INVESTIGASI KONDISI AWAL SUNGAI DAN BANGUNAN AIR DI HULU SUNGAI CIMADUR SEBAGAI DASAR PERENCANAAN REHABILITASI

Lilik Ariyanto[1], Arniza Fitri[2], Dian Pratiwi[3], Zelza Loenza[4], Noor Aliza Binti Ahmad[5]
[1,2,4] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Jalan Zainal Abidin Pagar Alam, Bandar Lampung, Indonesia
[1,2,4] Center of Excellence for Civil Engineering and Environmental, Universitas Teknokrat Indonesia, Jalan Zainal Abidin Pagar Alam, Bandar Lampung, Indonesia
[3] Program Studi Teknik Sumber Daya Lahan dan Lingkungan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Lampung, Jalan Bypass Sukarno Hatta Rajabasa Raya Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
[5] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, Johor, Malaysia

Email: lilikariyanto@teknokrat.ac.id, arniza@teknokrat.ac.id, dian.prtw22@polinela.ac.id, zelzaloenza@gmail.com, aliza@uthm.edu.my

ABSTRAK

Hulu Sungai Cimadur di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, menunjukkan permasalahan gerusan tebing dan gerusan lokal yang berkaitan dengan keberadaan infrastruktur sungai. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi geometri sungai, mengidentifikasi lokasi kerusakan dan bangunan air, serta merumuskan prioritas awal rehabilitasi. Pendekatan deskriptif-evaluatif diterapkan terhadap data pengukuran topografi, dokumentasi kondisi sungai dan foto udara, penampang melintang dan memanjang, serta inventarisasi bangunan air pada STA 29+000 – 47+500. Hasil evaluasi mengidentifikasi gerusan tebing pada STA 36+000 – 37+180, 44+950 – 45+200, dan 46+100 – 46+750 yang berpotensi memengaruhi permukiman dan lahan pertanian, serta gerusan lokal pada abutmen kanan jembatan di STA 40+900 – 41+100. Lebar sungai yang tercatat pada STA 37+500 dan 45+480 masing-masing sebesar 28 m dan 17,55 m, menunjukkan variasi geometri antarlokasi. Arahan rehabilitasi difokuskan pada perlindungan tebing dan pengendalian gerusan di sekitar abutmen jembatan. Berdasarkan evaluasi kualitatif terhadap jenis kerusakan, fungsi infrastruktur, dan objek yang berpotensi terdampak, pengamanan abutmen menjadi perhatian awal tertinggi. Hasil penelitian memberikan dasar pertimbangan teknis berbasis lokasi untuk perencanaan rehabilitasi, bukan penilaian risiko maupun keamanan struktur secara kuantitatif.

Kata Kunci: Sungai Cimadur, infrastruktur sungai, gerusan dan erosi sungai, investigasi sungai, rehabilitasi

ABSTRACT

The upper Cimadur River in Lebak Regency, Banten, exhibits riverbank erosion and local scour affecting river infrastructure. This study aims to evaluate river geometry, identify damaged reaches and hydraulic structures, and establish preliminary rehabilitation priorities. A descriptive-evaluative assessment was conducted using topographic survey data, river condition photographs and aerial documentation, cross-sectional and longitudinal profiles, and an inventory of hydraulic structures within STA 29+000 – 47+500. The assessment identified riverbank erosion at STA 36+000 – 37+180, 44+950 – 45+200, and 46+100 – 46+750, affecting areas near settlements and agricultural land, as well as local scour at the right abutmen of the bridge at STA 40+900 – 41+100. River widths of 28 m and 17,55 m were recorded at STA 37+500 and STA 45+480, respectively, demonstrating spatial differences in channel geometry. Preliminary rehabilitation measures focus on riverbank protection and bridge abutment scour mitigation. Based on a qualitative assessment of damage characteristics, infrastructure function, and potentially affected assets, bridge abutment protection receives the highest initial attention. The findings provide site-specific technical considerations for rehabilitation planning without constituting a quantitative structural safety or risk assessment.

Keywords: *Cimadur River, river infrastructure, river scour and erosion, river inventory, rehabilitation*

p-ISSN: 1858-4217, e-ISSN: 2622-710X, DOI: https://doi.org/10.31849/81azep56

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan sistem aliran alami yang mengalami perubahan morfologi akibat interaksi antara karakteristik aliran, angkutan sedimen, geometri saluran, serta sifat material penyusun dasar dan tebing sungai [1-3]. Dinamika tersebut dapat menyebabkan erosi tebing, perubahan elevasi dasar, dan ketidakstabilan alur yang berpotensi mengganggu fungsi sungai maupun infrastruktur di sekitarnya.

