

Analisis Kondisi Kinerja dan Penanganan Jaringan Irigasi Jeuram Kabupaten Nagan Raya

Fitry Hasdanita*¹, Raina Parmitalia Dinda

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
e-mail: *¹ fitryhasdanita@utu.ac.id ²rainaparmitalia@utu.ac.id

Abstract

The effectiveness of irrigation schemes can be a strategy to conserve water resources. Evaluation of irrigation schemes is essential in improving the performance of irrigation networks to achieve optimal productivity in the context of increasing food needs and scarcity of water resources. Irrigation network performance is defined as the extent to which land and water resources are allocated, distributed and used by users during scheme operation to achieve irrigation scheme objectives. Two main approaches to performance evaluation are considered: how well the service is delivered and irrigation results in terms of efficiency and productivity of water resource use. This research aims to assess the existing conditions, performance of the irrigation network, recommendations for improvements, Operation and Maintenance activities at D.I Jeuram. The research method using a survey and inventory of the existing conditions of D.I Jeuram with direct observation, then assessment based on PUPR Ministerial Regulation No. 12/PRT/M/2015. Based on the results of observations and inventory, irrigation performance evaluations are assess physical infrastructure, plant productivity, supporting facilities, personnel organization, and documentation. The results of D.I Jeram's performance assessment were 59.32% in the poor category and really need attention. This condition affects plant productivity. The cross-section of the primary channel can accommodate water discharge to flow to the rice fields. The condition of the primary channel is in the category of moderate to severe damage, as well as uncontrolled sedimentation. This also affects plant productivity, so it is necessary to repair, operate, and maintain irrigation either routinely or periodically.

Keywords— Irrigation Channel, Performance Indeks, Plant Productivity

1. PENDAHULUAN

Efektivitas skema irigasi dapat menjadi salah satu strategi untuk melestarikan sumber daya air. Peningkatan kinerja irigasi merupakan upaya tepat untuk menyelesaikan kerawanan pangan dengan meningkatkan produksi pertanian. Peningkatan produksi berkelanjutan dalam pertanian beririgasi, baik skema irigasi baru, baru dapat dibangun, atau kinerja skema irigasi yang sudah ada dapat dievaluasi dan ditingkatkan [1]. Kelangkaan air merupakan kendala utama bagi produksi pangan, terutama di lingkungan kering dan semi-kering. Dalam hal ini, pemilihan teknik irigasi terbaik sangat penting untuk mengatasi kelangkaan air dan meningkatkan produktivitas air (WP) tanpa kehilangan hasil panen yang signifikan. Terdapat hubungan yang kontradiktif antara efisiensi penggunaan air dan nilai penggunaan air irigasi, karena keduanya meningkat seiring dengan penurunan rezim irigasi [2].

Kinerja skema irigasi didefinisikan sebagai sejauh mana sumber daya lahan dan air dialokasikan, didistribusikan dan digunakan oleh pengguna selama operasi skema untuk mencapai tujuan skema irigasi. Tujuan utama penilaian kinerja adalah untuk mencapai penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif serta memberikan umpan balik yang relevan kepada manajemen skema disemua tingkatan [3]. Penyediaan dan pendistribusian air irigasi adalah salah satu faktor mendukung peningkatan produksi pangan. Pengelolaan jaringan irigasi yang tidak optimal dapat mengakibatkan penurunan kondisi dan fungsi jaringan irigasi yang berdampak langsung terhadap hasil pertanian [4]. Permintaan yang terus meningkat untuk keperluan rumah tangga dan pembangunan, porsi air irigasi dialihkan untuk keperluan industri, rekreasi, dan minum. Oleh karena itu, diperlukan masa untuk menggunakan sumber daya air yang

tersedia secara optimal dan bijaksana dengan penggunaan serbaguna. Kinerja sistem, produktivitas pertanian, dan aspek keuangan merupakan domain yang memberikan gambaran tentang indikator kinerja. Kinerja sistem yang menyediakan fasilitas air untuk irigasi dan keperluan lainnya. Sistem distribusi air dipengaruhi oleh faktor fisik, iklim, ekonomi, dan faktor lainnya. Kondisi iklim yang berlaku sangat menentukan, baik sumber daya air yang tersedia maupun kebutuhan air tanaman pangan di setiap musim [5].

