

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI UNTUK PERENCANAAN SALURAN
KEJURON TUNGGANGRI PADA DAERAH IRIGASI KALIDAWIR DENGAN
SOFTWARE HEC-RAS**

‘Ainur Rizqi Syahriyan¹, Widha Ardhiyansyah², Hazairin Nikmatul Lukma³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Islam Balitar

e-mail: ¹ainurrizq05@gmail.com, ²Widhaardhiyansyahstmt@gmail.com,

³haza.airin@gmail.com

Diterima: 14/2/2026; Direvisi: 20/2/2026; Diterbitkan: 25/2/2026

ABSTRAK

Sistem irigasi memegang peranan penting dalam mendukung keberlanjutan sektor pertanian, khususnya pada daerah persawahan yang sangat bergantung pada ketersediaan dan distribusi air. Permasalahan yang sering terjadi pada jaringan irigasi adalah distribusi air yang tidak merata akibat keterbatasan kapasitas saluran dan pengelolaan debit yang belum optimal, terutama pada musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air irigasi serta mengevaluasi kapasitas saluran Kejuron Tunggangri pada Daerah Irigasi Kalidawir dengan bantuan software HEC-RAS. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan data primer berupa observasi dan pengukuran dimensi saluran di lapangan, serta data sekunder berupa data curah hujan, debit andalan, klimatologi, dan pola tanam selama 10 tahun terakhir (2015–2024). Analisis dilakukan melalui perhitungan kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tanam padi dan palawija, analisis ketersediaan air, serta simulasi aliran saluran menggunakan software HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi bervariasi sepanjang musim tanam, dengan kebutuhan tertinggi terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman padi dan terendah pada musim kemarau. Simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa beberapa segmen saluran sekunder tidak mampu menampung debit rencana sehingga berpotensi terjadi luapan, khususnya pada bagian hulu. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian dimensi saluran agar mampu menyalurkan debit secara aman dan efisien. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar teknis dalam pengelolaan dan peningkatan kinerja sistem irigasi secara berkelanjutan di Daerah Irigasi Kalidawir.

Kata Kunci: *Kebutuhan Air, HEC-RAS, Saluran Irigasi, Daerah Irigasi Kalidawir*

ABSTRACT

Irrigation systems play a crucial role in supporting the sustainability of the agricultural sector, particularly in paddy field areas that heavily depend on water availability and distribution. One of the common problems in irrigation networks is uneven water distribution caused by limited channel capacity and suboptimal discharge management, especially during the dry season. This study aims to analyze irrigation water requirements and evaluate the capacity of the Kejuron Tunggangri channel within the Kalidawir Irrigation Area using the HEC-RAS software. The research employed a descriptive quantitative method utilizing primary data obtained from field observations and measurements of channel dimensions, as well as secondary data consisting of rainfall, dependable discharge, climatological data, and cropping patterns over the last ten years (2015–2024). The analysis included calculations of irrigation water requirements based on rice and secondary crop cropping patterns, assessment of water availability, and flow simulations using HEC-RAS. The results indicate that irrigation water demand varies throughout the planting season, with the highest demand occurring during the initial growth stage of rice crops.

and the lowest during the dry season. HEC-RAS simulations reveal that several segments of the secondary channel are unable to accommodate the design discharge, resulting in potential overflow, particularly in the upstream sections. Therefore, adjustments to the channel dimensions are required to ensure safe and efficient conveyance of the planned discharge. This study is expected to provide a technical basis for improving irrigation system management and enhancing the sustainable performance of irrigation infrastructure in the Kalidawir Irrigation Area.

Keywords: *Irrigation water requirement, HEC-RAS, Irrigation channel, Kalidawir Irrigation Area*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya vital yang menopang keberlanjutan sektor pertanian secara menyeluruh, terutama pada lahan persawahan yang sangat bergantung pada sistem irigasi teknis. Secara ideal, sebuah jaringan irigasi harus mampu menjalankan fungsi penyediaan dan pengaturan distribusi air agar kebutuhan setiap jenis tanaman dapat terpenuhi secara presisi sepanjang tahun. Keberhasilan pengelolaan air ini menjadi kunci utama dalam upaya meningkatkan produktivitas hasil panen demi mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan bagi masyarakat luas (Andriani et al., 2025; Rahayu et al., 2023; Sirait et al., 2020). Namun, realitas di lapangan sering kali menunjukkan adanya ketimpangan distribusi air yang tidak merata, khususnya saat memasuki musim kemarau di mana debit air menurun drastis. Masalah ini semakin diperumit oleh pengelolaan saluran yang belum optimal serta keterbatasan kapasitas fisik bangunan pembawa air yang sudah ada. Oleh karena itu, diperlukan sebuah studi mendalam yang memfokuskan pada analisis kebutuhan air irigasi yang disesuaikan dengan karakteristik wilayah setempat. Upaya ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tetes air yang mengalir melalui pintu air dapat tersalurkan secara adil dan efisien ke seluruh petak sawah tanpa ada area yang mengalami kekeringan ekstrem atau kegagalan panen yang merugikan (Hidayat et al., 2024; Hossain, 2024; Masseroni et al., 2021; Syazili et al., 2021).