Aldefae et al. [4] menjelaskan bahwa stabilitas tebing sungai dipengaruhi oleh proses hidraulika, transportasi sedimen, dan karakteristik material tebing yang saling berkaitan. Vázquez-Tarrío et al. [5] menunjukkan bahwa pergerakan sedimen berperan dalam perubahan geometri saluran, pola erosi dan sedimentasi, serta peningkatan ketidakstabilan alur ketika terjadi aliran dengan debit tinggi. Kondisi tersebut menjadi semakin kompleks pada sungai di wilayah pegunungan yang memiliki karakteristik kemiringan dasar, kekasaran saluran, dan dinamika angkutan sedimen yang berbeda dibandingkan sungai berlereng landai [6]. Oleh karena itu, pemahaman terhadap kondisi fisik dan karakteristik kerusakan sungai diperlukan sebagai dasar untuk mengidentifikasi permasalahan serta merumuskan kebutuhan rehabilitasi yang sesuai dengan kondisi setempat.

Sungai Cimadur merupakan salah satu sungai utama di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, dengan luas daerah aliran sungai (DAS) sekitar 352,38 km² [2]. Bagian hulu sungai berada di kawasan pegunungan Kecamatan Cibeber, dengan kondisi topografi dan karakteristik aliran yang berpotensi memengaruhi proses erosi serta perubahan morfologi sungai. Berdasarkan hasil identifikasi kondisi sungai, beberapa ruas di hulu Sungai Cimadur mengalami gerusan tebing yang berpotensi mengancam kawasan permukiman dan lahan pertanian, serta gerusan lokal pada abutmen jembatan yang dapat memengaruhi keamanan infrastruktur penyeberangan [2], [3].

Permasalahan terkait kondisi sempadan dan kebutuhan rehabilitasi sungai juga telah dikaji di Indonesia. Sukmawati et al. [7] mengevaluasi kondisi ekologis dan daya dukung fungsi perlindungan sempadan sungai di DAS Merawu, Kabupaten Banjarnegara, untuk menentukan lokasi prioritas serta strategi rehabilitasi berdasarkan karakteristik lingkungan. Penelitian tersebut memperlihatkan pentingnya penilaian kondisi setempat dalam merumuskan arahan rehabilitasi. Namun, permasalahan pada hulu Sungai Cimadur memerlukan perhatian khusus terhadap kerusakan fisik tebing dan gerusan di sekitar bangunan air, sehingga identifikasi kondisi pada setiap ruas menjadi penting dalam menentukan kebutuhan penanganannya.

Perencanaan rehabilitasi sungai perlu mempertimbangkan karakteristik dan mekanisme kerusakan karena erosi tebing dan gerusan lokal pada bangunan air memerlukan pendekatan penanganan yang berbeda. Pinto et al. [8] mengembangkan metode pemilihan alternatif stabilisasi tebing melalui penilaian kondisi fisik, morfologi, dan hidraulika sungai, kemudian mengevaluasi kesesuaian solusi teknis berdasarkan karakteristik lokasi serta aliran. Sementara itu, Osroush et al. [9] menunjukkan bahwa gerusan lokal pada abutmen jembatan berkaitan dengan perubahan pola aliran dan pembentukan pusaran di sekitar struktur, serta dapat dikurangi melalui penerapan tindakan pengendalian gerusan yang sesuai [10], [11].

Piégay et al. [12] menekankan pentingnya pemahaman geomorfologi dalam mengidentifikasi proses penyebab kerusakan, mengevaluasi respons sungai, dan merencanakan intervensi yang sesuai dengan karakteristik fisiknya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perencanaan rehabilitasi tidak cukup hanya didasarkan pada keberadaan kerusakan, tetapi juga perlu memperhatikan lokasi, karakteristik kerusakan, kondisi alur sungai, serta fungsi infrastruktur yang berpotensi terdampak.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi fisik hulu Sungai Cimadur, mengevaluasi karakteristik kerusakan tebing dan gerusan lokal pada bangunan air, serta merumuskan kebutuhan dan prioritas awal penanganan rehabilitasi berdasarkan hasil pengukuran dan inventarisasi kondisi sungai. Penelitian difokuskan pada ruas sungai di kawasan Citorek, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, melalui identifikasi lokasi kerusakan berdasarkan stasioning (STA), analisis geometri sungai, dan inventarisasi bangunan air. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengintegrasian informasi karakteristik fisik sungai, sebaran kerusakan, dan keberadaan infrastruktur yang berpotensi terdampak dalam satu kerangka evaluasi berbasis lokasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar pertimbangan teknis dalam menentukan fokus dan prioritas awal rehabilitasi hulu Sungai Cimadur.

