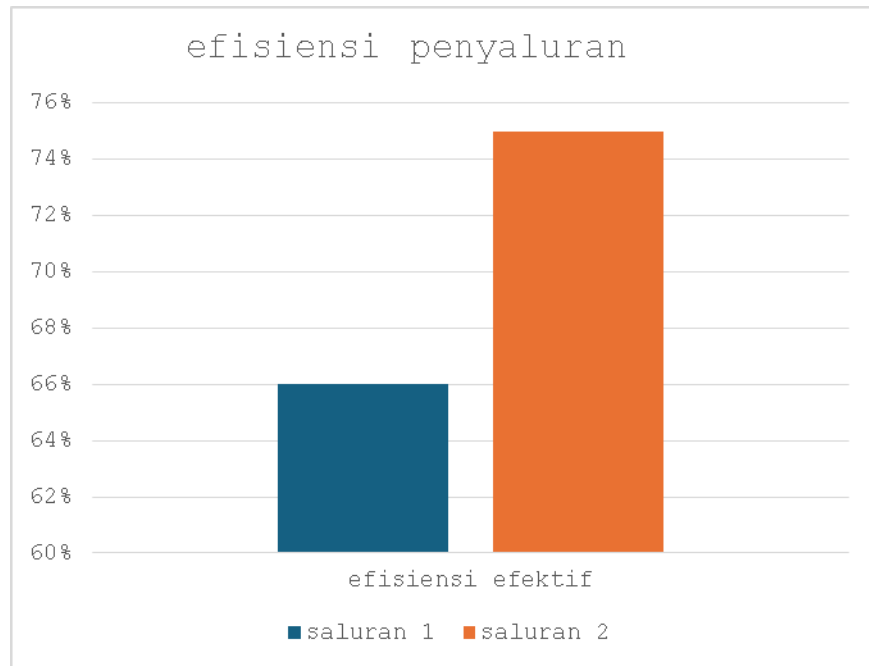


Gambar 7. Titik-titik Pengambilan Air

Analisis Efisiensi Saluran

Efisiensi saluran digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi saluran berdasarkan debit yang masuk dengan debit air yang keluar. Efisiensi penyaluran secara efektif diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan aliran langsung di lapangan, yang mencerminkan kondisi aktual saluran dalam menyalurkan air. Hasil perhitungan efisiensi saluran yang dapat dilihat pada Gambar 8.

Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi penyaluran air pada saluran 1 mencapai 66% dan pada saluran 2 sebesar 74%. Pengukuran langsung di lapangan lebih merepresentasikan kondisi nyata. Meskipun demikian, efisiensi efektif bersifat fluktuatif karena sangat dipengaruhi oleh musim, curah hujan, ketersediaan debit, serta pola pemanfaatan air oleh masyarakat. Oleh karena itu, evaluasi efisiensi perlu dilakukan secara periodik agar kinerja sistem irigasi dapat dinilai secara lebih akurat dan kontekstual.



Gambar 8. Grafik tingkat efisiensi (%) penyaluran air

Analisis Teknis Bangunan Saluran Sekunder

Analisis teknis berdasarkan observasi kondisi bangunan saluran menunjukkan bahwa kedua saluran merupakan bangunan permanen yang dibangun dari material beton dengan campuran pasir, batu, dan semen yang secara konstruksi, bangunan ini umumnya memiliki ketahanan yang baik terhadap aliran air dan degradasi lingkungan, sehingga ideal digunakan untuk mendukung distribusi air irigasi dalam jangka panjang. Namun, hasil pengamatan di lapangan memperlihatkan adanya beberapa keretakan dan kerusakan pada dinding saluran, baik pada Saluran 1 maupun Saluran 2, yang berpotensi meningkatkan kehilangan air melalui rembesan dan perkolasi. Selain itu, ditemukan pula beberapa pintu sadap yang belum terpasang, sehingga fungsi pengaturan distribusi air ke lahan pertanian tidak berjalan optimal. Kondisi ini diperburuk oleh adanya vegetasi yang tumbuh di sepanjang saluran, yang tidak hanya mengurangi kapasitas penampang basah akibat penyempitan ruang aliran, tetapi juga dapat merusak struktur saluran melalui akar-akar yang menembus retakan.