Permasalahan distribusi air yang tidak merata di Daerah Irigasi Kalidawir, khususnya pada saluran Kejuron Tunggangri, menjadi isu sentral yang memerlukan solusi teknis segera. Kesenjangan antara kondisi yang diidealkan dengan kenyataan di lapangan terlihat jelas dari adanya kendala kapasitas saluran yang sering kali tidak mampu melayani seluruh luas area tanam secara serempak. Idealnya, infrastruktur irigasi harus memiliki kinerja hidrolika yang stabil untuk mendistribusikan air hingga ke ujung saluran sekunder maupun tersier dengan debit yang mencukupi. Sayangnya, data yang dihimpun selama periode 10 tahun terakhir, mulai dari tahun 2015 hingga 2024, menunjukkan adanya fluktuasi ketersediaan air yang sangat dinamis dan sulit dikendalikan secara manual. Analisis mendalam menggunakan parameter hidrologi dari 3 stasiun hujan, yaitu Ngunut, Rejotangan, dan Kalidawir, menjadi sangat penting untuk memetakan perilaku air di wilayah tersebut. Kegagalan dalam mengantisipasi periode kering akan berdampak pada penurunan efisiensi irigasi yang selama ini menjadi tumpuan bagi para petani di Desa Karangsono, Ngubalan, hingga Kalidawir. Diperlukan evaluasi menyeluruh terhadap sistem yang ada guna menutup celah ketidakefisienan operasional yang telah berlangsung selama satu dekade terakhir demi masa depan pertanian yang lebih pasti.

Perkembangan teknologi digital saat ini memungkinkan dilakukannya evaluasi sistem irigasi secara lebih akurat dan terukur melalui pemodelan hidrolika menggunakan *software HEC-RAS*. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan inovatif untuk mensimulasikan profil aliran air pada saluran buatan berdasarkan input data geometri dan elevasi muka air yang sangat mendetail (More et al., 2024; Zainal & Talib, 2024; Zeiger & Hubbart, 2021). Secara teknis,

pemodelan ini membantu para insinyur dalam mengidentifikasi titik-titik lemah pada jaringan irigasi yang berpotensi mengalami hambatan aliran atau kehilangan energi yang tidak perlu. Penggunaan *software* ini menjadi langkah strategis untuk mengevaluasi kinerja saluran Kejuron Tunggangri agar distribusi air dapat berjalan lebih sistematis dan berkelanjutan di masa depan. Analisis kebutuhan air irigasi tidak lagi hanya mengandalkan perkiraan kasar, melainkan didasarkan pada perhitungan matematis yang mempertimbangkan nilai evapotranspirasi, kelembaban tanah, serta pola tanam yang paling sesuai. Simulasi hidraulik ini memberikan gambaran visual mengenai perilaku debit air di dalam saluran saat menghadapi berbagai variasi beban kebutuhan dari lahan pertanian. Dengan memanfaatkan teknologi ini, proses perencanaan dimensi saluran dapat dilakukan dengan tingkat presisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional, sehingga risiko kesalahan desain dalam pembangunan infrastruktur irigasi dapat diminimalisir secara signifikan bagi kepentingan publik (He et al., 2024; Kalybekova et al., 2023; Paola et al., 2024; Zevri et al., 2023).

Data hasil observasi lapangan pada saluran sekunder awal menunjukkan bahwa terdapat luasan lahan sebesar 1387 ha yang harus dilayani dengan debit rencana mencapai 3082.2 m³/dt. Namun, ditemukan kesenjangan fisik yang serius pada dimensi saluran eksisting yang memiliki lebar dasar atau *bottom width* sebesar 4.2 meter dengan tinggi saluran hanya 0.85 meter. Hasil simulasi menunjukkan bahwa geometri ini tidak mampu menampung debit air yang tersedia sehingga sering kali terjadi luapan air pada bagian hulu saluran yang membahayakan stabilitas tanggul. Kondisi ini sangat kontras dengan desain ideal yang seharusnya mampu mengalirkan debit secara aman tanpa ada limpasan ke area sekitarnya. Untuk mengatasi masalah kapasitas ini, penelitian memberikan solusi inovatif dengan memperbesar dimensi tinggi saluran dari 0.85 meter menjadi 1.85 meter agar mampu menampung volume air secara optimal. Perubahan dimensi ini merupakan langkah teknis yang krusial untuk memastikan bahwa 100% debit air rencana dapat disalurkan tanpa hambatan fisik di sepanjang jalur Kejuron Tunggangri. Penyesuaian tinggi jagaan atau *freeboard* juga menjadi aspek penting yang dievaluasi agar saluran tetap aman saat terjadi kenaikan muka air yang mendadak akibat curah hujan ekstrem di wilayah hulu stasiun pengamatan tersebut.