2. METODE PENELITIAN

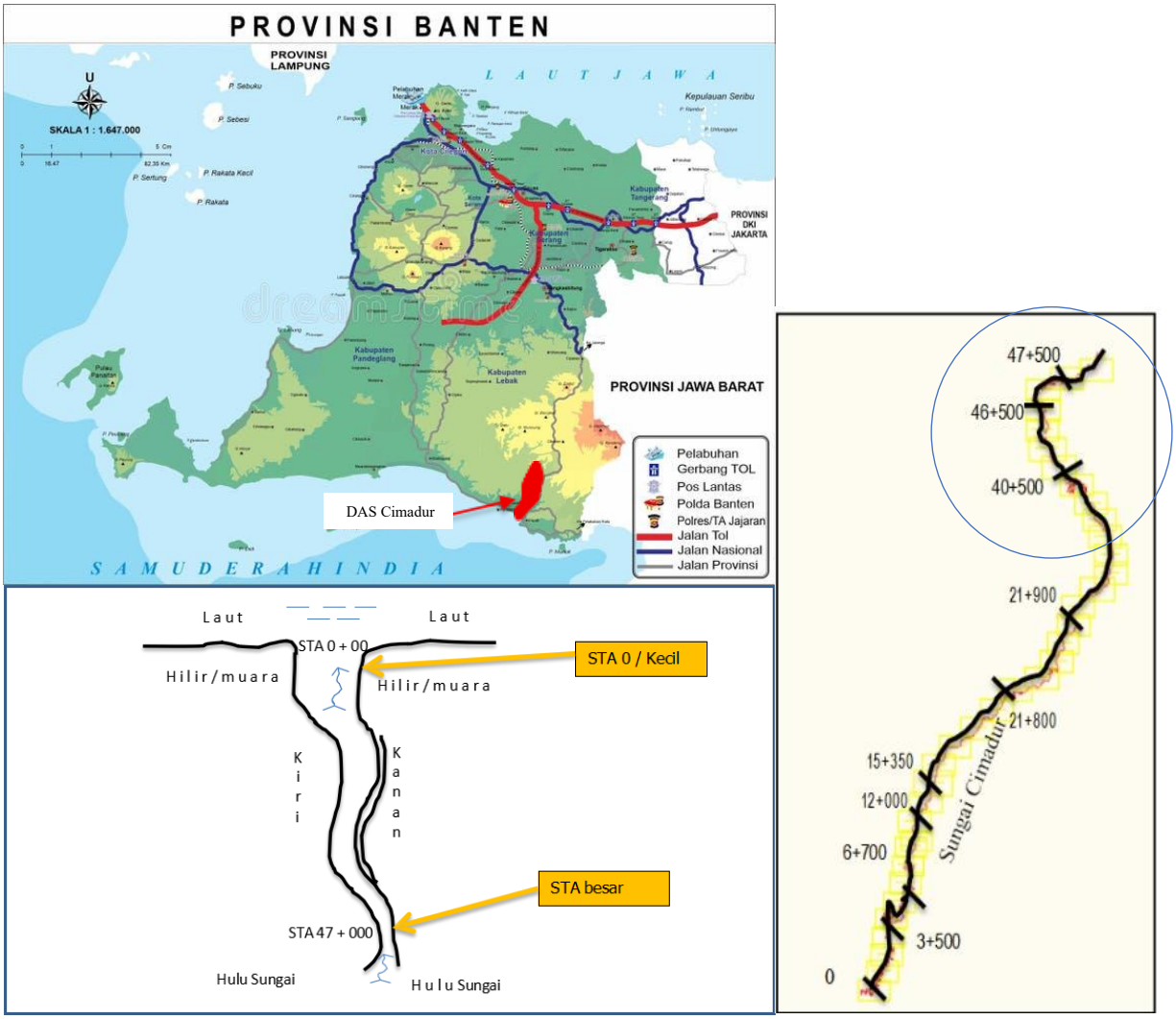
Wilayah Penelitian dan Pengumpulan Data

Penelitian ini difokuskan pada ruas hulu Sungai Cimadur di Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, dengan cakupan STA 29+000 – 47+500 yang meliputi kawasan Citorek Kidul, Citorek Tengah, Citorek Barat, dan Citorek Timur.

p-ISSN: 1858-4217, e-ISSN: 2622-710X, DOI: https://doi.org/10.31849/81azep56

Data yang dianalisis mencakup hasil pengukuran topografi, geometri sungai, pengamatan kondisi fisik dan morfologi alur, dokumentasi kerusakan, serta inventarisasi bangunan air. Identifikasi lokasi menggunakan sistem stasioning (STA) yang dimulai dari muara dan meningkat ke arah hulu sungai.

