Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

KETERSEDIAAN, DISTRIBUSI, DAN EFISIENSI PENYALURAN AIR PADA JARINGAN IRIGASI PERMUKAAN: STUDI KASUS DAERAH IRIGASI KOTO TUO UJUNG PASIR, KABUPATEN KERINCI, INDONESIA

Hasbia Darma[1], Ade Nurdin[2], Anna Emliawati[3]
[1,2,3]Universitas Jambi, Indonesia
Email: hasbiaaad32@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi distribusi air, efisiensi penyaluran pada setiap ruas saluran, serta kecukupan pasokan dibandingkan dengan kebutuhan air tanaman padi di Daerah Irigasi Koto Tuo Ujung Pasir (69,33 ha), yang merupakan subsistem hilir Daerah Irigasi Batang Sangkir di Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, Indonesia. Penelitian menggunakan rancangan studi kasus deskriptif kuantitatif. Debit sesaat diukur pada 13 titik di saluran primer, sekunder, dan tersier menggunakan metode luas–kecepatan. Efisiensi ruas dihitung sebagai rasio debit keluar terhadap debit masuk dan diklasifikasikan berdasarkan kategori KP-01. Kebutuhan air padi diperkirakan menggunakan CROPWAT 8.0 (FAO Penman–Monteith) serta, secara terpisah, melalui neraca air manual berbasis KP-01. Debit menurun dari 2,001 m³/detik pada bangunan pengambilan saluran primer menjadi 0,135 m³/detik pada ruas sekunder kedua, sehingga pintu-pintu tersier hanya menerima 0,030–0,060 m³/detik. Efisiensi ruas berkisar 46,54–92,06% pada saluran primer, 24,77–100% pada saluran sekunder, dan 100% pada saluran tersier yang diamati. Bukti lapangan menunjukkan bahwa penurunan tersebut terutama disebabkan oleh alokasi aliran melalui bangunan bagi dan sadap untuk melayani desa-desa sekitar, bukan oleh kebocoran saluran. CROPWAT 8.0 menghasilkan kebutuhan irigasi bruto sebesar 552,8 mm per musim (383.256 m³), dengan kebutuhan puncak 67,3 mm per sepuluh hari pada dasarian terakhir September selama pengolahan lahan (setara 0,077 m³/detik). Sementara itu, perhitungan manual menghasilkan 328,56 mm (227.791 m³). Pasokan musiman pada pintu tersier secara teoretis mencukupi, tetapi debit yang tersedia berada di bawah kebutuhan puncak selama pengolahan lahan. Untuk mengatasi defisit di bagian hilir, direkomendasikan pemberian air secara bergilir antarblok tersier dan pengaturan waktu tanam secara bertahap berdasarkan golongan.

Kata Kunci: Efisiensi Irigasi, Distribusi Air, Efisiensi Penyaluran, CROPWAT 8.0, Kebutuhan Air Irigasi Padi, Defisit di Bagian Hilir, Kerinci.

Abstract

This study evaluates water distribution, conveyance efficiency across various canal segments, and the adequacy of water supply relative to the requirements of rice crops in the Koto Tuo Ujung Pasir Irrigation Area (69.33 ha) a downstream subsystem of the Batang Sangkir Irrigation Area in Kerinci Regency, Jambi Province, Indonesia. A quantitative, descriptive case study design was employed. Instantaneous discharge was measured at 13 locations along the primary, secondary, and tertiary canals using the area-velocity method. Segment efficiency

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

was calculated as the ratio of outflow to inflow discharge and classified according to the KP-01 standard categories. Rice water requirements were estimated using CROPWAT 8.0 (based on the FAO Penman-Monteith equation) and, separately, through a manual water balance calculation based on the KP-01 guidelines. Discharge decreased from 2.001 m³/s at the primary canal intake to 0.135 m³/s in the second secondary canal segment, resulting in tertiary-level sluice gates receiving only 0.030–0.060 m³/s. Segment efficiency ranged from 46.54% to 92.06% for primary canals, 24.77% to 100% for secondary canals, and 100% for the observed tertiary canals. Field evidence indicates that this reduction is primarily due to flow allocation through division and turnout structures serving surrounding villages, rather than leakage from the canals themselves. CROPWAT 8.0 yielded a gross irrigation requirement of 552.8 mm per season (383,256 m³), with a peak demand of 67.3 mm per ten-day period (dasarian) during the final ten days of September, coinciding with land preparation, equivalent to 0.077 m³/s. Meanwhile, the manual calculation resulted in a total requirement of 328.56 mm (227,791 m³). Seasonal supply at the tertiary turnout is theoretically sufficient; however, the available discharge falls short of peak demand during land preparation. To address the deficit in the downstream areas, it is recommended to implement rotational water delivery among tertiary blocks and a staggered planting schedule based on designated groups.

Keywords: *Irrigation Efficiency, Water Distribution, Conveyance Efficiency, CROPWAT 8.0, Rice Irrigation Water Requirement, Downstream Deficit, Kerinci.*

PENDAHULUAN

Air irigasi merupakan masukan penting bagi produksi padi, khususnya di wilayah yang curah hujannya saja tidak dapat menjamin pertumbuhan tanaman sepanjang musim. Produksi beras di Asia perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan populasi yang terus bertambah, sementara ketersediaan air untuk irigasi semakin terbatas (Bouman & Tuong, 2001). Produktivitas air tanaman padi yang terukur sangat bervariasi, yaitu sekitar 0,6 hingga 1,6 kg per m³ air yang digunakan (Zwart & Bastiaanssen, 2004). Variasi ini menunjukkan adanya peluang besar untuk melakukan perbaikan melalui pengelolaan air yang lebih baik. Kinerja suatu daerah irigasi tidak hanya bergantung pada jumlah air yang tersedia di sumber, tetapi juga pada cara air tersebut disalurkan, dibagikan kepada para pengguna, serta disesuaikan dengan kebutuhan tanaman menurut ruang dan waktu (Pereira et al., 2002; Playán & Mateos, 2006).

Pada sistem irigasi permukaan dengan aliran gravitasi, air mengalir dari bangunan pengambilan melalui saluran primer, sekunder, dan tersier sebelum mencapai petak sawah. Sepanjang hierarki tersebut, debit dapat berkurang akibat rembesan, penguapan, kebocoran, luapan operasional, pengambilan air tanpa izin, dan yang penting pengalihan air secara sengaja ke daerah layanan lain. Efisiensi penyaluran, yang umumnya dinyatakan sebagai rasio antara jumlah air yang sampai di ujung suatu ruas saluran dan jumlah air yang masuk ke ruas tersebut,

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

merupakan indikator baku untuk proses ini. Namun, definisi dan interpretasinya perlu dilakukan secara cermat (Burt et al., 1997). Secara khusus, air yang dialihkan ke daerah layanan yang sah merupakan penggunaan yang bermanfaat dan harus dibedakan dari kehilangan yang tidak bermanfaat (Pereira et al., 2012). Pengukuran debit masuk–keluar banyak digunakan untuk memperkirakan kehilangan air saluran, tetapi metode ini tidak dapat mengidentifikasi laju rembesan kecil secara andal pada ruas yang pendek (Alam & Bhutta, 2004).