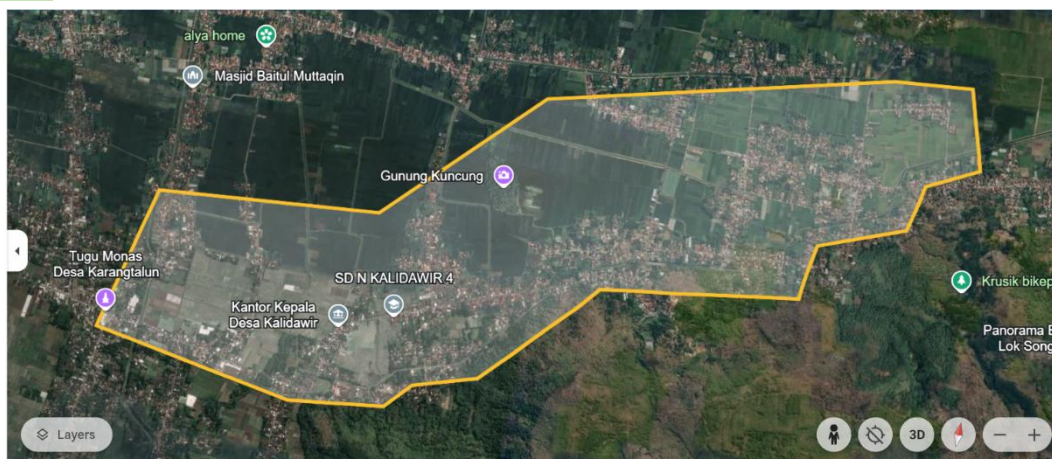
Nilai kebaruan dan inovasi dari penelitian ini terletak pada penentuan pola tanam optimal yaitu padi-padi-palawija yang disinkronkan langsung dengan hasil simulasi kapasitas saluran menggunakan *software HEC-RAS*. Inovasi ini memberikan panduan jadwal tanam yang sangat spesifik, di mana penyiapan lahan untuk padi 1 dimulai pada bulan Desember agar masa tanam dapat dimulai tepat pada bulan Januari. Selanjutnya, padi 2 dijadwalkan mulai pada bulan Mei setelah melalui fase penyiapan lahan di bulan April, sementara tanaman palawija seperti jagung direncanakan mulai tanam pada bulan September. Rekomendasi teknis ini merupakan solusi integratif yang menggabungkan aspek agronomis dengan kapasitas hidrolika saluran untuk memastikan ketersediaan air tetap terjamin pada fase kritis pertumbuhan tanaman. Hasil studi ini tidak hanya memberikan perbaikan pada dimensi fisik saluran, tetapi juga menawarkan strategi pengelolaan operasional yang lebih cerdas bagi pengelola Daerah Irigasi Kalidawir. Dengan menerapkan pola tanam yang terukur ini, efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan secara maksimal sekaligus mengurangi risiko konflik perebutan air antar petani. Penelitian ini menjadi referensi ilmiah yang sangat berharga dalam upaya transformasi sistem irigasi tradisional menuju manajemen pengairan yang berbasis data digital dan teknologi pemodelan modern di Kabupaten Tulungagung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif deskriptif yang berlokasi di Daerah Irigasi Kalidawir, tepatnya pada saluran Kejuron Tunggangri yang melintasi wilayah administratif Kabupaten Tulungagung. Pengumpulan data dilaksanakan secara sistematis mencakup perolehan data primer melalui observasi lapangan dan pengukuran dimensi saluran secara langsung untuk mendapatkan geometri eksisting. Selain itu, data sekunder dihimpun dari berbagai instansi terkait meliputi data curah hujan selama sepuluh tahun terakhir dari tahun 2015 hingga 2024, data ketersediaan debit andalan, peta jaringan irigasi, serta informasi klimatologi wilayah. Analisis hidrologi diawali dengan pengolahan parameter cuaca seperti temperatur dan kelembapan untuk menghitung nilai *evapotranspiration* harian. Ketersediaan air dari sumber utama dihitung menggunakan metode F.J. Mock guna memproyeksikan debit efektif bulanan berdasarkan karakteristik daerah pengaliran. Pengukuran fisik di lapangan difokuskan pada penentuan lebar dasar saluran atau *bottom width*, tinggi jagaan, serta kemiringan talud pada segmen saluran sekunder dan tersier. Seluruh instrumen data ini dikompilasi sebagai input utama dalam proses simulasi hidraulika digital untuk memodelkan perilaku aliran air secara representatif.

Tahapan analisis teknis dilanjutkan dengan menghitung kebutuhan air irigasi berdasarkan rencana pola tanam padi-padi-palawija yang disesuaikan dengan kalender musim setempat. Penentuan curah hujan efektif menggunakan standar probabilitas 80% untuk komoditas padi dan 75% untuk palawija guna menjamin keamanan pasokan air selama periode kering. Perhitungan kebutuhan air di tingkat sawah atau *net field requirement* mencakup variabel perkolasi, penggantian lapisan air, serta faktor efisiensi pada jaringan saluran primer hingga tersier. Setelah debit rencana diperoleh, penelitian memanfaatkan perangkat lunak *Hydrologic Engineering Centers-River Analysis System* atau HEC-RAS untuk melakukan pemodelan aliran permanen maupun tidak permanen. Simulasi dilakukan dengan memasukkan geometri saluran hasil pengukuran lapangan serta kondisi batas berupa debit rencana maksimum untuk melayani lahan seluas seribu tiga ratus delapan puluh tujuh hektar. Perangkat lunak ini memproses interaksi antara debit dan penampang melintang saluran untuk menghasilkan visualisasi profil muka air. Melalui tahap ini, peneliti dapat mendeteksi fenomena luapan atau *overflow* yang terjadi akibat ketidakcukupan kapasitas penampang dalam menampung volume air rencana di sepanjang jalur irigasi.

Evaluasi akhir dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air hasil simulasi terhadap tinggi tanggul saluran eksisting guna menentukan tingkat keamanan infrastruktur. Jika hasil pemodelan menunjukkan adanya luapan air di bagian hulu, dilakukan proses optimasi dimensi saluran secara iteratif dalam lingkungan perangkat lunak. Penyesuaian dimensi mencakup peningkatan tinggi saluran dari nol koma delapan puluh lima meter menjadi satu koma delapan puluh lima meter agar mampu mengalirkan debit rencana secara optimal. Simulasi ulang dijalankan untuk memverifikasi bahwa dengan perubahan geometri tersebut, kapasitas saluran dapat menampung debit tiga ribu delapan puluh dua koma dua meter kubik per detik tanpa risiko limpasan. Analisis ini juga mempertimbangkan tinggi jagaan atau *freeboard* yang memadai untuk mengantisipasi kenaikan muka air mendadak. Langkah sistematis ini bertujuan untuk menyempurnakan distribusi air irigasi ke seluruh area layanan dan mencegah pemborosan air di bagian hulu saluran. Integrasi antara perhitungan hidrologi manual dan pemodelan digital HEC-RAS memberikan landasan teknis yang kokoh untuk perencanaan peningkatan kapasitas infrastruktur irigasi yang lebih efisien dan berkelanjutan di wilayah Kabupaten Tulungagung.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi dilakukan di salah satu bagian saluran sekunder kalidawir yaitu kejuron tunggagri menggunakan data klimatologi dari 3 stasiun hujan yaitu stasiun ngunut, rejtongan, dan kalidawir. Data tersebut berupa data bulanan selama 10 tahun dari tahun 2015-2024 yang akan digunakan sebagai data input pada pengolahan data evapotranspirasi. Berikut adalah hasil rekapitulasi klimatologi dari tahun 2015-2024 pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Klimatologi