Penelusuran kondisi sungai dilakukan sepanjang alur dengan dukungan dokumentasi foto dan video udara menggunakan drone untuk mengidentifikasi lokasi kerusakan, kondisi tebing, serta keberadaan infrastruktur yang berpotensi terdampak. Lokasi dan sistem stasioning Sungai Cimadur disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema stasioning Sungai Cimadur dan cakupan lokasi penelitian.

Data topografi mencakup pengukuran kerangka horizontal menggunakan metode poligon terbuka dengan titik referensi yang ditentukan melalui Global Positioning System (GPS). Pengukuran sudut menggunakan teodolit Wild T2 dengan ketelitian pembacaan 1 detik busur, sedangkan pengukuran jarak menggunakan meteran dan dikontrol melalui pengukuran jarak optis. Pengukuran beda tinggi menggunakan alat sipat datar (waterpass), dengan referensi elevasi yang mempertimbangkan Mean Sea Level (MSL) berdasarkan pengamatan pasang surut di muara Sungai Cimadur. Kerangka pengukuran dilengkapi titik kontrol berupa benchmark (BM) dan control point (CP), serta patok pengukuran dengan interval sekitar 50 m.

Pengukuran situasi detail alur dan sempadan sungai menggunakan teodolit Wild T1 melalui metode takimetri dari titik kerangka pengukuran. Pengambilan titik detail mencakup perubahan morfologi alur, kondisi tebing, serta unsur alami dan buatan di sepanjang sungai, dengan kerapatan pengamatan sekitar 10 m untuk kebutuhan pemetaan skala 1:500. Sementara itu, data penampang melintang dan memanjang diperoleh melalui pengukuran menggunakan teodolit Wild T2 dengan interval penampang melintang sekitar 50–100 m dan

p-ISSN: 1858-4217, e-ISSN: 2622-710X, DOI: https://doi.org/10.31849/81azep56

cakupan pengukuran 50–100 m ke arah kiri dan kanan sungai. Posisi horizontal titik pengamatan terikat pada jaringan poligon, sedangkan posisi vertikal ditentukan menggunakan automatic level. Informasi yang diamati meliputi as sungai, dasar dan tebing sungai, perubahan bentuk medan, serta indikasi muka air banjir berdasarkan jejak fisik dan informasi masyarakat sekitar.

Inventarisasi kerusakan dan bangunan air dilakukan berdasarkan lokasi, karakteristik fisik, serta keberadaan infrastruktur di sepanjang alur. Identifikasi kerusakan mencakup gerusan tebing sungai dan gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan, sedangkan inventarisasi bangunan meliputi jenis, lokasi, dimensi yang tersedia, dan fungsi infrastruktur, seperti bendung dan jembatan. Data hasil pengukuran dan inventarisasi selanjutnya dikelompokkan berdasarkan lokasi STA untuk mendukung evaluasi kondisi sungai serta kebutuhan penanganan rehabilitasi. Komponen data dan metode pengumpulan data dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen data dan metode pengumpulan data penelitian

Komponen	Metode atau Peralatan	Informasi yang Diperoleh
Kerangka horizontal	GPS, poligon terbuka, teodolit Wild T2	Posisi dan koordinat titik kontrol
Kerangka vertikal	Waterpass, referensi elevasi MSL	Elevasi titik pengukuran
Situasi detail	Takimetri, teodolit Wild T1	Morfologi alur, tebing, dan unsur sekitar sungai
Penampang sungai	Teodolit Wild T2, automatic level	Lebar, kedalaman, elevasi, dan bentuk penampang
Kondisi kerusakan	Penelusuran alur, foto, video drone	Lokasi dan karakteristik kerusakan
Bangunan air	Inventarisasi jenis, lokasi, dan dimensi	Identifikasi bendung dan jembatan

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif dengan mengintegrasikan hasil pengukuran topografi, karakteristik geometri sungai, dokumentasi kondisi fisik, identifikasi kerusakan, dan inventarisasi bangunan air. Analisis geometri dilakukan melalui interpretasi dimensi penampang melintang dan profil memanjang untuk menggambarkan variasi lebar, kedalaman, elevasi dasar, dan bentuk alur sungai pada lokasi pengamatan.

Hasil identifikasi kerusakan selanjutnya dikelompokkan berdasarkan lokasi STA dan jenis permasalahan, yaitu gerusan tebing sungai dan gerusan lokal pada struktur jembatan.