Evaluasi terhadap daerah irigasi di Indonesia sering melaporkan efisiensi yang lebih rendah daripada nilai rencana. Sebagai contoh, pada Daerah Irigasi Krueng Baro di Aceh, efisiensi terukur sebesar 56% dan 48% pada dua saluran utama lebih rendah daripada nilai rencana 65%. Kondisi tersebut dikaitkan dengan kerusakan lapisan saluran, erosi dan sedimentasi, kebocoran, serta pengambilan air secara ilegal (Azmeri et al., 2019). Penelitian terkait telah menganalisis kehilangan air pada saluran sekunder (Achmad et al., 2021), mengoptimalkan distribusi air dalam jaringan saluran (Yanita et al., 2020), serta melaporkan pengukuran kehilangan air di berbagai tingkat saluran (Mohammadi et al., 2019). Sebagian besar penelitian tersebut menekankan kerusakan fisik jaringan. Masih sedikit penelitian yang mengkaji kondisi ketika sebagian besar penurunan debit terjadi akibat alokasi terstruktur di antara beberapa desa yang dilayani saluran yang sama, sekaligus menghubungkan jumlah air yang akhirnya mencapai bagian paling hilir dengan kebutuhan air tanaman dalam satu kerangka analisis.

Dari sisi kebutuhan, CROPWAT 8.0 yang dikembangkan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) menerapkan prosedur FAO-56 Penman–Monteith (Allen et al., 1998) untuk memperkirakan evapotranspirasi referensi, kebutuhan air tanaman, dan jadwal irigasi. Perangkat ini telah banyak diterapkan di lingkungan tropis lembap maupun wilayah lainnya (Surendran et al., 2015, 2019; Gabr, 2021). Membandingkan hasilnya dengan neraca air manual yang transparan berdasarkan standar perencanaan irigasi Indonesia KP-01 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017) dapat menjadi pemeriksaan yang berguna terhadap sensitivitas estimasi kebutuhan air berdasarkan pendekatan perhitungan yang digunakan.

Daerah Irigasi Batang Sangkir di Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, dibangun pada tahun 1984 dan memiliki luas daerah layanan total 3.285,71 ha. Daerah irigasi ini memperoleh pasokan dari Sungai Batang Sangkir yang memiliki panjang sekitar 17,4 km dan lebar 10 m. Subsistem Koto Tuo Ujung Pasir terletak di bagian paling hilir jaringan dan melayani sawah seluas 69,33 ha. Petani dan hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa debit yang

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

mencapai pintu tersier jauh lebih kecil dibandingkan debit yang masuk ke saluran primer, sehingga irigasi di wilayah penelitian belum optimal. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah (i) mengidentifikasi ketersediaan dan distribusi debit sepanjang hierarki saluran; (ii) mengevaluasi efisiensi penyaluran pada setiap ruas berdasarkan kategori KP-01; dan (iii) memperkirakan kebutuhan air irigasi padi menggunakan CROPWAT 8.0 dan metode manual, kemudian membandingkannya dengan debit yang benar-benar tersedia. Hipotesis kerja penelitian ini adalah bahwa distribusi air dalam jaringan belum optimal sehingga menurunkan efisiensi penyaluran dari tingkat primer ke tersier, serta bahwa air yang tersedia tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan tanaman pada periode tertentu.

METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Daerah Irigasi Desa Koto Tuo Ujung Pasir, Kecamatan Tanah Cogok, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, Indonesia. Wilayah ini merupakan bagian dari Daerah Irigasi Batang Sangkir, yaitu jaringan irigasi yang berada di bawah kewenangan pemerintah pusat. Keseluruhan jaringan terdiri atas saluran primer sepanjang 20,08 km, saluran sekunder 27,60 km, dan saluran tersier 30,25 km, yang didukung oleh 3 bendung, 99 bangunan pengatur, dan 529 bangunan pelengkap. Penelitian berfokus pada subsistem yang mendapat pasokan dari saluran sekunder Koto Tuo Ujung Pasir, dengan luas baku sawah 69,33 ha (luas layanan 53,02 ha dan 16,31 ha). Jaringan ini merupakan sistem irigasi permukaan: saluran primer memiliki penampang trapesium, sedangkan saluran sekunder dan tersier berupa saluran pasangan atau beton berpenampang persegi panjang. Data iklim diperoleh dari Stasiun Meteorologi Depati Parbo milik Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang terletak pada koordinat 2°05′28,2″ LS dan 101°27′43,1″ BT dengan ketinggian 797 m di atas permukaan laut. Survei dan pengukuran lapangan dilakukan selama satu musim tanam (September–Desember), dengan total waktu kerja lapangan sekitar 15 hari. Parameter tanah yang digunakan dalam simulasi mewakili tanah liat dengan kemampuan menahan air yang tinggi.

Rancangan penelitian dan data

Penelitian ini menggunakan rancangan studi kasus deskriptif kuantitatif. Data primer meliputi dimensi saluran (lebar dasar, kedalaman air, dan kemiringan sisi), kecepatan aliran yang diukur menggunakan current meter, serta pengamatan kondisi fisik saluran, bangunan

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

bagi, dan bangunan sadap. Data sekunder meliputi (i) luas layanan, panjang saluran, dan debit rencana berdasarkan dokumen jaringan dan data dari Balai Wilayah Sungai; (ii) curah hujan bulanan di Stasiun Depati Parbo pada periode 2016 hingga September 2025; serta (iii) data iklim berupa suhu, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari dari stasiun yang sama. Kriteria standar perencanaan irigasi KP-01 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017) dan pedoman FAO-56 (Allen et al., 1998) digunakan sebagai kerangka analisis.

Pengukuran debit

Debit diperoleh menggunakan metode luas–kecepatan pada 13 titik pengukuran, yaitu tiga ruas saluran primer (RBK 1–3), enam ruas saluran sekunder (RUP 1.1–1.6), dan empat saluran tersier (UP 1.2, 1.3, 1.5, dan 1.6). Pengukuran merupakan nilai debit sesaat yang dilakukan dalam satu kali kunjungan. Debit dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = A \times V \tag{1}$$

dengan Q adalah debit (m^3/detik), A adalah luas penampang basah (m^2), dan V adalah kecepatan rata-rata aliran (m/detik). Untuk saluran primer berpenampang trapesium serta saluran sekunder dan tersier berpenampang persegi panjang, luas penampang dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A = (b + m\,h)\,h \tag{2}$$

$$A = b\,h \tag{3}$$

dengan b adalah lebar dasar saluran (m), h adalah kedalaman air (m), dan m adalah rasio kemiringan sisi (1:1 untuk saluran primer).