Bulan	Temperatur °C	Kelembaban udara %	Lama penyinaran matahari Jam/hari	Kecepatan angin m/detik
Jan	24	81	21	10,3
Feb	24	83	61	10
Mar	24	82	49	8,5
Apr	24	83	91	8,9
Mei	24	77	91	10,6
Jun	23	73	83	12
Jul	22	74	97	13,7
Agu	22	72	93	15,2
Sep	21	68	84	15,3
Okt	23	66	94	13,7
Nov	23	68	69	11
Des	24	77	48	9,9
Rata-rata	23,17	75,33	73,42	11,59

2. Analisa Ketersediaan Air

Analisa ketersediaan air menggunakan metode FJ. Mock untuk menghitung harga debit efektif bulanan, evapotranspirasi, kelembaban air tanah, dan tampungan air tanah. Metode pada perhitungan ini dilakukan berdasarkan data curah hujan 15 harian selama 10 tahun yaitu pada tahun 2015-2024, hari hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran.

3. Perhitungan Curah Hujan Efektif Untuk Padi dan Palawija

Dalam perencanaan irigasi padi, digunakan curah hujan dengan probabilitas 80%, pemilihan probabilitas ini didasarkan pada pertimbangan keamanan irigasi, yaitu untuk mengantisipasi tahun-tahun kering dan menjamin kebutuhan air tanaman tetap tercukupi. Sedangkan untuk palawija digunakan curah hujan dengan probabilitas 75% karena palawija umumnya lebih

toleran terhadap kekeringan dibanding padi, sehingga tidak memerlukan tingkat keandalan hujan setinggi padi.

4. Hasil Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Hasil analisis kebutuhan air irigasi menunjukkan bahwa kebutuhan air bervariasi sepanjang musim tanam. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman padi, sedangkan kebutuhan air terendah terjadi pada musim kemarau dan pada tanaman palawija. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air irigasi harus dikelola secara optimal agar dapat memenuhi kebutuhan tanaman sepanjang tahun dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Air Irigasi Bulanan

No.	Bulan	Kebutuhan Air (l/dt/ha)
1.	Januari	1,10
2.	Februari	1,25
3.	Maret	1,40
4.	April	1,30
5.	Mei	1,15
6.	Juni	0,95
7.	Juli	0,80
8.	Agustus	0,75
9.	September	0,85
10.	Oktober	1,00
11.	November	1,20
12.	Desember	1,35

5. Perhitungan Kapasitas Debit Saluran Pembawa

Hasil perhitungan debit saluran pembawa untuk saluran irigasi kejuron tunggangri baik itu debit awal masuk dan debit keluar (sisa) untuk kejuron selanjutnya yaitu kejuron karangtalun.

Tabel 3. Perhitungan Kapasitas Debit Saluran Pembawa

No	Nama saluran	Luas yang diairi A ha	(c.Nfr)/e lt/dt/ha	Qrenc = ((c.Nfr)/e) x A lt/dt	Qrenc m ³ /dt
I Saluran Tersier					
1	T. KD V	99	2	198	0,198
2	T. KD VI	73	2	146	0,146
3	T. KD VII A	30	2	60	0,060
4	T. KD VII B	62	2	124	0,124
5	T. KD VIII	136	2	272	0,272
6	T. KD IX	138	2	276	0,276
7	T. KD X	120	2	240	0,240
II Saluran Sekunder					
1	Debit Masuk	1387	2,2	3082,2	3,082
2	Debit Sisa	729	2,2	1620,0	1,620
3	Kejuron Tunggangri	658	2,2	1462,2	1,462
4	Kejuron Karangtalun	729	2,2	1620,0	1,620

Dengan parameter terpakai:

NFR = 1,6 lt/dt/ha

ef = efisiensi saluran

ef tersier = 0,80

ef sekunder = 0,72

ef primer = 0,6

6. Pengukuran Dimensi Saluran Dilapangan

Penguukuran dimensi saluran dilapangan dilakukan untuk menganalisis simulasi dengan software HEC-RAS, berikut adalah hasil pengukuran dimensi saluran dilapangan