Pada tahun-tahun dengan curah hujan yang cukup, banjir dapat berdampak buruk pada mata pencaharian penduduk yang tinggal di dekat sungai dan danau karena tantangan yang mereka hadapi dalam mencegah atau yang mereka hadapi dalam mencegah atau mengurangi kejadian tersebut. Akibatnya, proyek-proyek irigasi secara ekstensif diperiksa, dirancang, dan dilaksanakan di seluruh negara dari perspektif yang signifikan ini [6]. Namun, perhatian yang diberikan sangat minim atau bahkan tidak ada sama sekali untuk memantau dan mengevaluasi kinerja skema irigasi yang sudah ada. Baik sistem irigasi tradisional maupun kontemporer dikelola oleh lembaga publik atau masyarakat, dan banyak sistem irigasi yang ada mengalami kemunduran dalam infrastruktur fisik, operasi dan pengelolaannya. Penilaian kinerja digunakan untuk memastikan kondisi saat ini dari skema-skema yang berkaitan dengan tolok ukur dan membantu dalam mengungkap alasan yang mendasari kinerja yang buruk, sehingga menyarankan peluang untuk peningkatan. dua pendekatan utama untuk evaluasi kinerja dipertimbangkan: seberapa baik layanan diberikan dan hasil irigasi dalam hal efisiensi dan produktivitas penggunaan sumber daya [7].

Peningkatan produktivitas pertanian dapat disebabkan oleh penggunaan lahan pertanian untuk praktik-praktik intensif dan berkelanjutan tanpa memandang musim dan metode penggunaan lahan yang tepat. Pengembangan Irigasi bertanggung jawab untuk memastikan pertanian yang berkelanjutan dan dapat diandalkan melalui pengembangan modern dan skema irigasi yang lebih baik. Keberlanjutan proyek irigasi adalah salah satu masalah utama. Jadi, hal ini harus diatasi saat merencanakan proyek irigasi. Penyebab utama kegagalan proyek irigasi adalah kurangnya partisipasi petani dan pemangku kepentingan lainnya selama pelaksanaan proyek. Menemukan proyek berbasis kebutuhan dan melibatkan petani dari perencanaan proyek hingga pembangunan proyek membuat proyek lebih berkelanjutan. Keterlibatan petani dalam prosedur pengembangan proyek dan melibatkan mereka dalam pengambilan Keputusan selama perencanaan proyek hingga pembangunan proyek meningkatkan kemampuan petani dalam menangani proyek [8]

Penilaian kinerja jaringan irigasi merupakan bagian integral dari manajemen irigasi. Pengelola irigasi melaksanakannya dan menjadi dasar pembuatan kebijakan di wilayah irigasi yang dievaluasi. Evaluasi kinerja mencakup aspek-aspek seperti infrastruktur fisik, produktivitas tanaman, fasilitas pendukung operasi dan pemeliharaan (O&P), struktur organisasi personel, dokumentasi, serta organisasi Asosiasi Petani Pemakai Air (P3A). Saat ini, penilaian terhadap beberapa aspek tersebut masih mengandalkan pengalaman petugas lapangan atau pengamat [9] [10][11].

Penggunaan air irigasi seara liar untuk keperluan masyarakat dan tambak ikan, kerusakan dinding saluran, sedimentasi pada saluran, kerusakan pintu air dan kegiatan O dan P belum berjalan dengan baik merupakan permasalahan yang terjadi pada D.I Jeuram. Evaluasi jaringan irigasi di Daerah Irigasi (D.I) Jeuram perlu dilakukan secara berkala guna memastikan ketersediaan air yang diperlukan selama masa penanaman. Penurunan kinerja jaringan irigasi menyebabkan kehilangan air, sehingga tidak dapat sepenuhnya mengairi D.I Jeuram, yang pada akhirnya berdampak pada produksi serta kualitas hasil pertanian. Hasil evaluasi jaringan perlu ditindaklanjuti dengan upaya yang lebih inovatif untuk menyelesaikan masalah tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian evaluasi kinerja Daerah Irigasi (D.I) Jeuram untuk mengetahui Masalah kehilangan air serta langkah-langkah perbaikan yang direncanakan untuk mengatasi kebutuhan air pada lahan sawah.