Evaluasi kebutuhan rehabilitasi dilakukan dengan menghubungkan karakteristik kerusakan, kondisi fisik ruas sungai, keberadaan bangunan air, serta kawasan yang berpotensi terdampak. Gerusan tebing dievaluasi berdasarkan keterkaitannya dengan perlindungan permukiman dan lahan pertanian, sedangkan gerusan lokal pada abutmen ditinjau berdasarkan potensi gangguan terhadap struktur penyeberangan. Hasil evaluasi digunakan untuk merumuskan arahan penanganan dan menetapkan prioritas awal rehabilitasi secara kualitatif. Penentuan prioritas mempertimbangkan jenis kerusakan, fungsi infrastruktur, serta potensi konsekuensi terhadap aktivitas masyarakat, tanpa menggunakan pembobotan risiko kuantitatif atau perhitungan faktor keamanan struktur sebagai dasar klasifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

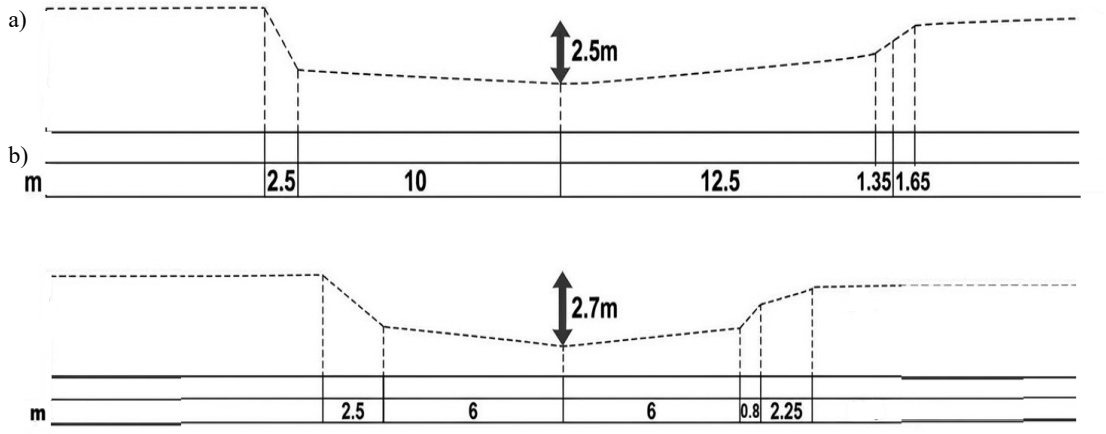
Karakteristik Hulu Sungai Cimadur

Hulu Sungai Cimadur berada pada kawasan dengan karakteristik topografi pegunungan yang memiliki variasi kemiringan dan morfologi alur. Wilayah bagian utara DAS Cimadur didominasi topografi pegunungan dengan elevasi mencapai sekitar 1.500 m di atas permukaan laut. Pola jaringan aliran cenderung paralel pada bagian utara dan berkembang menjadi dendritik pada bagian tengah DAS. Karakteristik tersebut menunjukkan variasi kondisi fisik yang berkaitan dengan dinamika aliran dan angkutan sedimen.

Mir dan Patel [6] menjelaskan bahwa sungai di wilayah pegunungan memiliki karakteristik aliran, morfologi dasar, dan transportasi sedimen yang dipengaruhi kemiringan saluran serta kondisi material penyusunnya.

Hasil pengukuran geometri menunjukkan variasi dimensi penampang. Pada STA 37+500 di Citorek Kidul, lebar atas sungai tercatat 28 m, kedalaman 2,5 m, dan elevasi dasar +608,993 m. Pada STA 45+480, lebar atas sungai 17,55 m, kedalaman 2,7 m, dan elevasi dasar +641,812 m. Perbedaan tersebut menggambarkan variasi geometri pada lokasi berbeda, bukan bukti perubahan penampang dari waktu ke waktu. Gambaran bentuk penampang melintang beberapa ruas hulu Sungai Cimadur disajikan pada Gambar 2.

p-ISSN: 1858-4217, e-ISSN: 2622-710X, DOI: https://doi.org/10.31849/81azep56



Gambar 2. Penampang melintang Sungai Cimadur Hulu, a) STA 37+500 dan b) STA 45+480

Identifikasi Kerusakan Alur Sungai

Berdasarkan hasil identifikasi kondisi alur sungai, ditemukan tiga ruas yang mengalami gerusan tebing yaitu STA 36+000 – 37+180, STA 44+950 – 45+200, dan STA 46+100 – 46+750. Ketiga lokasi berdekatan dengan kawasan permukiman dan persawahan yang berpotensi terdampak.