Tabel 4. Pengukuran Dimensi Saluran Dilapangan

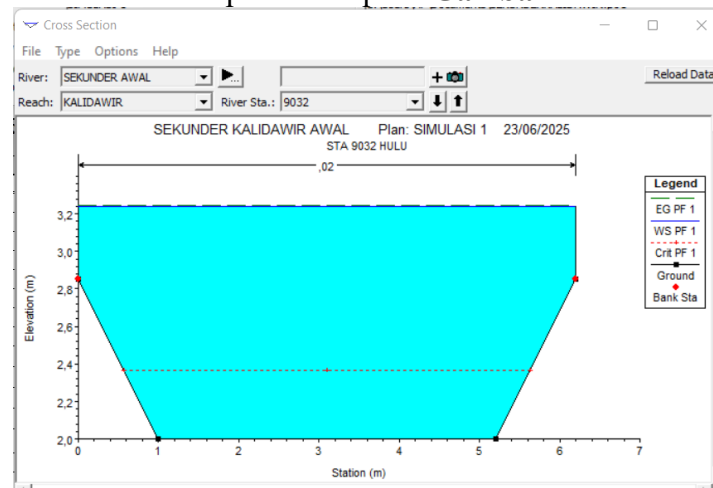
Saluran Tersier	b (lebar dasar saluran)	h (tinggi saluran)	w (lebar atas saluran)	m (kemiringan sisi saluran)
BKD V	50 cm	60 cm	100 cm	25 cm
BKD VI	40 cm	50 cm	60 cm	10 cm
BKD VII A	80 cm	65 cm	170 cm	45 cm
BKD VII B	80 cm	65 cm	170 cm	45 cm
BKD VIII	50 cm	60 cm	170 cm	55 cm
BKD IX	50 cm	60 cm	170 cm	55 cm
BKD X	50 cm	60 cm	100 cm	25 cm
SEK.KALIDAWIR	420 cm	85 cm	620 cm	100 cm

7. Analisa Aliran Dengan Software HEC-RAS

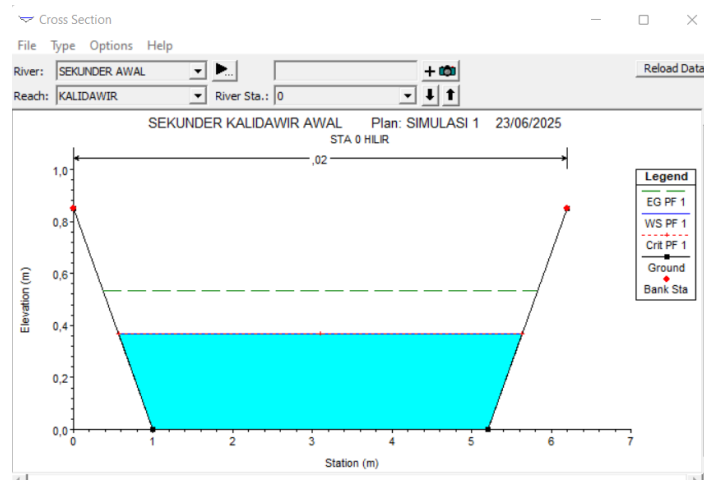
Penguukuran dimensi saluran dilapangan dilakukan untuk menganalisis simulasi dengan software HEC-RAS, berikut adalah hasil pengukuran dimensi saluran dilapangan

Simulasi aliran menggunakan software HEC-RAS dilakukan dengan memasukkan data geometri saluran, debit rencana, dan kondisi batas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sebagian besar saluran mampu mengalirkan debit rencana, namun pada beberapa segmen elevasi muka air mendekati batas tebing saluran. Berikut adalah hasil simulasi menggunakan software HEC-RAS dapat disajikan dalam bentuk gambar, yang dimulai dari saluran sekunder awal sampai dengan saluran sekunder karangtalun, dengan sebagai contoh saluran sekunder awal untuk masuk ke kejuron tunggangri dan karangtalun.

Hasil simulasi pada saluran sekunder awal untuk kejuron tunggangri dan karangtalun pada bagian hulu dan hilir saluran dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut:



(a)



(b)

Gambar 2 Saluran Sekunder Kalidawir Awal Untuk Kejuron Tunggangri dan Karangtalun Bagian Hulu (a) dan Hilir (b)

Berdasarkan gambar 2 hasil simulasi saluran sekunder dengan geometri saluran yang ada di lapangan menunjukkan bahwa adanya luapan pada bagian hulu yang berarti kapasitas saluran sekunder tidak mampu menampung debit air yang tersedia, sehingga simulasi menggunakan geometri yang lebih besar dari geometri yang ada di lapangan. Dengan geometri saluran:

Geometri di lapangan:

$$B = 4,2 \text{ m}$$

$$H = 0,85 \text{ m}$$

$$W = 6,2 \text{ m}$$

$$M = 1 \text{ m}$$

Geometri di perbesar:

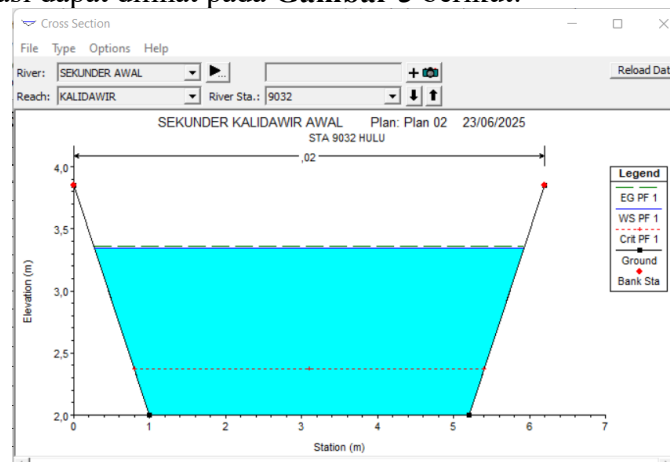
$$B = 4,2 \text{ m}$$

$$H = 1,85 \text{ m}$$

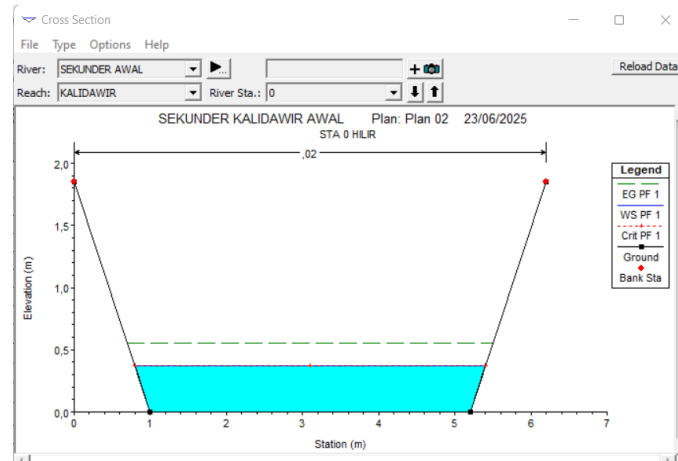
$$W = 6,2 \text{ m}$$

$$M = 1 \text{ m}$$

Hasil simulasi dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut:



