

Tinjauan Pemeliharaan Sungai Hubai berdasarkan Penilaian Kinerja Kondisi Sungai

Deliana Mangisu¹, Wika Matana Nion², Davi Ivan R Jansen³

Civil Engineering, Cenderawasih University, Jayapura^{1,2,3}

e-mail: dmangisu001@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Hubai ialah salah satu Daerah Aliran Sungai yang terdapat di daerah Jayapura. Memiliki karakter topografi yang kompleks, meliputi pegunungan, dataran, serta rawa, yang secara signifikan memengaruhi dinamika hidrologinya. Dalam beberapa tahun terakhir, tempat ini kerap mengalami luapan air akibat curah hujan berintensitas tinggi selama 1–3 jam, yang berpotensi menyebabkan banjir serta kerusakan di infrastruktur dan lingkungan lebih kurang. Penelitian ini bertujuan buat menilai kondisi morfologi dan kinerja Sungai Hubai, sekaligus menentukan tindakan pemeliharaan yang diharapkan berdasarkan hasil analisis lapangan. Metode penelitian menggunakan pendekatan evaluatif-naratif dengan teknik pengumpulan data melalui survei lapangan, wawancara, dan studi literatur. Data yang diperoleh dianalisis memakai metode evaluasi skor (scoring) berdasarkan parameter kondisi fisik dan morfologi sungai, mengacu pada SE Dirjen SDA No. 05/SE/D/2016 yg sudah dimodifikasi. Hasil penelitian memberikan bahwa nilai indeks kinerja Sungai Hubai berada pada kisaran 40–77, yang menandakan variasi kondisi dari jelek hingga cukup baik. Beberapa segmen sungai membagikan degradasi bentuk alur dan penurunan kapasitas tampung dampak sedimentasi serta erosi tebing. sesuai temuan tersebut, tindakan pemeliharaan prioritas yg disarankan meliputi normalisasi alur sungai, perbaikan serta penguatan tanggul, dan penanaman vegetasi pelawan erosi di sepanjang sempadan sungai. Temuan ini menegaskan pentingnya aplikasi pemeliharaan sungai secara bersiklus serta berkelanjutan guna menjaga stabilitas morfologi, menaikkan kapasitas hidraulik, serta mempertahankan fungsi Sungai Hubai sebagai sistem pengendali banjir serta pendukung keseimbangan lingkungan.

Kata Kunci: Sungai Hubai, Morfologi Sungai, Kinerja Sungai, Pemeliharaan Sungai

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara yang rentan terhadap bencana banjir dengan frekuensi kejadian yang relatif tinggi (Deliana et al., 2024). Perubahan pola iklim yang tidak menentu disertai peningkatan intensitas curah hujan menjadi faktor utama penyebab banjir. Selain itu, beberapa hal lain juga turut memengaruhi terjadinya banjir, seperti cuaca ekstrem, berkurangnya area resapan air atau ruang hijau, meluapnya aliran sungai, buruknya sistem drainase, serta kondisi tata ruang wilayah (Leandro et al., 2016). Menurut Hermon (2012), faktor penyebab banjir dapat dikelompokkan menjadi lima hal penting, yakni: curah hujan tinggi, menurunnya kapasitas retensi daerah aliran sungai (DAS), perencanaan dan pembangunan alur sungai yang tidak sesuai, pendangkalan akibat sedimentasi, serta kesalahan dalam tata ruang dan pembangunan infrastruktur. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berupa kerusakan rumah dan infrastruktur, tetapi juga dapat mengganggu aktivitas masyarakat, menyebabkan kerugian ekonomi, hingga menimbulkan longsor di sekitar tebing sungai (Deliana et al., 2024). Sungai, menurut Soewarno (1991), merupakan alur alami di permukaan bumi yang berfungsi menyalurkan air dari daerah hulu ke hilir. Agar fungsi sungai tetap optimal, diperlukan kegiatan pemeliharaan yang mencakup pengawasan, perawatan, dan perbaikan terhadap kondisi fisik maupun infrastruktur sungai. Kegiatan ini berperan penting dalam mencegah kerusakan dini melalui proses pemantauan dan evaluasi kondisi kinerja sungai secara berkala. Sungai Hubai sendiri memiliki karakter topografi yang kompleks — meliputi daerah pegunungan, dataran, dan rawa — yang sangat memengaruhi siklus hidrologinya. Dalam enam tahun terakhir, wilayah ini sering mengalami luapan air ketika curah hujan tinggi, sehingga mengakibatkan banjir di beberapa titik yang merusak properti, infrastruktur, dan bentuk fisik sungai. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai kondisi morfologi Sungai Hubai berdasarkan kinerja sungai dan menentukan langkah pemeliharaan yang tepat untuk menjaga fungsinya secara berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kondisi morfologi Sungai Hubai berdasarkan nilai kinerja sungai serta merumuskan tindakan pemeliharaan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Pemeliharaan Sungai