Selain itu, ditemukan gerusan lokal pada abutmen kanan jembatan di STA 40+900 – 41+100. Dokumentasi keempat ruas yang teridentifikasi disajikan pada Gambar 3 sebagai gambaran visual kondisi kerusakan dan infrastruktur di sekitarnya.



Gambar 3. Dokumentasi gerusan tebing dan gerusan lokal: (a) STA 36+000–37+180; (b) STA 40+900–41+100; (c) STA 44+950–45+200; (d) STA 46+100–46+750.

Dokumentasi memperlihatkan perbedaan permasalahan pada setiap lokasi. Gerusan tebing berkaitan dengan perlindungan badan sungai dan kawasan sekitarnya, sedangkan gerusan lokal pada struktur jembatan memerlukan perhatian terhadap abutmen dan dasar sungai. Pinto et al. [8]

menekankan bahwa tindakan stabilisasi tebing perlu disesuaikan dengan kondisi fisik, morfologi, dan hidraulika lokasi. Identifikasi berdasarkan STA memberikan dasar spasial bagi penyusunan kebutuhan penanganan.

Rangkuman lokasi, jenis kerusakan, dan objek yang berpotensi terdampak pada keempat ruas tersebut disajikan pada Tabel 2. Pengelompokan ini menunjukkan bahwa tiga ruas memerlukan perhatian terhadap perlindungan tebing, sedangkan satu ruas berkaitan dengan pengamanan abutmen jembatan.

Tabel 2. Identifikasi lokasi dan karakteristik kerusakan

STA	Kerusakan	Objek terdampak
36+000–37+180	Terdapat gerusan tebing sebelah kanan aliran Sungai Cimadur.	Permukiman, sawah
40+900–41+100	Terjadi gerusan lokal yang menyebabkan abutmen jembatan bagian kanan tergerus.	Jembatan
44+950–45+200	Terdapat gerusan tebing sebelah kanan dan kiri aliran Sungai Cimadur.	Permukiman, sawah
46+100–46+750	Terdapat gerusan tebing sebelah kanan aliran Sungai Cimadur.	Permukiman, sawah

Gerusan Lokal pada Jembatan

Pada STA 40+900–41+100 teridentifikasi gerusan lokal yang mengenai abutmen kanan jembatan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3(b). Kerusakan tersebut merupakan permasalahan yang berbeda dari erosi tebing karena berkaitan langsung dengan struktur penyeberangan. Secara hidraulis, keberadaan abutmen dapat mengubah pola aliran dan menimbulkan pusaran yang menyebabkan perpindahan material dasar sungai.

Osroush et al. [9] menunjukkan bahwa perubahan pola aliran di sekitar abutmen berkaitan dengan terbentuknya gerusan lokal dan bahwa pengendalian pola aliran dapat mengurangi kedalaman gerusan. Berdasarkan karakteristik kerusakan yang teridentifikasi, pengamanan abutmen dan pengendalian gerusan lokal menjadi fokus penanganan pada lokasi ini. Alternatif rehabilitasi dapat diarahkan pada perlindungan dasar sungai dan pengendalian kondisi aliran di sekitar struktur. Namun, penentuan jenis dan dimensi bangunan perlindungan tetap harus mempertimbangkan kesesuaian teknis dengan karakteristik lokasi.

Inventarisasi Bangunan Air

Hasil inventarisasi menunjukkan keberadaan sejumlah bangunan air dan infrastruktur penyeberangan di kawasan hulu Sungai Cimadur, meliputi bendung, jembatan permanen, dan jembatan gantung. Di kawasan Citorek Timur teridentifikasi Bendung Gurarog serta bangunan penyeberangan, sedangkan infrastruktur jembatan lainnya terdapat di kawasan Citorek Tengah, Citorek Barat, dan Citorek Kidul.

Inventarisasi bangunan air digunakan untuk menghubungkan kondisi fisik sungai dengan keberadaan dan fungsi infrastruktur yang berpotensi terdampak. Kondisi bendung berkaitan dengan pengaturan aliran dan stabilitas dasar sungai, sedangkan keberadaan jembatan memerlukan perhatian terhadap kondisi tumpuan dan kemungkinan gerusan di sekitar struktur.