(a)



(b)

Gambar 3 Saluran Sekunder Kalidawir Awal Untuk Kejuron Tunggangri dan Karangtalun Bagian Hulu (a) dan Hilir (b) Setelah Mengubah Dimensi

Dari hasil simulasi gambar 3 dapat diketahui bahwa saluran sekunder kalidawir awal untuk Kejuron Tunggangri dan Karangtalun tidak mampu menampung debit air yang tersedia sehingga harus memperbesar dimensi saluran yang mampu menampung debit untuk Kejuron Tunggangri dan Kejuron Karangtalun tanpa terjadi luapan dengan luasan lahan dan debit pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Luasan Lahan dan Debit Untuk Saluran Sekunder Awal

Saluran Sekunder Awal	
1387 ha	3082,2 m ³ /dt

Pembahasan

Analisis mendalam terhadap data klimatologi sepuluh tahunan dari stasiun Ngunut, Rejotangan, dan Kalidawir menunjukkan pola fluktuasi cuaca yang sangat memengaruhi ketersediaan dan kebutuhan air irigasi di Kejuron Tunggangri. Data rata-rata temperatur 23,17 derajat Celcius dan kecepatan angin 11,59 meter per detik menjadi faktor penentu tingginya tingkat evapotranspirasi di wilayah tersebut. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi bulanan memperlihatkan tren peningkatan yang tajam pada fase awal musim tanam padi, mencapai titik puncak pada bulan Maret sebesar 1,40 liter per detik per hektar dan Desember sebesar 1,35 liter per detik per hektar. Angka-angka ini selaras dengan fase penyiapan lahan dan pertumbuhan vegetatif awal padi yang memang sangat rakus air. Sebaliknya, penurunan kebutuhan air yang drastis terjadi pada bulan Juli hingga September, menyentuh angka terendah 0,75 liter per detik per hektar pada bulan Agustus. Kondisi ini secara rasional bertepatan dengan musim kemarau di mana rotasi tanaman beralih ke palawija yang memiliki tingkat toleransi kekeringan lebih tinggi. Ketersediaan air di Embung Suruan diproyeksikan menggunakan metode Thomas Fiering, yang membangkitkan data debit hingga 25 tahun berdasarkan karakteristik data historis, dengan tahun 2018 menjadi tahun dasar untuk mengukur ketersediaan air (Aziza, 2018; Permana & Susetyaningsih, 2022; Pratiwi et al., 2017; Supriyatna et al., 2023; Wulandari et al., 2021).

Pemilihan probabilitas curah hujan 80 persen untuk padi dan 75 persen untuk palawija merupakan langkah strategis dalam mitigasi risiko kegagalan panen akibat anomali cuaca. Keputusan metodologis ini didasarkan pada karakteristik biologis tanaman; padi sebagai tanaman semi-akuatik sangat rentan terhadap *water stress*, sehingga membutuhkan margin

keamanan ketersediaan air yang lebih konservatif. Sementara itu, palawija yang diwakili oleh tanaman jagung mampu bertahan dengan suplai air yang lebih fluktuatif. Implikasi dari penerapan probabilitas ganda ini adalah terciptanya efisiensi distribusi air waduk, di mana surplus air pada musim hujan dapat dialokasikan secara maksimal untuk padi, sedangkan pada musim kemarau sisa debit andalan dapat didistribusikan secara proporsional untuk palawija tanpa mengancam cadangan air tanah secara masif. Metode Thomas Fiering, yang digunakan untuk pembangkitan data debit, memungkinkan simulasi kondisi hidrologi jangka panjang, sehingga pola tanam dapat disesuaikan untuk optimalisasi pemakaian air (Al-Mansori et al., 2020; JBS, 2025; Pratiwi et al., 2017; Supriyatna et al., 2023; Wulandari et al., 2021).

Evaluasi kapasitas hidraulik jaringan irigasi menggunakan perangkat lunak HEC-RAS mengungkap fakta krusial mengenai ketidakmampuan infrastruktur eksisting dalam mengakomodasi debit puncak rencana. Hasil simulasi hidrodinamika pada saluran sekunder utama Kalidawir yang melayani luasan 1.387 hektar dengan debit masuk 3,082 meter kubik per detik menunjukkan terjadinya luapan atau *overtopping* yang parah di bagian hulu saluran. Dimensi saluran eksisting dengan kedalaman 0,85 meter terbukti secara empiris tidak sanggup menahan volume air yang besar tersebut. Kegagalan fungsi ini berimplikasi langsung pada efisiensi layanan, di mana air yang seharusnya didistribusikan ke bangunan sadap tersier justru terbangun melimpas ke area sekitar saluran, sehingga target pasokan untuk Kejuron Tunggangri sebesar 1,462 meter kubik per detik dan Kejuron Karangtalun sebesar 1,620 meter kubik per detik tidak dapat terpenuhi secara optimal. Analisis ini menggarisbawahi perlunya rehabilitasi atau modifikasi dimensi saluran irigasi guna menjamin penyaluran air yang efektif dan merata ke seluruh areal pertanian (Batas et al., 2023; Chourasia et al., 2024; Kurniadi et al., 2024; Nubuwati & Maulidiyah, 2023).