Secara teknis, keberadaan keretakan, pintu sadap yang tidak lengkap, serta vegetasi liar menunjukkan bahwa meskipun saluran memiliki konstruksi permanen, fungsi dan kinerjanya menurun akibat kurangnya pemeliharaan berkala. Hal ini berimplikasi langsung pada meningkatnya kehilangan air teknis (seperti rembesan, perkolasi dan evaporasi) maupun menurunnya efisiensi distribusi air ke lahan pertanian. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan dan rehabilitasi bangunan saluran melalui penutupan keretakan, pemasangan pintu sadap yang belum tersedia, serta pembersihan vegetasi secara rutin untuk memastikan bahwa fungsi saluran sebagai infrastruktur irigasi dapat berjalan optimal dan mendukung keberlanjutan sistem pertanian di wilayah tersebut.

Analisis Distribusi Pola Penggunaan Air oleh Petani

Hasil analisis berdasarkan wawancara mengenai distribusi pola penggunaan air diketahui bahwa distribusi air irigasi pada saat ini tidak dikelola oleh lembaga atau perangkat khusus, sehingga petani mengambil air dengan membuka pintu sadap secara mandiri sesuai

kebutuhan. Kondisi ini berbeda dengan sistem sebelumnya, di mana terdapat pengelola resmi yang dikenal sebagai pamong tani atau mantri air yang bertugas mengatur pembagian air dari bendungan melalui saluran primer, sekunder, hingga tersier secara terkoordinasi. Sejak sekitar tahun 2019, keberadaan pengelola tersebut ditiadakan akibat perubahan struktur perangkat desa, sehingga tidak ada lagi pihak yang secara formal mengatur pembagian air di tingkat persawahan.

Ketiadaan lembaga pengelola menyebabkan pola distribusi air menjadi tidak terkontrol, dengan potensi ketidakseimbangan pemanfaatan antara petani di hulu dan hilir, serta meningkatnya risiko konflik pemakaian air. Secara teknis, hal ini juga berimplikasi pada berkurangnya efisiensi pemanfaatan air irigasi karena distribusi tidak dilakukan secara teratur dan sesuai kebutuhan kolektif. Oleh karena itu, diperlukan kembali suatu mekanisme kelembagaan atau sistem pengelolaan yang dapat menjamin keadilan distribusi dan keberlanjutan pemanfaatan air pertanian.

Curah Hujan

Data Hujan merupakan masukan utama dari system sungai dan aliran sungai. Hampir semua kegiatan pengembangan sumber daya air memerlukan informasi hidrologi untuk dasar perencanaan dan perancangan, salah satu informasi hidrologi yang penting adalah data hujan (Istanto, 2007). Data curah hujan dapat diperoleh dari Bada Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Sulawesi Utara, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Curah Hujan 5 Tahun Terakhir di Kecamatan Klawat

Bulan	2020	2021	2022	2023	2024
Jan	309.3	533.2	434.4	361.2	454.1
Feb	256.1	236.2	511.8	315.0	161.3
Mar	395.8	438.8	364.7	256.1	252.0
Apr	263.9	209.8	245.7	372.7	285.4
Mei	196.9	273.0	283.6	149.4	202.0
Jun	192.8	210.0	272.9	164.2	271.0
Jul	146.3	247.4	144.4	83.0	182.0
Ags	177.1	125.1	221.5	53.0	175.0
Sep	196.8	292.1	136.3	92.5	145.0
Okt	416.5	173.4	360.9	76.4	203.0
Nov	87.5	360.1	489.2	267.7	338.0
Des	411.1	544.8	203.3	257.0	414.0

Berdasarkan data curah hujan 5 tahun terakhir dari BMKG Sulawesi Utara, terlihat adanya fluktuasi signifikan sepanjang tahun dengan curah hujan tertinggi pada bulan Januari dan Desember, serta terendah pada bulan Juli dan September, yang menunjukkan perlunya penyesuaian perencanaan irigasi untuk mengoptimalkan penggunaan air sesuai ketersediaan air hujan bulanan.