Menurut Yunanto et al. (2016), pemeliharaan sungai merupakan kegiatan yang dilakukan secara rutin maupun berkala untuk menjaga dan memperbaiki kondisi fisik sungai serta infrastruktur pendukungnya, agar fungsi sungai sebagai pengalir air, pengendali banjir, dan penopang ekosistem tetap berjalan optimal.

Kegiatan pemeliharaan sungai bertujuan menjaga kondisi alami alur dan ruang sungai agar aliran air dapat mengalir dengan lancar tanpa menimbulkan bencana atau kerusakan lingkungan. Ruang sungai perlu dikelola dengan memperhatikan keseimbangan antara fungsi ekologis dan kebutuhan manusia.

Secara umum, kegiatan pemeliharaan sungai meliputi pemeliharaan ruang sungai, pengendalian pemanfaatan ruang sungai, perawatan dataran banjir, serta pengaturan pemanfaatan lahan di area banjir. Upaya-upaya tersebut dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan badan sungai dari sedimen, melakukan normalisasi alur, melindungi stabilitas morfologi, dan mencegah alih fungsi lahan di sekitar kawasan sungai.

Penilaian Kinerja Sungai

Penilaian kinerja sungai merupakan proses evaluasi terhadap kondisi fisik dan fungsi sungai serta infrastruktur pelengkapnya berdasarkan kriteria teknis tertentu untuk mengetahui tingkat kerusakan dan kemampuan sungai dalam menjalankan fungsinya (Yunanto et al., 2016).

Menurut Pranida et al. (2022), kegiatan ini dilakukan untuk menilai kondisi fisik, fungsi hidrologis, serta tingkat pelayanan sungai dan sarana pendukungnya melalui metode skoring yang didasarkan pada hasil pengamatan langsung di lapangan.

Dari berbagai pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa penilaian kinerja sungai merupakan suatu bentuk evaluasi teknis yang bertujuan untuk menilai kondisi fisik, hidrologi, dan infrastruktur sungai menggunakan kriteria standar tertentu. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk menentukan tindakan pemeliharaan yang diperlukan agar fungsi sungai dapat dipertahankan secara optimal.

Tabel 1 berikut menjelaskan kategori nilai kinerja sungai berdasarkan kondisi dan tindakan pemeliharaan yang sesuai:

Tabel 1 Nilai Kinerja

Nilai Kinerja	Kategori		
	Kondisi	Pemeliharaan	Keterangan
➤ 90%	Sangat baik	Preventif	Kinerja 0 – 100
70 – 90%	Baik	Ringan	
50 – 70%	Cukup Baik	Korektif	
< 50%	Buruk	Rehabilitatif	

Sumber : Standart Nilai Kinerja

Morfologi Sungai

Asdak (2018) mendefinisikan morfologi sungai menjadi bentuk fisik sungai yang meliputi alur, dasar, tebing, dan dataran banjir yang terbentuk akibat hubungan antara sirkulasi air, sedimen, dan kondisi geologi daerah.

sementara itu, Nasution dan Sutriyono (2022) menjelaskan bahwa morfologi sungai mencerminkan ekuilibrium antara proses erosi, transportasi, dan sedimentasi. Gangguan terhadap keseimbangan ini bisa mengubah bentuk sungai, mirip terjadinya pendangkalan, perpindahan alur, atau erosi tebing.