Efisiensi ruas dan klasifikasi

Efisiensi setiap ruas saluran (Ec) dihitung sebagai rasio antara debit yang keluar dari ruas dan debit yang masuk ke ruas tersebut:

$$E_c = (Q_{out} / Q_{in}) \times 100\% \tag{4}$$

dengan Qin adalah debit yang diukur pada bagian hulu ruas dan Qout adalah debit yang diukur pada bagian hulu ruas berikutnya di hilir, yaitu setelah aliran melewati bangunan pengalihan dan mengalami kehilangan di antaranya. Penurunan debit pada suatu ruas dinyatakan sebagai $\Delta Q = Qin - Qout$. Karena ΔQ mencakup air yang sengaja dialihkan melalui bangunan bagi dan sadap maupun air yang hilang akibat rembesan, penguapan, atau kebocoran, Ec merupakan indeks retensi aliran. Dengan demikian, pendekatan debit masuk–keluar tidak dapat memisahkan kedua komponen tersebut (lihat Bagian 4.1). Nilai Ec diklasifikasikan

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

berdasarkan kategori KP-01 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017) sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori efisiensi sistem irigasi yang digunakan dalam klasifikasi

Efisiensi (%)	Kategori	Deskripsi
Sangat efisien	Sangat efisien	Kehilangan air sangat kecil; saluran dan distribusi optimal
75–85	Efisien	Kehilangan air rendah; distribusi masih baik
60–75	Cukup efisien	Kehilangan air mulai terlihat, tetapi masih dapat diterima
50–60	Kurang efisien	Kehilangan air cukup besar; distribusi tidak merata
< 50	Tidak efisien	Kehilangan air sangat tinggi; distribusi buruk

Sumber: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2017), sebagaimana diadopsi dalam penelitian ini.

Kebutuhan air tanaman menggunakan CROPWAT 8.0

Kebutuhan air tanaman padi disimulasikan menggunakan CROPWAT 8.0 dengan metode FAO Penman–Monteith untuk menghitung evapotranspirasi referensi (ETo) (Allen et al., 1998). Model dijalankan melalui modul iklim/ETo, hujan, tanaman, tanah, kebutuhan air tanaman, dan penjadwalan irigasi. Curah hujan efektif dihitung menggunakan metode persentase tetap sebesar 80% dari total curah hujan. Curah hujan tahun 2020 (2.451,1 mm), yang merupakan total tahunan tertinggi dalam catatan 2016–2025, digunakan sebagai masukan. Tanggal pindah tanam ditetapkan pada 1 Oktober dan panen pada 28 Januari, sehingga menghasilkan 120 hari setelah tanam (150 hari termasuk persemaian selama 30 hari). Dengan demikian, pengolahan lahan selama 20 hari, termasuk 5 hari pelumpuran, berlangsung pada bulan September. Masukan utama dirangkum dalam Tabel 2. Efisiensi irigasi pada modul penjadwalan ditetapkan sebesar 70%, sehingga kebutuhan irigasi bruto = kebutuhan irigasi neto / 0,70.

Tabel 2. Data iklim dan parameter masukan utama CROPWAT 8.0

Modul	Parameter	Nilai
Iklim	Suhu minimum / maksimum	19.5 °C / 29.0 °C
	Kelembapan relatif	84%
	Kecepatan angin	2 km/day
	Lama penyinaran matahari	5.1 h/day
	ETo rata-rata (kisaran)	3.30 mm/day (2.94–3.50)
Hujan	Curah hujan tahunan 2020 / curah hujan efektif (80%)	2,451.1 mm / 1,960.9 mm

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

Modul	Parameter	Nilai
Tanaman (padi)	Tanggal pindah tanam / panen	1 October / 28 January
	Lama fase: awal / perkembangan / tengah / akhir	20 / 30 / 40 / 30 days
	Kc: awal / tengah / akhir	1.10 / 1.20 / 1.05
	Kedalaman akar (awal hingga maksimum)	0.10 to 0.60 m
	Deplesi kritis / faktor respons hasil	0.20 / 1.10
Tanah (liat)	Kelembapan tanah tersedia total	200 mm/m
	Laju infiltrasi hujan maksimum	30 mm/day
	Kedalaman akar maksimum / deplesi awal	90 cm / 0%
	Laju perkolasi maksimum setelah pelumpuran	3.1 mm/day
	Kedalaman air saat tanam / kedalaman maksimum	100 mm / 100 mm
Penjadwalan	Efisiensi irigasi	70%

Sumber: Stasiun Meteorologi BMKG Depati Parbo; berkas masukan CROPWAT 8.0 yang digunakan dalam penelitian ini. Kecepatan angin dilaporkan sesuai pencatatan stasiun.

Perhitungan manual

Perhitungan manual independen untuk periode 1 Oktober–28 Januari (120 hari) mengikuti pendekatan neraca air KP-01. Evapotranspirasi tanaman diperoleh dari nilai ETo bulanan (Oktober 3,47; November 3,40; Desember 3,34; dan Januari 3,39 mm/hari) serta nilai Kc pada setiap fase pertumbuhan, dengan menggunakan nilai Kc rata-rata untuk fase perkembangan (1,15) dan akhir (1,125):

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (5)$$

Curah hujan efektif ditetapkan sebesar 80% dari curah hujan bulanan tahun 2020, dengan curah hujan Januari disesuaikan secara proporsional untuk 28 hari:

$$R_e = 0.80 \times R \quad (6)$$

Perkolasi menggunakan laju maksimum setelah pelumpuran yang diterapkan selama seluruh periode (Ptotal = P × t), sedangkan penggantian lapisan air (WLR) mengikuti KP-01 dengan dua kali pemberian masing-masing 50 mm. Kebutuhan air bersih di sawah (NFR), kebutuhan irigasi bruto (IR), dan volume untuk luas layanan A (ha) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$NFR = ET_c + P + WLR - R_e \quad (7)$$

$$IR = NFR / E \quad (8)$$

$$V = H \times A \times 10 \quad (9)$$

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

dengan E adalah efisiensi irigasi (0,70), H adalah kedalaman kebutuhan air (mm), dan faktor 10 digunakan untuk mengonversi 1 mm air pada luas 1 ha menjadi 10 m³.

Perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air

Debit ekuivalen untuk memenuhi kebutuhan puncak dihitung dari kebutuhan bersih maksimum per sepuluh hari (NFRmaks) yang dibagi dengan efisiensi irigasi:

$$Q_{peak} = (NFR_{max} / E) \times A \times 10 / (10 \times 86{,}400) \quad (10)$$

Volume air musiman yang tersedia pada pintu tersier dihitung sebagai Q × 86.400 detik/hari × 120 hari untuk debit pintu terendah (0,030 m³/detik) dan tertinggi (0,060 m³/detik) yang terukur. Nilai tersebut kemudian dikalikan 0,70 untuk memperoleh volume neto pada tingkat lahan. Hasilnya dibandingkan dengan kebutuhan berdasarkan CROPWAT dan perhitungan manual. Rasio yang dilaporkan pada Bagian 3.6 dihitung dari nilai-nilai yang disajikan dalam artikel ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit dan distribusinya sepanjang jaringan

Parameter hidraulik dan debit hasil pengukuran disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 1. Saluran primer memiliki lebar dasar 2,15–2,20 m, kedalaman air 0,80–0,85 m, dan kecepatan 0,4517–0,7718 m/detik. Debit yang masuk ke sistem pada RBK 1 sebesar 2,001 m³/detik, kemudian menurun menjadi 1,272 m³/detik pada RBK 2 dan 1,171 m³/detik pada RBK 3. Saluran sekunder mengalirkan debit 0,545 m³/detik pada RUP 1.1, 0,135 m³/detik pada RUP 1.2, dan semakin kecil (0,075; 0,035; 0,035; dan 0,015 m³/detik) pada RUP 1.3 hingga RUP 1.6, dengan kecepatan menurun dari 0,5343 menjadi 0,0156 m/detik. Keempat saluran tersier hanya mengalirkan debit sebesar 0,030–0,060 m³/detik.