Berdasarkan data curah hujan bulanan pada periode penelitian yakni bulan Juni, diketahui bahwa curah hujan berada pada kategori sedang, yaitu tidak termasuk dalam curah hujan tinggi maupun rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa intensitas hujan yang terjadi masih dalam batas normal untuk wilayah pertanian, sehingga masih mampu mendukung aktivitas irigasi tanpa menyebabkan kelebihan atau kekurangan air yang signifikan di jaringan

saluran.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa meskipun curah hujan selama periode penelitian tergolong sedang dan secara teoritis mendukung kestabilan aliran air dalam saluran irigasi, efisiensi penyaluran air yang rendah menunjukkan adanya kehilangan air yang signifikan akibat kondisi fisik saluran yang kurang baik, seperti kebocoran, rembesan, perkolasi, evaporasi dan pengambilan air sehingga kinerja hidraulik saluran belum mencapai kondisi optimal meskipun faktor hidrologisnya relatif mendukung.

Kebutuhan Air Irigasi

Sebelum menganalisis ketersediaan air di saluran irigasi, dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih (NFR) dan debit rencana (DR) untuk masing-masing saluran dengan mempertimbangkan evaporasi, curah hujan, luas lahan, dan efisiensi saluran. Hasil perhitungan DR kemudian dikonversi menjadi volume harian, debit saluran, dan debit per hektar untuk memudahkan analisis ketersediaan air dibandingkan dengan debit hilir. Tabel 8 berikut menyajikan hasil perhitungan kebutuhan air irigasi untuk Saluran 1 dan Saluran 2.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Saluran/luas lahan dialiri (ha)	NFR = E-P (mm/hari)	DR= NFR/ η (mm/hari)	Volume V = DR \times A/1000 (m ³ /hari)	Debit Q= V/86400 (m ³ /s)	Debit Q per ha (L/s/ha)
1/27,25	-6,08	-9,21	-2.509	-0,029	-1,06
2/20,53	-6,66	-9,00	-1.847	-0,021	-1,06

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai NFR untuk kedua saluran menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah penelitian telah cukup untuk memenuhi kebutuhan evaporasi sepanjang saluran. Dengan mempertimbangkan efisiensi saluran, perhitungan DR menegaskan bahwa distribusi air hujan secara alami sudah memadai, sehingga irigasi tambahan tidak diperlukan. Konversi kebutuhan air ke satuan volume dan debit menunjukkan bahwa kapasitas saluran lebih dari cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman pada lahan yang dialiri. Hal ini menunjukkan bahwa sistem irigasi yang ada dapat berfungsi optimal dengan fokus pada pemeliharaan saluran dan distribusi air secara merata, tanpa membutuhkan sumber air tambahan.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa pengelolaan irigasi dapat diarahkan pada efisiensi penggunaan air, pemeliharaan saluran, dan pengaturan distribusi agar air hujan dimanfaatkan secara maksimal, sesuai prinsip irigasi berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyaluran air pada sistem irigasi saluran sekunder di Desa Kolongan menunjukkan nilai sebesar 66% pada Saluran 1 dan 74% pada Saluran 2. Nilai tersebut tergolong rendah, namun saluran masih berfungsi secara operasional dalam mendukung kegiatan pertanian di wilayah tersebut.

Meskipun saluran merupakan bangunan permanen dari beton, kehilangan air terjadi pada kedua saluran disebabkan oleh faktor teknis berupa rembesan, perkolasi, dan evaporasi dan diperparah oleh kehilangan non-teknis akibat aktivitas pengambilan air oleh petani serta

tidak adanya peran kelembagaan pengelola air irigasi. Total kehilangan air yang dihitung mencapai 0,02678 m³/detik pada Saluran Sekunder 1 dan 0,01423 m³/detik pada Saluran Sekunder 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air – Kementerian PUPR. 2020. Pedoman Pengelolaan Jaringan Irigasi; Jakarta.
- Fachrudin, A. 2018. Analisis Efisiensi Irigasi pada Saluran Sekunder di Daerah Irigasi X. *Jurnal Teknik Sipil*, 25,2 , 110–119.
- Hidayat, R.. 2021. Analisis Efisiensi Pengolahan Air Irigasi Pada Saluran Sekunder dan Tersier di Bendung Wonco II Ngkari-Ngkari Kota Baubau. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Kendari.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2021. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta.
- Sudjarwardi. 1987. Teknik Sumber Daya Air. Diklat Kuliah Jurusan Teknik Sipil Univertitas Gadjah Mada. Yogyakarta.