2. METODE PENELITIAN

Skema irigasi merupakan sarana infrastruktur yang berfungsi menyalurkan air dari bendungan, bendung, dan embung ke area pertanian milik masyarakat. Jaringan irigasi terdiri dari saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Dengan adanya saluran irigasi ini, kebutuhan air petani untuk sawah dan ladang akan terpenuhi [12]. Evaluasi terhadap sistem irigasi akan menjadi lebih penting dalam meningkatkan kinerja jaringan irigasi guna mencapai produktivitas yang optimal dalam rangka peningkatan kebutuhan pangan dan persaingan sumber daya air tawar yang terbatas. Penilaian kinerja irigasi diperlukan untuk meningkatkan pengelolaan air di pertanian dan daerah irigasi [13]. Lokasi Penelitian ini di Daerah Irigasi (D.I) Jeuram yang terletak di Kabupaten Nagan Raya. Objek yang dikaji meliputi bendung, saluran dan bangunan irigasi. Peta okasi penelitian seperti pada Gambar 1.



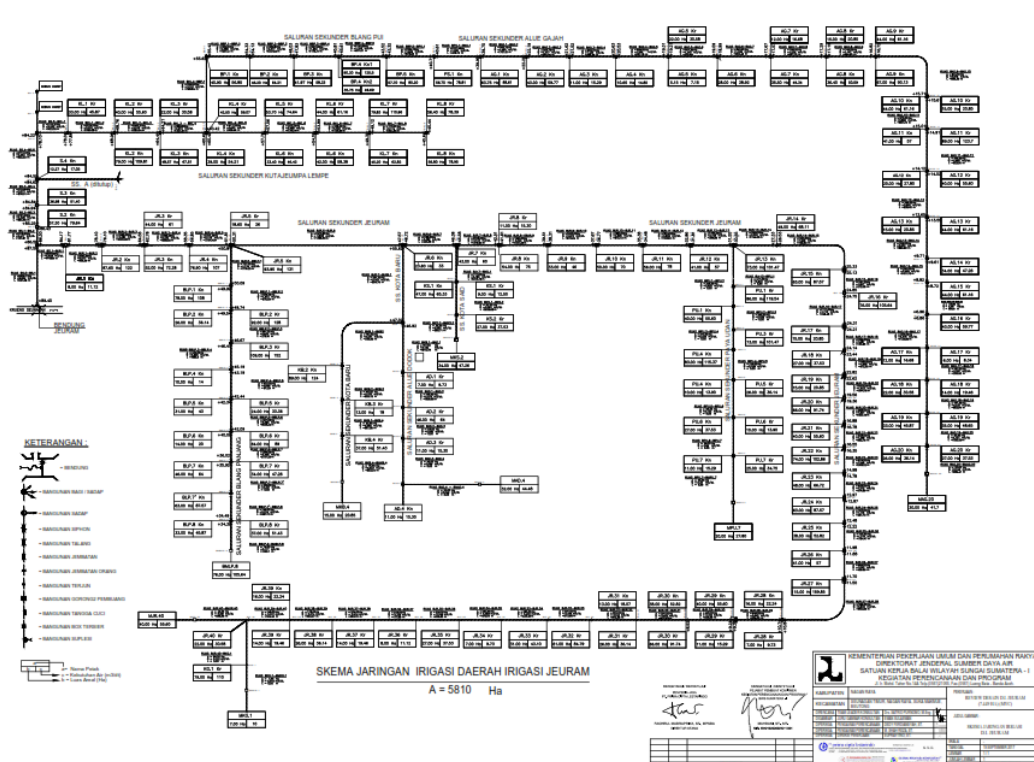
Gambar 1. Layout Lokasi Penelitian

2.1 Pengumpulan data

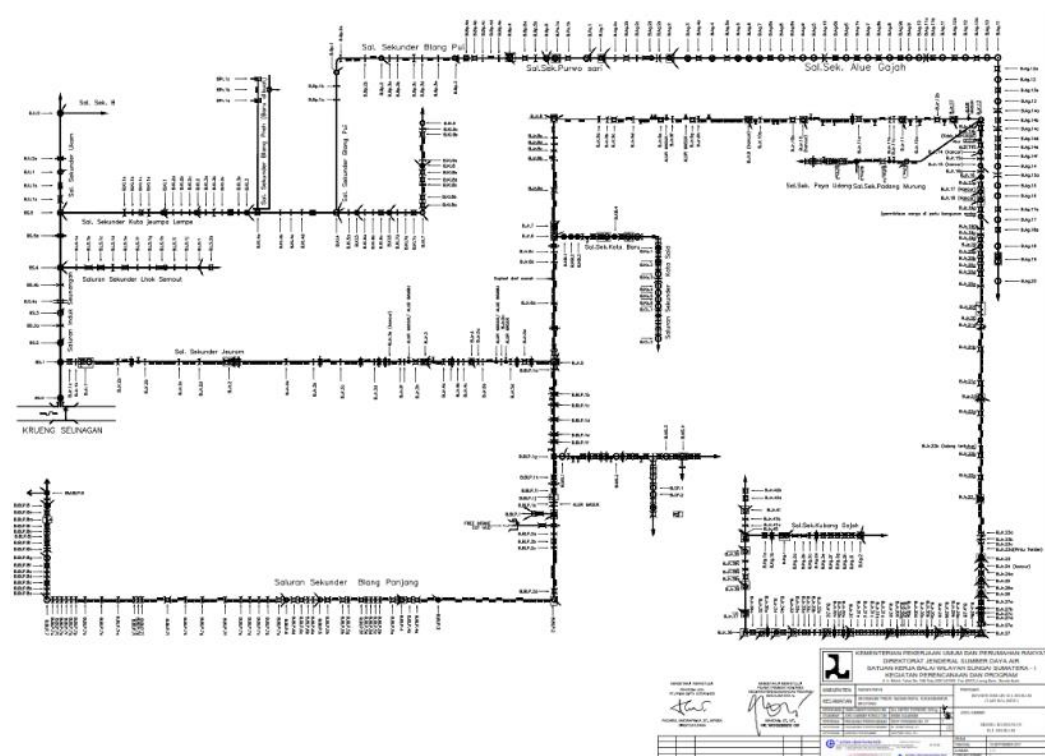
Data primer dan sekunder dikumpulkan untuk mengumpulkan data. Data sekunder termasuk penelitian sebelumnya, peta jaringan irigasi, peta petak sawah, dan organisasi Lembaga P3A/GP3A/IP3A D.I Jeuram. Kondisi saat ini dari bangunan utama dan saluran irigasi diukur dengan mengukur debit setiap bangunan pada saluran primer.

2.2 Survey dan inventarisasi kondisi eksisting Daerah Irigasi

Survey kondisi eksisting daerah irigasi untuk memperoleh data dimensi saluran irigasi, kondisi kerusakan bangunan irigasi. Survey terhadap kerusakan bangunan irigasi dilakukan berdasarkan pengamatan langsung dan dikategorikan berdasarkan tingkat kerusakan