Secara umum , morfologi sungai bisa mendeskripsikan dinamika fisik serta fungsi sungai dalam mengatur aliran air, mengendalikan banjir, serta menjaga kestabilan lahan di sekitarnya. oleh karena itu, pemahaman terhadap morfologi sungai sebagai dasar penting dalam upaya pengelolaan dan konservasi sungai secara berkelanjutan.

Penelitian ini dilakukan di wilayah aliran Sungai Hubai, tepatnya di segmen di lebih kurang Jembatan 2, Sentani Timur, Kabupaten Jayapura. Panjang segmen yang sebagai objek kajian artinya sekitar 0,587 km, dengan koordinat hulu di $2^{\circ}32'47.\text{dua}''\text{S}$ serta hilir pada $140^{\circ}28'25.8''\text{E}$. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi morfologi sungai yang bervariasi yang mencerminkan gradasi taraf kestabilan, berasal bagian yang cukup baik hingga daerah yang mengalami perubahan atau kerusakan bentuk fisik alur.



Gambar 1 Lokasi Studi – Sungai Hubai dan sekitar

Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri berasal data primer dan data sekunder.

- Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan, meliputi observasi syarat fisik sungai, pengukuran dimensi alur, dan dokumentasi visual di titik-titik pengamatan.
- Data sekunder diperoleh asal instansi terkait pada bentuk dokumen teknis, peta, serta referensi literatur yang mendukung analisis.

Selain observasi, dilakukan juga wawancara dengan pihak berwenang serta masyarakat setempat guna memperoleh informasi tambahan terkait kondisi sungai dan aktivitas pemeliharaan yang pernah dilakukan.

Buat menilai taraf kinerja sungai, digunakan metode penilaian skoring sesuai pembobotan kondisi morfologi fisik sungai. Metode ini mengacu di beberapa referensi, seperti Sakinah & Agoes (2019), Ruzardi (2020), dan Surat Edaran Dirjen SDA No. 05/SE/D/2016, yang kemudian dimodifikasi agar mendekati ciri - ciri Sungai Hubai.

Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap utama, yaitu:

1. Pengumpulan Data
 - o Melakukan pengamatan lapangan di sepanjang alur sungai guna mendapatkan data syarat morfologi dan infrastruktur sungai.
 - o Mengumpulkan data sekunder berupa dokumen pendukung berasal instansi terkait.
2. Identifikasi syarat Sungai dan Infrastruktur
 - o Pengamatan dilakukan dari hulu sampai hilir buat mengidentifikasi kondisi fisik, fungsi morfologi, dan kondisi bangunan pelengkap sungai mirip tanggul dan pengendali banjir.
- tiga. Analisis Kinerja Sungai serta Infrastruktur
 - o Setiap segmen sungai dibagi menjadi beberapa titik pengamatan. Masing-masing titik dievaluasi sesuai kondisi fisik serta fungsionalnya memakai kriteria dalam SE DJSDA No.05/SE/D/2016.
 - o hasil penilaian diklasifikasikan ke dalam kategori sangat baik, baik, cukup baik, serta jelek sesuai menggunakan tingkat risiko kerusakan.
4. Penentuan Tindakan Pemeliharaan
 - o sesuai akibat penilaian dan pembagian terstruktur mengenai kinerja, ditentukan jenis tindakan pemeliharaan yang paling sesuai, yaitu preventif, korektif, atau rehabilitatif.

Penilaian Kinerja Sungai

Tujuan dari penilaian kinerja sungai dan infrastruktur sungai adalah untuk:

- Memperoleh data kondisi aktual sungai dan infrastrukturnya,
- Menentukan nilai kinerja sungai, dan
- Memberikan rekomendasi langkah untuk mempertahankan atau meningkatkan kinerja sungai

Penilaian dilakukan terhadap kondisi fisik dan fungsi Sungai, penilaian ini dikategorikan menjadi seperti *sangat baik, baik, cukup baik, dan buruk* yang dikaitkan dengan tingkat risiko (*sangat kecil hingga tinggi*).