Untuk mengatasi ancaman *overtopping* tersebut, simulasi HEC-RAS lanjutan merekomendasikan modifikasi struktural berupa pendalaman saluran sekunder utama. Dengan memperbesar kedalaman penampang basah atau elevasi dasar saluran dari 0,85 meter menjadi 1,85 meter, profil muka air atau *water surface profile* berhasil diturunkan hingga berada pada batas aman tinggi jagaan atau *freeboard*. Penambahan kedalaman sebesar satu meter ini terbukti secara matematis mampu meningkatkan kapasitas tampung saluran secara signifikan tanpa harus melakukan pembebasan lahan untuk pelebaran saluran yang memakan biaya besar. Solusi *retrofitting* dimensi saluran ini menjadi intervensi teknis yang mutlak diperlukan sebelum memasuki musim hujan ekstrem, guna memastikan bahwa infrastruktur fisik irigasi mampu mengalirkan debit rencana secara efisien hingga ke petak-petak tersier yang paling ujung (Evayanti, 2023; Noerhayati & Suprpto, 2020; Sururi, 2020).

Temuan penelitian ini pada akhirnya bermuara pada rekomendasi pengaturan kalender tanam atau *cropping pattern* yang paling adaptif terhadap ketersediaan air irigasi yang telah dihitung. Skenario pola tanam padi-padi-palawija menjadi opsi paling rasional dan terjamin keamanannya secara hidrologis. Siklus ini diawali dengan penyiapan lahan padi pertama pada bulan Desember untuk memanfaatkan curah hujan awal musim, disusul padi kedua pada bulan April. Rotasi diakhiri dengan penanaman jagung pada bulan Agustus hingga September saat debit air berada pada titik nadir. Meskipun penelitian ini memberikan panduan presisi berbasis pemodelan HEC-RAS, terdapat keterbatasan bahwa asumsi perhitungan tidak mempertimbangkan kehilangan air akibat rembesan ilegal atau sedimen yang menumpuk di dasar saluran. Oleh karena itu, rekomendasi modifikasi saluran harus dibarengi dengan normalisasi rutin dan penegakan regulasi pembagian air oleh himpunan petani pemakai air di tingkat akar rumput.

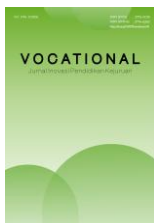
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Kalidawir bagian Kejuron Tunggangri mengalami variasi sepanjang musim tanam. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman padi, sedangkan kebutuhan terendah terjadi pada musim kemarau dan pada fase tanaman palawija. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaturan distribusi air irigasi harus disesuaikan dengan pola tanam dan karakteristik kebutuhan air tanaman agar ketersediaan air dapat dimanfaatkan secara optimal. Hasil analisis ketersediaan air dan perhitungan debit rencana menunjukkan bahwa tidak seluruh segmen saluran irigasi mampu mengalirkan debit yang dibutuhkan secara aman. Simulasi aliran menggunakan software HEC-RAS memperlihatkan bahwa pada kondisi geometri saluran eksisting terdapat beberapa segmen saluran sekunder yang mengalami luapan, terutama pada bagian hulu. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas saluran belum sepenuhnya memadai untuk menampung debit rencana yang tersedia. Penyesuaian dimensi saluran melalui simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa peningkatan tinggi saluran dapat menghilangkan potensi luapan dan meningkatkan kinerja hidraulik saluran. Dengan demikian, penggunaan software HEC-RAS terbukti efektif sebagai alat evaluasi dan analisis dalam perencanaan dan pengelolaan saluran irigasi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi pihak terkait dalam upaya meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi serta mendukung keberlanjutan sistem pertanian di Daerah Irigasi Kalidawir.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mansori, N. J. H., Alfatlawi, T. J. M., & Othman, N. Y. (2020). Stochastic analysis for prediction of future performance of Mosul storage. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES)*, 29(2), 145. <https://doi.org/10.22630/pniks.2020.29.2.13>
- Andriani, A. D., Permana, S., & Hantari, A. N. (2025). Analisis pengelolaan air irigasi terhadap tanaman pangan. *Jurnal Konstruksi*, 23(1), 201. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-1.1866>
- Aziza, M. I. (2018). Simulasi tampungan bendung gerak sembayat sebagai longstorage untuk pemenuhan kebutuhan air baku dan irigasi di Kabupaten Lamongan dan wilayah utara Kabupaten Gresik. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 15(2), 73. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v15i2.2560>
- Batas, E. S., Wijayanti, Y., & Kesuma, L. M. (2023). Assessing agricultural water reliability in Jetis irrigation area using the F.J. Mock hydrological model. *E3S Web of Conferences*, 426, 1023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342601023>
- Chourasia, S. K., Chhetri, S. K., & Pandey, A. (2024). Evaluating the need and feasibility of micro irrigation systems for sustainable irrigation. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4661590/v1>
- Evayanti, R. (2023). Performance study of irrigation network in Renggung irrigating area, Lombok Central Regency. *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri*, 20(2), 578. <https://doi.org/10.24014/sitekin.v20i2.21684>
- He, L., Han, B., Ji, H., Mao, G., & Chen, J. (2024). A method to integrate hydraulic structure models into 3D terrain models for irrigation infrastructure visualization. *Scientific Reports*, 14(1), 21255. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72446-4>
- Hidayat, N., Tyasmoro, S. Y., Pamungkas, I. A., & Ngabu, W. (2024). Pemberdayaan sistem tata kelola irigasi sebagai upaya optimalisasi penggunaan sumber daya air pada