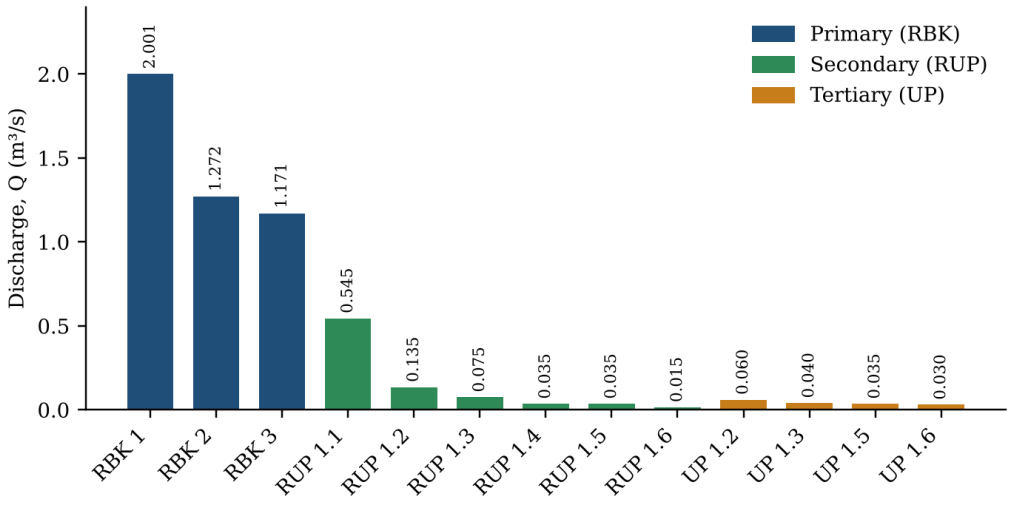
Tabel 3. Parameter hidraulik dan debit terukur pada 13 titik pengukuran

Titik	Tingkat saluran	Bentuk penampang	*b* (m)	*h* (m)	*A* (m²)	*V* (m/s)	*Q* (m³/s)
RBK 1	Primer	Trapesium	2.20	0.85	2.5925	0.7718	2.001
RBK 2	Primer	Trapesium	2.15	0.80	2.3600	0.5390	1.272
RBK 3	Primer	Trapesium	2.20	0.85	2.5925	0.4517	1.171
RUP 1.1	Sekunder	Persegi panjang	1.20	0.85	1.0200	0.5343	0.545
RUP 1.2	Sekunder	Persegi panjang	1.15	0.80	0.9200	0.1467	0.135

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

Titik	Tingkat saluran	Bentuk penampang	*b* (m)	*h* (m)	*A* (m²)	*V* (m/s)	*Q* (m³/s)
RUP 1.3	Sekunder	Persegi panjang	1.20	0.80	0.9600	0.0781	0.075
RUP 1.4	Sekunder	Persegi panjang	1.20	0.80	0.9600	0.0365	0.035
RUP 1.5	Sekunder	Persegi panjang	1.18	0.78	0.9204	0.0380	0.035
RUP 1.6	Sekunder	Persegi panjang	1.20	0.80	0.9600	0.0156	0.015
UP 1.2	Tersier	Persegi panjang	0.50	0.30	0.1500	0.4000	0.060
UP 1.3	Tersier	Persegi panjang	0.48	0.28	0.1344	0.2976	0.040
UP 1.5	Tersier	Persegi panjang	0.50	0.30	0.1500	0.2333	0.035
UP 1.6	Tersier	Persegi panjang	0.50	0.30	0.1500	0.2000	0.030

Sumber: pengukuran lapangan (penelitian ini). Rasio kemiringan sisi m = 1 untuk saluran primer.



Gambar 1. Debit yang diukur pada setiap titik di saluran primer (RBK), sekunder (RUP), dan tersier (UP)

Dibandingkan dengan debit 2,001 m³/detik yang masuk pada bangunan pengambilan, tiga ruas saluran primer masing-masing mengalihkan atau mengurangi 36,4%, 5,0%, dan 31,3% dari debit masuk (secara kumulatif 72,8%). Dengan demikian, hanya 27,2% (0,545 m³/detik) yang masuk ke saluran sekunder pertama. Sebanyak 20,5% berikutnya berkurang pada RUP 1.1, sehingga tersisa 6,7% (0,135 m³/detik) pada RUP 1.2 dan 1,5–3,0% (0,030–0,060 m³/detik) pada pintu-pintu tersier. Hasil pengamatan lapangan mengaitkan penurunan

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

tersebut dengan bangunan bagi dan sadap yang memasok desa-desa sekitar, yaitu Koto Iman, Koto Baru, dan Pendung Hiang, serta wilayah Ujung Pasir yang berada lebih hilir. Oleh karena itu, debit yang tiba di bagian paling hilir merupakan sisa dari rangkaian alokasi air.

Efisiensi ruas

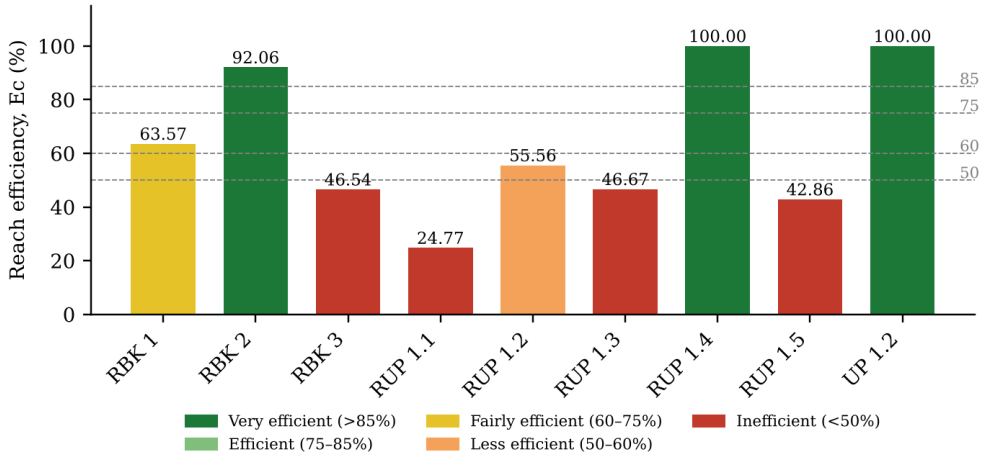
Efisiensi setiap ruas disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 2. Pada saluran primer, RBK 2 diklasifikasikan sangat efisien (92,06%), RBK 1 cukup efisien (63,57%), dan RBK 3 tidak efisien (46,54%). Pada saluran sekunder, efisiensi terendah terdapat pada RUP 1.1 (24,77%), diikuti RUP 1.5 (42,86%), RUP 1.3 (46,67%), dan RUP 1.2 (55,56%, kurang efisien). Sementara itu, RUP 1.4 mempertahankan seluruh debit masuk (100%). Saluran tersier yang diukur tidak menunjukkan kehilangan debit terukur (100%), demikian pula saluran tersier lainnya yang diamati. Hal ini mungkin disebabkan oleh dimensinya yang kecil dan jarak aliran yang pendek.