yaitu rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Kegiatan survey dan inventarisasi dilakukan dengan menelusuri seluruh jaringan irigasi. Peta jaringan irigasi D.I Jeuram dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Peta Jaringan Irigasi D.I Jeuram
Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera I



Gambar 2. Peta Jaringan Irigasi D.I Jeuram
Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera I

2.3 Evaluasi Jaringan Irigasi

Menurut Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan, evaluasi kinerja mencakup enam indikator utama seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 indikator Evaluasi Kinerja Irigas

No.	Indikator	Bobot (%)
1.	Prasarana Fisk	45
2.	Produktivitas tanaman	15
3.	Penunjang	10
4.	Organisasi personalia	15
5	Dokumentasi	5
6.	Perkumpulan Petani Pengguna Air	10

Sumber: [14].

Kerusakan pada sistem irigasi dapat menurunkan jumlah air yang disalurkan. Evaluasi ini dilakukan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh pemangku pengelola irigasi yaitu Balai Wilayah Sungai Sumatera-I. Penilaian tersebut dinilai melalui dua elemen, yaitu saluran dan struktur pengatur. Untuk saluran, ada empat tingkatan yang dapat diidentifikasi yakni baik, rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Sedangkan untuk struktur pengatur, penilaian dibagi menjadi tiga kategori yaitu baik, rusak ringan, dan rusak berat [15]. Pendataan kondisi eksisting jaringan irigasi dilakukan melalui observasi langsung. Kondisi saluran dan bangunan yang diinventarisasi dinilai berdasarkan empat skala yaitu seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Skala hasil pengamatan kondisi eksisting jaringan irigasi