Kategori Tindakan Pemeliharaan

Setelah penilaian morfologi dan fisik Sungai dilakukan, ditentukan jenis tindakan pemeliharaan yang sesuai berdasarkan hasil analisis dan data lapangan (Alfarobi & Tujni, 2023).

Kategori pemeliharaan ditetapkan seperti pada Tabel berikut :

Tabel 2. Skala kegiatan pemeliharaan

Nilai Kinerja	Kategori Kondisi	Jenis Pemeliharaan	Skala Kegiatan
>90%	Sangat baik (risiko sangat kecil)	Preventif	Pemeliharaan rutin/berkala
70–90%	Baik (risiko rendah)	Preventif	Perbaikan ringan
50–70%	Cukup baik (risiko sedang)	Korektif	Pemeliharaan khusus/perbaikan berat
<50%	Buruk (risiko sangat tinggi)	Rehabilitatif	Rehabilitasi atau pembangunan ulang

3. HASIL

Karakteristik Morfologi Sungai Berdasarkan Nilai Kinerja Sungai Hubai

Tinjauan dilakukan terhadap alur Sungai Hubai dan dibagi dalam beberapa segmen yang mengacu pada kondisi adanya kerusakan Sungai tersebut. Hal ini dilakukan karena keterbatasan peneliti, maka dibagi dalam beberapa stasiun saja yakni sta 0 +000 sampai dengan sta 0+465 (berdasarkan ada tidaknya kerusakan di tempat tersebut).



Gambar 2. Titik Sta 0+000 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 3. Titik Sta 0+055 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 4. Titik Sta 0+100 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 5. Titik Sta 0+200 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 6. Titik Sta 0+300 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 7. Titik Sta 0+400 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 8. Titik Sta 0+465 Tanggul Sungai Hubai



Gambar 9. Titik Sta 0+465 dari atas- Sungai Hubai

Tabel 4.1 berikut menampilkan nilai kinerja sungai pada masing-masing titik pengamatan, yang diperoleh dari hasil survei lapangan dan analisis pembobotan berdasarkan parameter kondisi morfologi sungai dan fisik sungai. Hasil survei lapangan tersebut, kemudian dimasukkan dalam pembobotan dengan mengacu pada modifikasi dalam peraturan SE No.05/SE/D/2016.

Tabel 3. Nilai Kinerja dan Pemeliharaan yang dibutuhkan di Sungai Hubai

Point Sungai	Morfologi sungai	Nilai Kinerja		Aksi Pemeliharaan
		Infrastruktur sungai	Rata-rata	
Sta 0+000				Preventif
Point 1	72	77	74,5	
Point 2	71	75	73	
Point 3	72	75	73,5	
Point 4	70	74	72	

Sta 0+055				
Point 6	72	74	73	Preventif/Ringan
Point 7	71	72	71,5	
Point 8	72	72	72	
Point 9	70	53	61,5	
Sta 0+100				Korektif
Point 10	60	58	59	
Point 11	62	55	58,5	
Point 12	64	57	60,5	
Point 13	58	53	55,5	
Sta 0+200				Korektif
Point 14	61	64	62,5	
Point 15	60	61	60,5	
Point 16	58	59	58,5	
Point 17	60	60	60	
Sta 0+300				Rehab
Point 18	50	45	47,5	
Point 19	47	42	44,5	
Point 20	43	50	46,5	
Point 21	48	46	47	
Sta 0+400				Rehab
Point 22	57	40	48,5	
Point 23	55	42	48,5	
Point 24	53	40	46,5	
Point 25	55	44	49,5	
Sta 0+465				Rehab
Point 26	57	40	48,5	
Point 27	60	42	51	
Point 28	53	40	46,5	
Point 29	55	44	49,5	

Sumber : hasil Analisa

Pemeliharaan yang dibutuhkan.