Tabel 4. Efisiensi ruas (Ec) dan kategori KP-01

Ruas	Tingkat saluran	Q_{in} (m^3/s)	Q_{out} (m^3/s)	ΔQ (m^3/s)	E_c (%)	Kategori
RBK 1	Primer	2.001	1.272	0.729	63.57	Cukup efisien
RBK 2	Primer	1.272	1.171	0.101	92.06	Sangat efisien
RBK 3	Primer	1.171	0.545	0.626	46.54	Tidak efisien
RUP 1.1	Sekunder	0.545	0.135	0.410	24.77	Tidak efisien
RUP 1.2	Sekunder	0.135	0.075	0.060	55.56	Kurang efisien
RUP 1.3	Sekunder	0.075	0.035	0.040	46.67	Tidak efisien
RUP 1.4	Sekunder	0.035	0.035	0.000	100.00	Sangat efisien
RUP 1.5	Sekunder	0.035	0.015	0.020	42.86	Tidak efisien
UP 1.2	Tersier	0.060	0.060	0.000	100.00	Sangat efisien

Sumber: dihitung dari Tabel 3 menggunakan Persamaan 4.

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

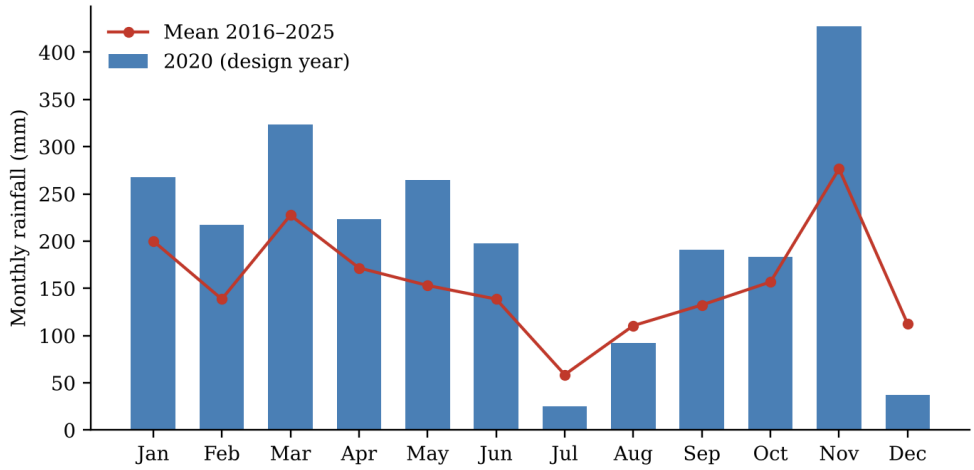


Gambar 2. Efisiensi ruas berdasarkan saluran dan kategori KP-01. Garis putus-putus menunjukkan ambang kategori (50, 60, 75, dan 85%)

Iklim dan Curah Hujan

Iklim wilayah ini ditandai oleh suhu yang relatif stabil (rata-rata ≈ 24,25 °C), kelembapan relatif yang tinggi (84%), dan evapotranspirasi referensi rata-rata sebesar 3,30 mm/hari, dengan kisaran 2,94 mm/hari pada Juni hingga 3,50 mm/hari pada Maret. Radiasi matahari hasil perhitungan berkisar 15,2–17,5 MJ/m²/hari. Curah hujan di Stasiun Depati Parbo menunjukkan pola musiman yang kuat, dengan puncak pada Maret dan November serta minimum yang nyata pada Juli (Gambar 3). Curah hujan tahun 2020 yang digunakan sebagai masukan simulasi berjumlah 2.451,1 mm, dengan 1.960,9 mm dianggap sebagai curah hujan efektif pada tingkat 80%. November 2020 merupakan bulan terbasah (427,4 mm), sedangkan Juli (25,5 mm) dan Desember (37,1 mm) merupakan bulan terkering pada tahun tersebut. Rata-rata curah hujan bulanan periode 2016–2025 adalah 58,6 mm pada Juli dan 276,5 mm pada November.

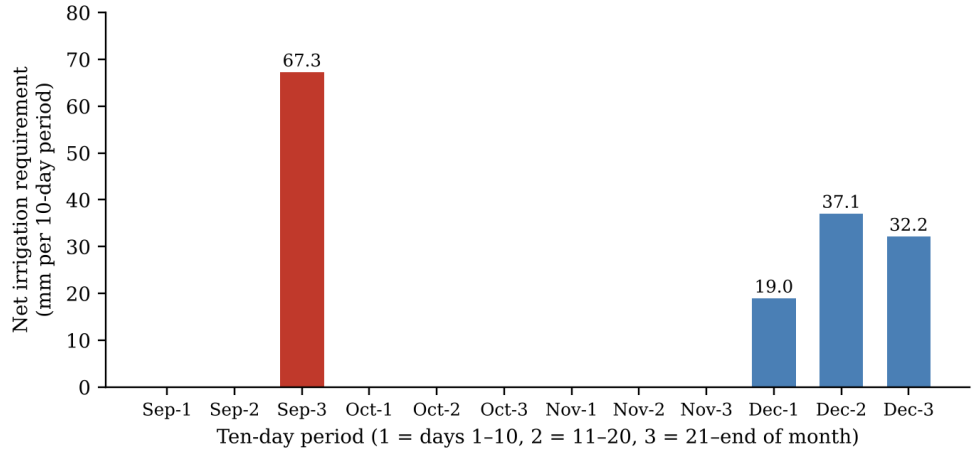
Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com



Gambar 3. Curah hujan bulanan di Stasiun Depati Parbo: tahun acuan 2020 dan rata-rata periode 2016–2025 (data 2025 hanya mencakup Januari–September)

Kebutuhan irigasi berdasarkan CROPWAT 8.0

Modul kebutuhan air tanaman CROPWAT menunjukkan bahwa irigasi hanya diperlukan pada dua bagian musim tanam (Gambar 4). Kebutuhan maksimum per sepuluh hari sebesar 67,3 mm terjadi pada dasarian terakhir September selama pengolahan lahan, ketika curah hujan efektif hanya 22,6 mm. Dari awal Oktober hingga akhir November, curah hujan efektif (33,4–51,8 mm per dasarian pada Oktober dan lebih dari 100 mm per dasarian pada November) telah memenuhi kebutuhan tanaman sehingga kebutuhan irigasi bernilai nol. Kebutuhan irigasi kembali muncul pada Desember (19,0; 37,1; dan 32,2 mm per dasarian) seiring menurunnya curah hujan pada fase akhir pertumbuhan, kemudian berakhir ketika lahan dikeringkan sebelum panen pada Januari.



Gambar 4. Kebutuhan irigasi neto per sepuluh hari yang disimulasikan dengan CROPWAT 8.0 (puncak terjadi pada dasarian terakhir September).

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

Modul penjadwalan irigasi menunjukkan lima kali pemberian air, yaitu pada 11 September, 26 September, 11 Oktober, 14 Desember, dan 31 Desember. Di antara pemberian tersebut terdapat periode tanpa irigasi selama sekitar 64 hari (11 Oktober–14 Desember). Total irigasi neto adalah 387,0 mm. Dengan efisiensi 70%, kebutuhan irigasi bruto menjadi 387,0/0,70 = 552,8 mm. Untuk luas layanan 69,33 ha (Persamaan 9), nilai tersebut setara dengan 268.307,10 m^3 neto dan 383.256,24 m^3 bruto per musim. Kebutuhan neto puncak sebesar 67,3 mm per sepuluh hari setara dengan debit bruto 0,077 m^3/detik (Persamaan 10).