No	Kondisi bangunan	Persentasi keruakan (100%)
1.	Baik (B)	90 – 100 dari kondisi semula
2.	Rusak Ringan (RR)	80 - < 90 dari kondisi semula
3.	Rusak Sedang (RS)	60 - < 80 dari kondisi semula
4.	Rusak Berat (RB)	< 60 dari kondisi semula

Setelah dibangun jaringan irigasi akan mengalami kerusakan yang terus meningkat, sehingga diperlukan kegiatan O dan P. Evaluasi infastruktur fisik Jaringan Irigasi diklasifikasikan dalam dua kategori [16] yaitu : keadaan fisik dan fungsi, keadaan fisik dinilai berdasarkan level kerusakan dibanding dengan keadaan awal. Keadaan fungsi dinilai berdasarkan perbandingan kemampuan penyaluran air pada saat pelaksanaan dibandingkan dengan desain awal dan dikategorikan menjadi 4 kriteria seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian kondisi fisik jaringan irigasi

No	Kriteria	Tingkat kerusakan (%)	Rekomendasi O dan P
1	Baik (B)	< 10	Pemeliharaan rutin
2	Rusak Ringan (RR)	10 - 20	Pemeliharaan berkala
3	Rusak Sedang (RS)	21 – 40	Perbaikan
4	Rusak Berat (RB)	>40	Pergantian

Penilaian fungsi Jaringan irigasi, diobservasi berdasarkan kapasitas mengalirkan air dibanding dengan desain awal. Penilaian fungsi jaringan irigasi dilakukan dengan kriteria seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria penilaian kondisi fungsi jaringan irigasi

No	Kriteria	Penurunan fungsi (%)	Rekomendasi O dan P
1	Baik (B)	0 - 20	Pemeliharaan rutin
2	Kurang (K)	20 - 40	Pemeliharaan berkala
3	Buruk (B)	40 - 80	Perbaikan
4	Tidak Berfungsi (TB)	80 - 100	Pergantian

Tahapan penilaian evaluasi kinerja irigasi berdasarkan pada Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015 terdiri dari penilaian prasarana fisik, non fisik, produktivitas tanaman, penilaian terhadap kegiatan Operasi dan Pemeliharaan (O dan P), organisasi personalia, dokumentasi dan Perkumpulan Petani Pengguna Air (P3A). setelah memperoleh nilai rata-rata setiap item penilaian, kemudian melakukan analisis kinerja irigasi dengan Persamaan 1.

$$Kinerja Irigasi = \frac{Rata-Rata Kondisi \times Bobot Penilaian}{100} \quad (1)$$

Rata-rata kondisi diperoleh dari hasil survey dan inventarisasi berdasarkan pengamatan langsung dilapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Inventarisasi dan evaluasi prasana fisik

Prasarana fisik irigasi terdiri dari terdiri dari kondisi eksisting bendung, saluran pembawa, bangunan pada saluran pembawa, saluran pembuang, bangunan pada saluran pembuang, jalan inspeksi dan kantor. Hasil evaluasi dan penilaian kondisi fisik D.I Jeuram seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi Prasarana Fisik

No.	Item Penilaian	Kondisi eksisting (%)	Kondisi maksimum (%)
A	Prasarana Fisik		
1	Bendung	8.5	13.0
2	Saluran Pembawa	6.5	10.0
3	Bangunan Pada Saluran Pembawa	6.3	9.0
4	Saluran pembuang dan bangunannya	2.1	4.0
5	Jalan masuk/Inspeksi	2.0	4.0
6	Kantor perumahan dan gudang	1.0	5.0

Aspek penilaian fisik masuk dalam kategori rusak sedang. Bangunan utama telah terjadi pengelupasan pada dinding mercu, kolam olak dalam kondisi rusak berat sehingga terjadi penurunan fungsi. Saluran pembawa dan saluran pembuang pada beberapa ruas terjadi sedimentasi total, kerusakan saluran dan bangunan dalam kondisi rusak sedang bahkan berat. Jalan masuk banyak ditumbuhi rumput.