Piégay et al. [12] menekankan pentingnya pemahaman karakteristik geomorfologi dalam menentukan pendekatan rehabilitasi yang sesuai dengan kondisi sungai. Oleh karena itu, informasi bangunan air menjadi komponen pendukung dalam evaluasi kebutuhan penanganan secara terintegrasi. Untuk memperjelas hubungan antara jenis bangunan, wilayah keberadaan, dan aspek teknis yang relevan dengan evaluasi rehabilitasi, contoh bangunan air yang teridentifikasi di kawasan Citorek dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Contoh bangunan air yang teridentifikasi di kawasan Citorek

Bangunan	Wilayah	Pemeriksaan lanjutan
Bendung Gurarog	Citorek Timur	Mercu, pondasi, gerusan hilir
Jembatan permanen	Citorek Timur/Tengah	Abutmen dan fondasi
Jembatan gantung	Citorek Timur/Barat/Kidul	Tumpuan dan kondisi tebing

Data inventarisasi menunjukkan keberadaan infrastruktur dengan fungsi yang berbeda. Informasi jenis bangunan, wilayah, serta aspek teknis yang perlu diperhatikan digunakan sebagai dasar pengelompokan kebutuhan rehabilitasi, bukan sebagai hasil pengujian kekuatan atau keamanan struktur.

Arahan dan Prioritas Awal Rehabilitasi

Hasil evaluasi menunjukkan perbedaan karakteristik kerusakan sebagai dasar penentuan kebutuhan rehabilitasi. Penanganan STA 36+000–37+180, STA 44+950–45+200, dan STA 46+100–46+750 diarahkan pada perlindungan tebing, terutama di dekat permukiman dan persawahan. Pada STA 40+900–41+100 fokus penanganan diarahkan

pada pengamanan abutmen dan pengendalian gerusan lokal.

Prioritas awal ditentukan secara kualitatif berdasarkan jenis kerusakan, fungsi infrastruktur, dan potensi konsekuensi di sekitar lokasi. Gerusan lokal pada abutmen mendapat perhatian utama, sedangkan tiga ruas gerusan tebing masuk kategori prioritas tinggi. Klasifikasi ini bukan hasil penghitungan risiko atau keamanan struktur secara kuantitatif; penilaian kondisi geomorfologi dapat mendukung keputusan rehabilitasi sebagaimana dijelaskan Fryirs [13].

Arahan dan urutan perhatian awal untuk masing-masing ruas dirangkum dalam Tabel 4. Kategori prioritas pada tabel merupakan hasil pertimbangan kualitatif atas fungsi infrastruktur dan objek yang berpotensi terdampak, bukan skor risiko terukur.

Tabel 4. Arahan prioritas awal rehabilitasi

STA	Fokus dan alternatif pemecahan masalah	Prioritas
36+000–37+180	• Perlindungan tebing • Di lokasi ini perlu dibuat bangunan perkuatan tebing sebelah kanan aliran sungai.	Tinggi
40+900–41+100	• Pengamanan abutmen • Di lokasi ini perlu dibuat bangunan penguat atau pelindung abutmen berupa bending konsolidasi (groundsill)	Sangat tinggi
44+950–45+200	• Perlindungan tebing • Di lokasi ini perlu dibuat bangunan perkuatan tebing sebelah kanan dan kiri aliran sungai.	Tinggi
46+100–46+750	• Perlindungan tebing • Di lokasi ini perlu dibuat bangunan perkuatan tebing sebelah kanan dan kiri aliran sungai.	Tinggi

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi pada ruas hulu Sungai Cimadur STA 29+000–47+500 memperlihatkan variasi geometri penampang dan mengidentifikasi empat ruas bermasalah. Gerusan tebing terdapat pada STA 36+000–37+180, 44+950–45+200, dan 46+100–46+750, dengan permukiman serta persawahan sebagai objek yang berpotensi terdampak. Gerusan lokal teridentifikasi pada abutmen kanan jembatan di STA 40+900–41+100. Hasil pengukuran menunjukkan lebar atas sungai 28 m dan kedalaman 2,5 m pada STA 37+500, serta lebar 17,55 m dan kedalaman 2,7 m pada STA 45+480. Perbedaan tersebut mencerminkan variasi geometri pada lokasi pengamatan, bukan bukti perubahan penampang dari waktu ke waktu. Inventarisasi juga menunjukkan keberadaan bendung, jembatan permanen, dan jembatan gantung pada kawasan Citorek.