Perhitungan manual dan perbandingan dengan CROPWAT

Hasil perhitungan manual dirangkum pada Tabel 5. Evapotranspirasi tanaman selama 120 hari adalah 469,80 mm (masing-masing 76,34; 118,11; 161,04; dan 114,31 mm pada fase awal, perkembangan, tengah, dan akhir). Curah hujan efektif sebesar 711,81 mm, perkolasi 372,00 mm (3,10 mm/hari × 120 hari), dan penggantian lapisan air (WLR) 100 mm. Dengan demikian, kebutuhan air bersih di sawah (NFR) adalah 229,99 mm dan kebutuhan irigasi bruto sebesar 328,56 mm (Persamaan 8). Volume yang bersesuaian untuk luas 69,33 ha adalah 159.452,07 m^3 (neto) dan 227.790,65 m^3 (bruto).

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

Tabel 5. Ringkasan perhitungan neraca air secara manual (1 Oktober–28 Januari, 120 hari).

Komponen	Dasar perhitungan	Nilai (mm)
Evapotranspirasi tanaman, ETc	$ET_o \times K_c$, by stage	469.80
Perkolasi, P	3.10 mm/day × 120 days	372.00
Penggantian lapisan air, WLR	2 × 50 mm (KP-01)	100.00
Curah hujan efektif, Re	80% of 2020 monthly rainfall	711.81
Kebutuhan air bersih di sawah, NFR	$ET_c + P + WLR - R_e$	229.99
Kebutuhan irigasi bruto, IR	NFR / 0.70	328.56

Sumber: perhitungan dalam penelitian ini (Persamaan 5–8).

Tabel 6 membandingkan kedua pendekatan tersebut. Nilai ETc hasil perhitungan manual 9,8% lebih rendah daripada nilai CROPWAT, sedangkan kebutuhan neto dan bruto hasil perhitungan manual masing-masing 40,6% lebih rendah. Kedua volume berada pada orde besaran yang sama, tetapi CROPWAT menghasilkan estimasi kebutuhan yang lebih konservatif (lebih tinggi).

Tabel 6. Perbandingan perhitungan manual dan CROPWAT 8.0 untuk luas layanan 69,33 ha.

Parameter	Manual	**CROPWAT 8.0**	Selisih
ET_c (mm)	469.80	520.90	51.10 (9.8%)
Kebutuhan neto (mm)	229.99	387.00	157.01 (40.6%)
Efisiensi irigasi	70%	70%	—
Kebutuhan bruto (mm)	328.56	552.80	224.24 (40.6%)
Volume neto (m^3)	159,452.07	268,307.10	108,855.03
Volume bruto (m^3)	227,790.65	383,256.24	155,465.59

Persentase perbedaan dihitung relatif terhadap nilai CROPWAT.

Perbandingan Ketersediaan dan Kebutuhan Air

Tabel 7 dan Gambar 5 membandingkan debit yang tersedia pada pintu tersier dengan kebutuhan air. Selama musim tanam 120 hari, debit kontinu sebesar 0,030–0,060 m^3/detik setara dengan volume 311.040–622.080 m^3 pada pintu tersier (217.728–435.456 m^3 setelah memperhitungkan efisiensi 70%). Jumlah tersebut setara dengan 81–162% kebutuhan bruto CROPWAT dan 137–273% kebutuhan bruto hasil perhitungan manual. Dengan demikian, berdasarkan skala musiman, pasokan secara teoretis mencukupi, kecuali pada debit pintu terendah jika dibandingkan dengan kebutuhan CROPWAT. Sebaliknya, kebutuhan puncak selama pengolahan lahan sebesar 0,077 m^3/detik melampaui debit yang tersedia pada seluruh

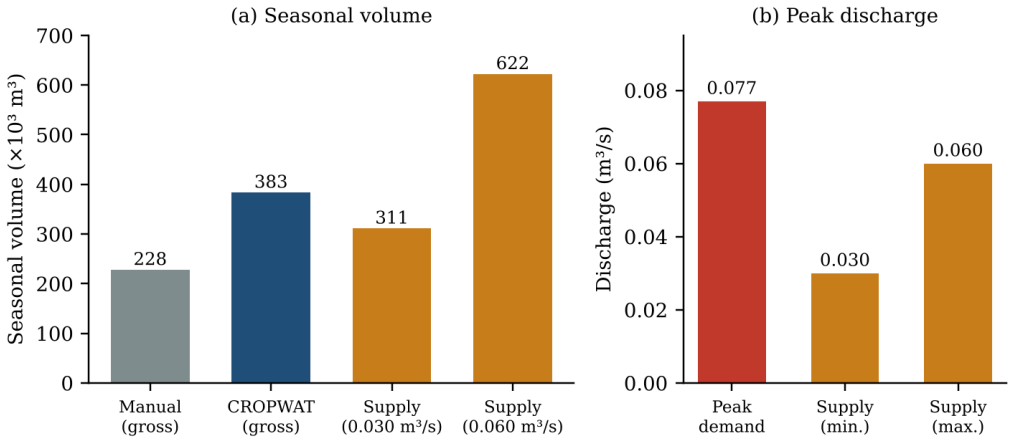
Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

pintu tersier. Debit yang tersedia hanya mampu memenuhi 39–78% kebutuhan puncak, sehingga terjadi kekurangan sebesar 0,017–0,047 m³/detik.

Tabel 7. Pasokan pada pintu tersier dibandingkan dengan kebutuhan air tanaman.

Indikator	Kebutuhan	Pasokan (min.–maks.)	Pasokan / kebutuhan
Debit bruto puncak (m³/detik)	0.077	0.030–0.060	39–78%
Volume musiman dibandingkan CROPWAT, bruto (m³)	383,256	311,040–622,080	81–162%
Volume musiman dibandingkan metode manual, bruto (m³)	227,791	311,040–622,080	137–273%
Volume musiman dibandingkan CROPWAT, neto (m³)	268,307	217,728–435,456	81–162%
Volume musiman dibandingkan metode manual, neto (m³)	159,452	217,728–435,456	137–273%

Sumber: dihitung berdasarkan debit pintu tersier terukur (Tabel 3) dan kebutuhan pada Bagian 3.4 dan 3.5.



Gambar 5. Pasokan pada pintu tersier dibandingkan dengan kebutuhan: (a) volume bruto musiman dan (b) debit puncak selama pengolahan lahan.

Pembahasan

Alokasi air, bukan kebocoran, menjadi penyebab utama penurunan debit di bagian hilir

Pola debit pada Tabel 3 dan Gambar 1 membentuk pola bertingkat, dengan setiap penurunan bertepatan dengan lokasi bangunan bagi dan sadap. Dari debit 2,001 m³/detik yang masuk ke saluran primer, sebesar 1,456 m³/detik (72,8%) dialihkan sebelum mencapai saluran

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

sekunder pertama. Selanjutnya, sebesar 0,410 m^3/detik dialihkan pada RUP 1.1. Saluran merupakan saluran berlapis atau pasangan dengan geometri teratur, sedangkan saluran tersier—yang relatif paling sedikit terdampak kerusakan fisik—tidak menunjukkan kehilangan terukur. Secara keseluruhan, pengamatan tersebut mendukung interpretasi bahwa kekurangan air di bagian hilir terutama merupakan konsekuensi beban alokasi air untuk daerah layanan desa-desa sekitar, bukan akibat kebocoran saluran. Kondisi ini berbeda dengan daerah irigasi seperti Krueng Baro, yang efisiensi aktualnya sebesar 56% dan 48%, lebih rendah daripada nilai rencana karena kerusakan lapisan saluran, sedimentasi, kebocoran, dan pengambilan air ilegal (Azmeri et al., 2019).