- pertanian di Kabupaten Nagekeo. *ABDI UNISAP Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 287. <https://doi.org/10.59632/abdiunisap.v2i2.321>
- Hossain, A. A. (2024). Optimizing irrigation canal operations: Advanced machine learning approach. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4903807>
- JBS, I. D. B. (2025). Optimasi pola tanam pada daerah irigasi baru wilayah Cluring Kabupaten Banyuwangi dengan menggunakan program linear. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 23(3), 203. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v23i3.16091>
- Kalybekova, Y., Zhu, K., Nurlan, B., Seytassanov, I., Ishangaliyev, T., Yermek, A., Ismailova, G., Kurmanbek, Z., Issakov, Y., & Dávid, L. D. (2023). Minimizing seepage in irrigation canals in land reclamation systems via an innovative technology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1223645>
- Kurniadi, R., Ridwan, R., Amin, M., & Asmara, S. (2024). Analisis potensi sumber daya air daerah aliran sungai (DAS) untuk kebutuhan irigasi padi dan palawija di Kecamatan Pesisir Tengah Kabupaten Pesisir Barat. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(2), 159. <https://doi.org/10.2390/jabe.v3i2.9083>
- Masseroni, D., Castagna, A., & Gandolfi, C. (2021). Evaluating the performances of a flexible mechanism of water diversion: Application on a northern Italy gravity-driven irrigation channel. *Irrigation Science*, 39(3), 363. <https://doi.org/10.1007/s00271-020-00718-8>
- More, D. D., Gavit, B. K., & Nandgude, S. B. (2024). Hydrologic engineering centers-river analysis system (HEC-RAS) - a review. *Journal of Agriculture Research and Technology*, 49(1), 139. <https://doi.org/10.56228/jart.2024.49120>
- Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2020). Rehabilitasi saluran tersier desa Sukoanyar Pakis Kabupaten Malang. *Jurnal Abdi Masyarakat*, 3(2). <https://doi.org/10.30737/jaim.v3i2.882>
- Nubuwati, N., & Maulidiyah, A. (2023). Analisa faktor kekurangan debit air jaringan irigasi Jetak (studi kasus jaringan irigasi Jetak Desa Karangjati Kecamatan Pandaan Kabupaten Pasuruan). *Indo Green Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.31004/green.v1i2.11>
- Paola, F. D., Liso, G., Ronco, A., Speranza, G., Giovannini, A., Napoli, E., & Venturini, G. (2024). The digitalization of hydraulic infrastructures: The smartverse approach. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4979215>
- Permana, S., & Susetyaningsih, A. (2022). Model NRECA untuk prediksi ketersediaan air di daerah irigasi Citanduy kota Tasikmalaya. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 153. <https://doi.org/10.29103/tj.v12i1.693>
- Pratiwi, B. S., Sangkawati, S., & Suharyanto, S. (2017). Pembangkitan data debit dan skenario pola tanam daerah irigasi Embung Suruan. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 23(1), 29. <https://doi.org/10.14710/mkts.v23i1.13805>
- Rahayu, K. A., Tika, I. W., & Gunadnya, I. B. P. (2023). Analisis rasio prestasi manajemen (RPM) distribusi air irigasi pada subak di DAS Ho. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 11(2), 419. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2023.v11i02.p20>
- Sirait, S., Santoso, D., & Egra, S. (2020). Teknologi irigasi otomatis bertenaga surya di kelompok tani cahaya tani Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan. *J-PEN Borneo Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(2). <https://doi.org/10.35334/jpen.v2i3.1530>
- Supriyatna, M. I., Negara, A. A. N. S. D., & Margini, N. F. (2023). Prediksi dan pemetaan kekeringan menggunakan metode Thomas Fiering dan Standartdized Precipitation



- Indexs (SPI) di Kabupaten Tuban. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(3), 229. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v21i3.17239>
- Sururi, A. (2020). Efektivitas implementasi program pemeliharaan infrastruktur jaringan irigasi di Kabupaten Lebak. *Jurnal Pamator: Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo*, 13(1), 95. <https://doi.org/10.21107/pamator.v13i1.6949>
- Syazili, A., Kurniawan, A., Widada, J., Setyawan, G., & Tirza, S. P. (2021). Efficiency of smart sluice gate in agricultural water distribution on paddy (*Oryza sativa* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 832(1), 12064. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/832/1/012064>
- Wulandari, D. A., Sriyana, S., Salamun, S., Kurniani, D., Tristanto, A. N., Rinaldi, Z., Kandriani, R., & Rahardiyanti, A. R. (2021). Optimasi operasi Danau Rawa Pening dengan program dinamik untuk pemanfaatan sumber daya air yang optimal. *Teknik*, 42(1), 241. <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.33765>
- Zainal, N. N., & Talib, S. H. A. (2024). Review paper on applications of the HEC-RAS model for flooding, agriculture, and water quality simulation. *Water Practice & Technology*, 19(7), 2883. <https://doi.org/10.2166/wpt.2024.173>
- Zeiger, S. J., & Hubbart, J. A. (2021). Measuring and modeling event-based environmental flows: An assessment of HEC-RAS 2D rain-on-grid simulations. *Journal of Environmental Management*, 285, 112125. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112125>
- Zevri, A., Rahardjo, A. P., & Legono, D. (2023). A proposed technique for improving the accuracy of tidal modeling of river networks connecting to the Dadahup irrigation area. *ASEAN Engineering Journal*, 13(3), 99. <https://doi.org/10.11113/aej.v13.19393>