3.2 Inventarisasi dan evaluasi prasana no- fisik

Prasarana non fisik pada D.I Irigasi terdiri dari produktifitas tanaman, sarana penunjang operasi dan pemeliharaan, sruktur personalia Oerasi dan Pemeliharaan, ketersediaan dokumentasi operasi dan pemeliharaan, kelembagaan Perkumpulan Petani Pemakai Air 9P3A). hasil penilain kondisi prasana non fisik seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi Prasarana Non Fisik

No.	Item Penilaian	Kondisi eksisting (%)	Kondisi maksimum (%)
A	Prasarana Non Fisik		
1	Produktivitas Tanaman	10.0	15.0
2	Sarana Penunjang	3.6	10.0
3	Organisasi Personalia	10.8	15.0
4	Dokumentasi	2.9	5.0
5	Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A)	6.0	10.0

3.3 Produktivitas Tanaman

Produktivitas tanaman mencakup evaluasi terhadap ketersediaan air irigasi, pencapaian penanaman, serta hasil panen padi. Debit yang tersedia adalah 15.700 lt/dt sedangkan kebutuhan debit adalah 12.370 lt/dt. Pada kondisi eksisting masih terdapat sawah yang belum terairi dengan baik, hal ini disebabkan sedimentasi pada saluran dan kerusakan saluran. Luas baku D.I Jeuram adalah 5810 Ha. Musim tanam sebanyak dua kali. Musim tanam pertama (MT-1) dengan luas 5810 Ha dan musim tanam kedua (MT-II) 4.470 ha. Luas realisasi tanam pertahun adalah 10.550 ha. Persentasi realisasi tanaman pertahun adalah 70%. Rata-rata roduktivitas padi 6,5 ton/ha dengan produktivitas padi pada tahun 2023 adalah 5,8 ton/ha. Sehingga presentase rata-rata terhadap presentasi produktivitas padi adalah 84,65%. Berdasarkan hasil tersebut perlu dilakukan perbaikan saluran terhadap sedimentasi dan kerusakan saluran untuk memperoleh produktivitas tanaman yang lebih baik.

3.4 Evaluasi Kinerja Daerah Irigasi Jeuram

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi, maka D.I Jeuram memiliki indeks kinerja 59,32 % dengan kategori kurang dan sangat membutuhkan perhatian. Hasil evaluasi kinerja D.I Jeuram dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Kinerja D.I Jeuram

No.	Item Penilaian	Kondisi eksisting (%)	Kondisi maksimum (%)	Kondisi Minimum (%)	Kondisi Optimum (%)
1.	Prasarana Fisik	26.4	45.0	25.0	35
2.	Produktifitas Tanam	9.6	15.0	10.0	12.5
3.	Sarana Penunjang	3.6	10.0	5.0	7.5
4.	Organisasi Personalia	10.8	15.0	7.5	10
5.	Dokumentasi	2.9	5.0	2.5	5
6.	P3A	6.0	10.0	5.0	7.5
Indeks Kinerja		59.3	100.0	55.0	77.5

Secara keseluruhan, kinerja D.I. Jeuram berada pada angka 59,32%, yang mengindikasikan kondisi yang memerlukan perhatian serius. Kondisi ini berdampak buruk pada produktivitas tanaman. Meskipun penampang saluran primer masih dapat menampung debit air yang dibutuhkan untuk irigasi, kondisi saluran primer itu sendiri juga tergolong mengalami kerusakan sedang hingga berat, ditambah dengan sedimentasi yang tidak terkendali. Untuk memperbaiki kondisi ini, perbaikan, pengoperasian, dan pemeliharaan sistem irigasi secara berkala sangat penting.

4. KESIMPULAN

Kondisi kinerja prasarana fisik D.I Jeuram adalah 26,38% dari batas kondisi optimum 35% sehingga masuk dalam kategori rusak sedang hingga berat dan penurunan fungsi saluran irigasi Perlu dilakukan upaya perbaikan pada bangunan utama bendung, saluran pembawa dan saluran pembuang, bangunan pada saluran pembawa dan pembuang. Kerusakan prasarana fisik mempengaruhi produktivitas tanaman dan luas layanan. Produktivitas tanaman adalah 9,64% dari kondisi optimum 12,5%. Produktivitas tanaman akan meningkat sawah mendapatkan air yang cukup pada masa tanam. Optimalisasi produktivitas tanam perlu dilakukan prasaranam fisik dan non fisik. Secara keseluruhan kinerja D.I Jeram adalah 59,32% dengan kategori kurang dan sangat membutuhkan perhatian. Kondisi ini mempengaruhi produktivitas tanamann. Penampang saluran primer masih mampu menampung debit air untuk dialiri ke sawah. Kondisi saluran primer dalam kategori rusak sedang hingga berat, serta sedimentasi yang tidak terkendalikan. Hal ini juga mempengaruhi produktivitas tanaman, sehingga perlu dilakukan perbaikan, operasi dan pemeliharaan irigasi baik secara rutin atau berkala.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan penulis memberikan saran sebagai berikut:

- a. Evaluasi lebih lanjut terhadap kapasitas penampang saluran irigasi karena sangat mempengaruhi kebutuhan air sawah akibat kehilangan air pada saat pendistribusian air
- b. Evaluasi jaringan irigasi dilakukan setiap tahun untuk mengetahui tingkat kinerja dalam upaya melakukan operasi dan pemeliharaan Daerah Irigasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Sungai Sumatera-I, Dinas Petanian Nagan Raya, dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nuru, A. Amin, A. Husen, and A. Jibril, "Heliyon Overall performance assessment of selected small-scale irrigation schemes using internal and external performance indicators in West Hararghe Zone , Eastern Ethiopia," *Heliyon*, vol. 10, no. 19, p. e38123, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38123.
- [2] A. M. Okasha *et al.*, "Effects of Irrigation Method and Water Flow Rate on Irrigation Performance , Soil Salinity , Yield , and Water Productivity of Cauliflower," pp. 1–18, 2022.
- [3] J. Wanyama, E. Bwambale, and P. Nakawuka, "Heliyon Comparative performance assessment of pilot irrigation schemes in Uganda," *Heliyon*, vol. 10, no. 10, p. e31600, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e31600.
- [4] S. M. Cindy, R. Musa, H. Ashad, M. T. Sipil, U. M. Indonesia, and K. Makassar, "Peran Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) terhadap Kinerja Jaringan Irigasi pada Daerah Irigasi Bissua Kabupaten Gowa," vol. 01, no. 07, pp. 1–10, 2022.
- [5] P. M. Ingle, S. E. Shinde, M. S. Mane, R. T. Thokal, and B. L. Ayare, "Performance Evaluation of a Minor Irrigation Scheme," vol. 4, pp. 19–24, 2015.
- [6] A. Ababa, "Integrated water and land management research and capacity building

- priorities for Ethiopia Integrated water and land management research and capacity building priorities for Ethiopia,” no. December, 2002.
- [7] D. J. M. A. J. Clemmens, “Water uses and productivity of irrigation systems,” *Irrig. Sci.*, vol. 25, pp. 247–261, 2007, doi: <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0067-y>.
- [8] A. K. Mishra and P. S. Aithal, “Performance Assessment of Irrigation : A Case from Nepal-Asia,” pp. 1–20, 2022.
- [9] M. N. Hamka, K. Putra, R. Fauzi, and U. S. Saputri, “Comparison of irrigation performance assessment of D . I Cikahuripan according to irrigation network maintenance exploitation guidelines with fuzzy set theory,” vol. 03001, 2024.
- [10] E. E. DC Sirimewan, Aparna Samaraweera, NHC Manjula, Raufdeen Rameezdeen, MNN Rodrigo, “Strategies for sustainable irrigation system management: a socio-technical system approach,” *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 30, no. 2, pp. 436–455, 2021, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2021-0521>.
- [11] E. B. K. C. Nobe, *Irrigation Management In Developing Countries Current Issues And Approaches*. 2019.
- [12] Soewarno, *Hidrologi Operasional*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2000.
- [13] E. M. Ghahroodi, H. Noory, and A. M. Liaghat, “Performance evaluation study and hydrologic and productive analysis of irrigation systems at the Qazvin irrigation network (Iran),” *Agric. Water Manag.*, vol. 148, pp. 189–195, 2015, doi: [10.1016/j.agwat.2014.10.003](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.10.003).
- [14] F. Nurrochmad, “ANALISIS KINERJA JARINGAN IRIGASI,” *Agritech*, vol. 27, no. 4, pp. 182–190, 2007.
- [15] Ilham L, A Sulfanita, Andi Bustan Didi, and Adnan Adnan, “Analisa Debit Aliran Irigasi Saluran Induk Sawitto Terhadap Kebutuhan Air Sawah Di Kabupaten Pinrang,” *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 159–169, 2024, doi: [10.55606/jurritek.v3i1.2824](https://doi.org/10.55606/jurritek.v3i1.2824).
- [16] P. Umum, “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2012,” 2012.