Interpretasi ini memiliki satu hal penting yang perlu diperhatikan. Persamaan 4 memperlakukan setiap debit yang tidak mencapai ujung suatu ruas sebagai penurunan efisiensi. Oleh karena itu, ΔQ menggabungkan pengalihan air yang sah dengan kehilangan air yang sebenarnya. Berdasarkan pembedaan antara penggunaan yang bermanfaat dan tidak bermanfaat yang dikemukakan Pereira et al. (2012), air yang dialihkan ke daerah layanan sekitar merupakan penggunaan yang bermanfaat dari perspektif sistem irigasi, meskipun air tersebut tidak tersedia bagi wilayah penelitian. Dengan demikian, nilai Ec yang rendah pada Tabel 4 sebaiknya dibaca sebagai rendahnya retensi aliran, bukan sebagai ukuran kebocoran. Selain itu, pengukuran debit masuk–keluar tidak dapat mengidentifikasi rembesan kecil pada ruas yang pendek secara terpisah (Alam & Bhutta, 2004). Pemisahan kedua komponen secara meyakinkan memerlukan pengukuran debit pada setiap bangunan sadap agar neraca ΔQ = debit yang dialihkan + debit yang hilang dapat ditutup, disertai uji genangan pada ruas-ruas terpilih.

Kategori efisiensi dan hierarki saluran

Efisiensi sangat bervariasi antar-ruas dan tidak mengikuti gradasi sederhana dari saluran primer–sekunder–tersier. Ruas primer paling efisien (RBK 2, 92,06%) merupakan ruas dengan pengalihan air paling kecil, sedangkan ruas dengan efisiensi terendah (RBK 3, RUP 1.1, RUP 1.3, dan RUP 1.5) merupakan lokasi bangunan sadap besar. Efisiensi 100% yang tercatat pada saluran tersier dan RUP 1.4 hanya menunjukkan bahwa tidak terdapat pengurangan debit yang terukur pada ruas-ruas pendek tersebut. Karena tingkat tersier merupakan bagian tempat air disalurkan ke petak sawah, hasil ini menguntungkan bagi penyaluran di tingkat lahan. Namun, hasil tersebut juga menunjukkan bahwa peluang

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

peningkatan lebih lanjut pada tingkat tersier terbatas: kendala utamanya adalah jumlah air yang tiba di pintu tersier, yang ditentukan oleh kondisi di bagian hulu.

Penyebab perbedaan hasil CROPWAT dan metode manual

Kebutuhan bruto hasil perhitungan manual (328,56 mm) 40,6% lebih rendah daripada nilai CROPWAT (552,8 mm). Beberapa karakteristik kedua prosedur tersebut kemungkinan berkontribusi terhadap perbedaan ini. Pertama, perhitungan manual dimulai pada tanggal pindah tanam (1 Oktober), sehingga tidak mencakup kebutuhan air untuk pengolahan lahan yang oleh CROPWAT ditempatkan pada bulan September, ketika kebutuhan puncak sebesar 67,3 mm per sepuluh hari terjadi. Kedua, neraca manual dihitung secara agregat untuk seluruh musim, sehingga curah hujan efektif November yang besar (341,92 mm) dapat mengimbangi defisit pada bulan lain. Sebaliknya, CROPWAT menghitung neraca untuk setiap periode sepuluh hari dan kondisi air tanah harian, sehingga kelebihan hujan pada satu periode tidak dapat dibawa untuk menutup defisit periode lain melebihi kedalaman genangan 100 mm. Ketiga, ETc manual menggunakan nilai Kc rata-rata setiap fase, yang dapat menjelaskan sebagian perbedaan ETc sebesar 9,8% lebih rendah dibandingkan simulasi CROPWAT yang menginterpolasi Kc dan ETo sepanjang waktu. Terakhir, penerapan laju perkolasi maksimum 3,10 mm/hari selama seluruh 120 hari menghasilkan batas atas perkolasi sebesar 372 mm, yang tidak sepenuhnya sama dengan cara model menerapkan perkolasi. Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa nilai manual lebih tepat dipandang sebagai batas bawah, sedangkan CROPWAT memberikan dasar yang lebih sesuai untuk perencanaan penyaluran air, sejalan dengan penggunaannya yang luas dalam perencanaan irigasi di wilayah tropis lembap (Surendran et al., 2015, 2019; Gabr, 2021).

Perbandingan ini juga menunjukkan bahwa pernyataan kecukupan pasokan bergantung pada skala waktu yang digunakan. Pada skala musiman, debit pintu tersier sebesar 0,030–0,060 m^3/detik dapat memasok 81–162% volume bruto CROPWAT. Namun, perbandingan berdasarkan aliran kontinu melebih-lebihkan pasokan yang benar-benar bermanfaat karena tanaman tidak memerlukan irigasi pada Oktober dan November ketika curah hujan telah memenuhi kebutuhan, sementara air diperlukan dalam periode yang terkonsentrasi (akhir September dan Desember). Oleh karena itu, indikator yang menentukan adalah kebutuhan puncak: debit yang tersedia hanya memenuhi 39–78% dari kebutuhan 0,077 m^3/detik selama pengolahan lahan.

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

Implikasi terhadap pengelolaan air

Karena kebocoran struktur bukan penyebab utama kekurangan air, respons pengelolaan sebaiknya berfokus pada cara membagikan debit yang terbatas menurut waktu. Dua langkah dapat diterapkan berdasarkan hasil penelitian ini. Pertama, pemberian air secara bergilir antarblok tersier selama periode kritis pengolahan lahan. Debit yang tersedia dipusatkan pada satu blok selama beberapa hari, alih-alih dibagi secara bersamaan ke seluruh pintu, sehingga pelumpuran dapat diselesaikan pada setiap blok dan persaingan memperoleh air dapat dihindari. Kedua, penanaman dilakukan secara bertahap antarblok (sistem golongan), dengan pengolahan lahan pada blok hulu dimulai satu hingga dua minggu lebih awal daripada blok hilir agar puncak kebutuhan air tidak terjadi secara bersamaan. Kedua langkah ini sejalan dengan strategi umum pengelolaan irigasi dalam kondisi kelangkaan air (Pereira et al., 2002) dan memerlukan koordinasi melalui perkumpulan petani pemakai air serta pengelola daerah irigasi.