Perbedaan karakteristik kerusakan menunjukkan bahwa kebutuhan rehabilitasi tidak dapat diseragamkan untuk seluruh ruas. Tiga lokasi gerusan tebing memerlukan perhatian pada perlindungan badan sungai dan kawasan di sekitarnya, sedangkan lokasi gerusan abutmen memerlukan fokus pada pengamanan struktur penyeberangan dan pengendalian gerusan lokal. Berdasarkan penilaian kualitatif atas jenis kerusakan, fungsi infrastruktur, dan potensi konsekuensinya, pengamanan abutmen ditempatkan sebagai prioritas awal sangat tinggi, sementara perlindungan ketiga ruas tebing sebagai prioritas tinggi. Klasifikasi ini merupakan arahan awal penanganan dan tidak merepresentasikan hasil perhitungan risiko atau faktor keamanan struktur. Integrasi data geometri, lokasi STA, dokumentasi kondisi fisik, dan inventarisasi bangunan air menyediakan dasar pertimbangan teknis untuk perencanaan rehabilitasi hulu Sungai Cimadur.

Penelitian lanjutan disarankan mencakup analisis hidrologi dan hidraulika untuk mengevaluasi karakteristik debit serta pola aliran, perhitungan kedalaman gerusan pada tebing dan abutmen jembatan, serta pemantauan penampang melintang sungai secara berkala untuk mengidentifikasi perubahan geometri dari waktu ke waktu. Hasil kajian tersebut diharapkan dapat menjadi dasar kuantitatif dalam menentukan jenis, dimensi, dan lokasi bangunan pengaman yang sesuai dengan kondisi setempat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Teknokrat Indonesia atas dukungan berkelanjutan terhadap kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam pelaksanaan pengumpulan data yang sangat penting untuk penyelesaian penelitian ini melalui program Hibah Publikasi Terindeks Scopus (HiPuTS) Tahun 2026, berdasarkan Nomor Kontrak: 020/UTI/LPPMI/E.1.1/VIII/2026.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Fitri, A., Maulud, K.N.A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P. and Zuhairi, N.Z., 2021. Spatial and temporal distribution of dissolved oxygen and suspended sediment in Kelantan river basin. In: Atlantis Press, 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020). Yogyakarta, Indonesia, 13–14 October 2020. Atlantis Press: Paris, pp.51-54.

[2] Fitri, A., Nurul Hadie, M.S., Agustina, A., Pratiwi, D., Susarman, Pramita, G. and Salah, H.R.A., 2021. Analyses of flood peak discharge in Cimadur river basin, Banten Province, Indonesia. E3S Web of Conferences, 331, p.08006.

[3] Kastamto, Fitri, A., Agustina, A., Susarman, Pramita, G. and Pratiwi, D., 2023. Flood analyses at downstream of Cimadur River in Upper Cimadur Basin using HEC-RAS. E3S Web of Conferences, 464, p.02009.

[4] Aldefae, A.H., Al-Khafaji, R.A., Shamkhi, M.S. and Kumar, H.Q., 2020. Erosion, sediments transport and riverbank stability: A review. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 901 (1), p.012014.

[5] Vázquez-Tarrío, D., Menéndez-Duch, A., Ruiz-Villanueva, V. and Lucía, A., 2024. Effects of sediment transport on flood hazards: Lessons learned and remaining challenges. Geomorphology, 446, p.108976.

[6] Mir, A.A. and Patel, M., 2024. A comprehensive review on sediment transport, flow dynamics, and hazards in steep channels. Journal of Water Management Modeling, 32, p.C517.

[7] Sukmawati, J.G., Widiyatno and Suryatmojo, H., 2023. Rehabilitation strategy for restoration of riverbank protection function in the Merawu Watershed, Banjarnegara Regency. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1199 (1), p.012035.

[8] Pinto, A.A.S., Fernandes, L.F.S. and Maia, R.J.F.O., 2019. A method for selecting suitable technical solutions to support sustainable riverbank stabilisation. Area, 51 (2), pp.285-298.

[9] Osroush, M., Hosseini, S.A. and Kamanbedast, A.A., 2021. Countermeasures against local scouring around bridge abutments: Combined system of collar and slot. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 45 (1), pp.11-25.

[10] Fitri, A., Maulud, K.N.A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F. and Zuhairi, N.Z., 2021. Evaluation of the Groundsill's stability at downstream of 'Citorek' Bridge in Cimadur River, Banten Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 880 (1), p.012029.

[11] Fitri, A., Yao, L., Pratiwi, D. and Phelia, A., 2021. Effectiveness of a groundsill structure in reducing scouring problem at Cimadur River, Banten Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 880 (1), p.012026.

[12] Piégay, H., et al., 2023. Why consider geomorphology in river rehabilitation?. Land, 12 (8), p.1491.

[13] Fryirs, K.A., 2015. Developing and using geomorphic condition assessments for river rehabilitation planning, implementation and monitoring. WIREs Water, 2 (6), pp.649-667.