Simulasi juga menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan pengambilan air yang rendah pada periode Oktober hingga November, ketika curah hujan telah memenuhi kebutuhan tanaman. Pengurangan pengambilan air pada periode ini akan menyediakan air bagi desa-desa lain yang dilayani saluran yang sama dan dapat dinegosiasikan dalam sistem sebagai alokasi yang disepakati, bukan dianggap sebagai kehilangan. Praktik penghematan air di tingkat lahan, seperti mempertahankan tanah dalam kondisi jenuh alih-alih tergenang, dapat mengurangi masukan air rata-rata sekitar 23% dengan sedikit penalti hasil panen. Namun, pengeringan berselang pada tanah liat dapat menyebabkan penyusutan dan keretakan yang meningkatkan kehilangan air (Bouman & Tuong, 2001). Karena tanah di wilayah penelitian bertekstur liat, praktik tersebut perlu diuji secara lokal sebelum diterapkan. Terakhir, peningkatan operasi dan pemantauan kemungkinan lebih efektif untuk memperbaiki kinerja subsistem ini dibandingkan hanya melakukan rehabilitasi saluran (Playán & Mateos, 2006).

Keterbatasan penelitian

Beberapa keterbatasan perlu dipertimbangkan dalam menggunakan hasil penelitian ini. (i) Debit merupakan hasil pengukuran sesaat dalam satu kali kunjungan tanpa pengulangan atau estimasi ketidakpastian, sedangkan aliran di saluran berubah mengikuti tinggi muka air sungai dan pengoperasian pintu. (ii) Indeks efisiensi tidak dapat memisahkan pengalihan air

Indonesian Journal of Studies on Humanities, Social Sciences, and Education (IJHSED)
E-ISSN: 3032-2863
Vol. 3 • No. 2 • 2026, pp. 166-186
www.ijhsed.com
editor: ijhsed@gmail.com

dari kehilangan air (Bagian 4.1), dan pengukuran rembesan secara langsung tidak dilakukan. (iii) Simulasi CROPWAT menggunakan data curah hujan satu tahun (2020), yaitu tahun terbasah dalam catatan 2016–2025, dengan asumsi tetap curah hujan efektif sebesar 80%, bukan analisis curah hujan andalan berbasis probabilitas. Oleh karena itu, kebutuhan air pada tahun yang lebih kering kemungkinan lebih tinggi daripada hasil simulasi, terutama pada fase akhir. (iv) Hasil penelitian hanya mencakup satu musim tanam, dan kebutuhan hasil simulasi belum divalidasi menggunakan pengamatan kedalaman air atau hasil panen di lapangan. (v) Metode manual merupakan perhitungan agregat musiman dan hanya dimaksudkan sebagai pembanding. (vi) Perbandingan mengasumsikan bahwa debit pintu tersier yang terukur tersedia secara konstan sepanjang musim. Keterbatasan ini menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya, yaitu pengukuran debit berulang sepanjang musim, penyusunan neraca pada setiap bangunan sadap, pengujian rembesan, serta simulasi menggunakan curah hujan andalan.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi ketersediaan, distribusi, dan efisiensi penyaluran air irigasi serta kecukupan pasokan dibandingkan dengan kebutuhan air tanaman padi di Daerah Irigasi Koto Tuo Ujung Pasir, Kabupaten Kerinci, Indonesia. Kesimpulan utama penelitian adalah sebagai berikut“(1) Debit menurun dari 2,001 m^3/detik pada bangunan pengambilan saluran primer menjadi 0,135 m^3/detik pada ruas sekunder kedua. Pintu-pintu tersier hanya menerima 0,030–0,060 m^3/detik (1,5–3,0% dari debit masuk). Penurunan tersebut berkaitan dengan alokasi air melalui bangunan bagi dan sadap untuk daerah layanan sekitar, bukan karena kebocoran saluran; (2) Efisiensi ruas berkisar 46,54–92,06% pada saluran primer dan 24,77–100% pada saluran sekunder, dengan nilai terendah pada RUP 1.1. Saluran tersier yang diukur menunjukkan efisiensi 100%. Nilai-nilai tersebut menggambarkan retensi aliran dan mencakup pengalihan air yang sah; (3) CROPWAT 8.0 menghasilkan kebutuhan irigasi bruto sebesar 552,8 mm (383.256 m^3) per musim, dengan puncak 67,3 mm per sepuluh hari pada dasarian terakhir September (0,077 m^3/detik), sedangkan perhitungan manual menghasilkan 328,56 mm (227.791 m^3). Pasokan musiman secara teoretis mencukupi, tetapi debit yang tersedia hanya memenuhi 39–78% kebutuhan puncak selama pengolahan lahan sehingga menimbulkan defisit di bagian hilir; (4) Direkomendasikan pemberian air secara bergilir antarblok tersier dan penanaman bertahap berdasarkan golongan, khususnya untuk pengolahan lahan pada September, disertai pembersihan rutin sedimen dan gulma di saluran sekunder dan tersier.

Penelitian selanjutnya perlu mengukur debit bangunan sadap dan rembesan secara langsung serta menggunakan simulasi curah hujan andalan untuk beberapa musim tanam.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, Stasiun Meteorologi BMKG Depati Parbo, Kerinci, serta Balai Wilayah Sungai atas data, akses, dan dukungan yang diberikan selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, M., Samsuar, S., & Maulidya, R. (2021). The analysis of water losses in the secondary channels of Bissua irrigation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 807*(3), 032003. https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/3/032003

Alam, M. M., & Bhutta, M. N. (2004). Comparative evaluation of canal seepage investigation techniques. *Agricultural Water Management, 66*(1), 65–76. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2003.08.002

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Azmeri, A., Alfiansyah, Y., Uli, Z., & Imam, F. (2019). Effects of irrigation performance on water balance: Krueng Baro Irrigation Scheme (Aceh-Indonesia) as a case study. *Journal of Water and Land Development, 42*(1), 12–20. https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0040

Bouman, B. A. M., & Tuong, T. P. (2001). Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management, 49*(1), 11–30. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00128-1

Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., Howell, T. A., & Eisenhauer, D. E. (1997). Irrigation performance measures: Efficiency and uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 123*(6), 423–442. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1997)123:6(423)

Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2017). *Standar perencanaan irigasi: Kriteria perencanaan bagian jaringan irigasi (KP-01)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Gabr, M. E. S. (2021). Management of irrigation requirements using FAO-CROPWAT 8.0 model: A case study of Egypt. *Modeling Earth Systems and Environment*. https://doi.org/10.1007/s40808-021-01268-4

Mohammadi, A., Parvaresh Rizi, A., & Abbasi, N. (2019). Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin irrigation scheme, Iran. *Global Ecology and Conservation, 18*, e00646.

Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management, 108*, 39–51. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.022

Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management, 57*(3), 175–206.

Playán, E., & Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management, 80*(1–3), 100–116.

Surendran, U., Sushanth, C. M., Mammen, G., & Joseph, E. J. (2015). Modelling the crop water requirement using FAO-CROPWAT and assessment of water resources for sustainable water resource management: A case study in Palakkad district of humid tropical Kerala, India. *Aquatic Procedia, 4*, 1211–1219. https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.154

Surendran, U., Sushanth, C. M., Joseph, E. J., Al-Ansari, N., & Yaseen, Z. M. (2019). FAO CROPWAT model-based irrigation requirements for coconut to improve crop and water productivity in Kerala, India. *Sustainability, 11*(18), 5132. https://doi.org/10.3390/su11185132

Yanita, I., Azmeri, A., & Fatimah, E. (2020). Optimization of water distribution for channel irrigation networks Krueng Baro Kiri scheme (Aceh-Indonesia). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 933*, 012026.

Zwart, S. J., & Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management, 69*(2), 115–133.