Berdasarkan hasil pengamatan dan Analisa Lokasi studi dengan melihat indeks Kinerja Sungai yang masuk kondisi Cukup hingga jelek, maka pemeliharaan yang dibutuhkan untuk DAS Hubai di Lokasi studi adalah Pemeliharaan Preventif/Ringan, Pemeliharaan Korektif dan Rehab/Pemeliharaan darurat.

4. PEMBAHASAN

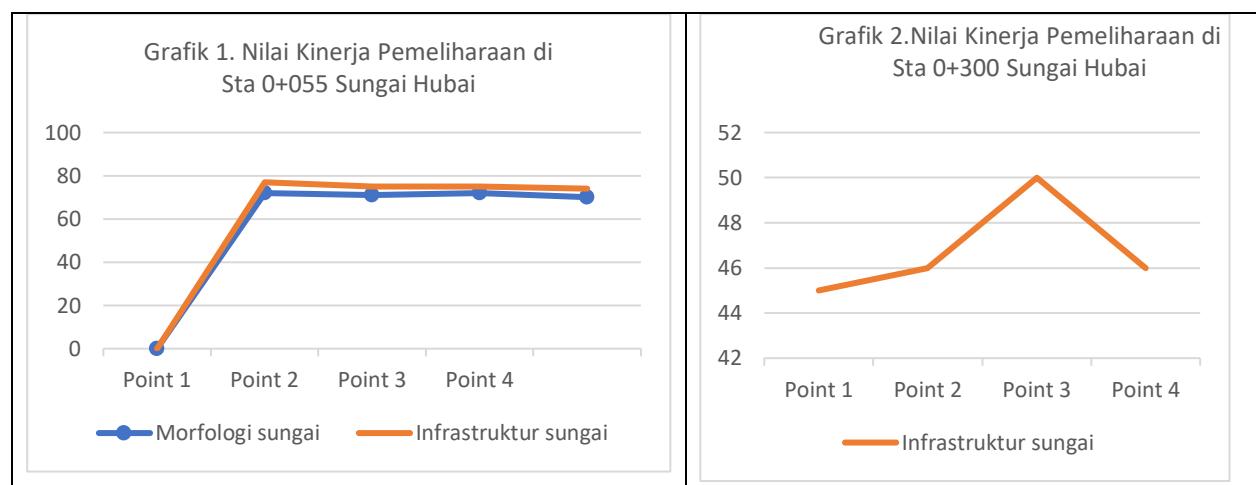
Nilai Kinerja Sungai Berdasarkan Morfologi Sungai Hubai

Berdasarkan hasil survei Morfologi di Sta 0+000 dan Sta 0+055 serta hasil Analisa hitungan nilai indeks kerja Sungai menunjukkan bahwa nilai kinerja morfologi sungai sebesar 72 hingga 74,5 dimana hal ini termasuk dalam kategori “baik” berdasarkan klasifikasi SE Dirjen SDA No. 05/SE/D/2016. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa secara

umum fungsi morfologi sungai masih berjalan dengan baik, namun terdapat indikasi gangguan fisik ringan yang berpotensi menurunkan kapasitas aliran apabila tidak segera ditangani.

Hasil observasi lapangan Sta 0+055 seperti di gambar (Gambar 2 dan 3), terlihat bahwa alur sungai mengalami penumpukan sedimen berwarna kecokelatan di sekitar bangunan pengendali. Kondisi ini menunjukkan proses sedimentasi aktif yang disebabkan oleh erosi lahan di bagian hulu dan kurangnya vegetasi penahan tanah pada tebing Sungai serta masih adanya penambangan di hulu. Selain itu, permukaan bangunan mengalami pelapukan dan endapan lumpur, yang dapat menghambat fungsi pengaliran air secara optimal.

Dengan kondisi tersebut, tentu diperlukan tindakan pemeliharaan korektif ringan, seperti pengerukan sedimen (normalisasi), pembersihan endapan di sekitar bangunan, serta menjaga stabilitas morfologi. Upaya ini penting dilakukan agar nilai kinerja sungai dapat dipertahankan atau ditingkatkan ke kategori sangat baik, sekaligus mencegah penurunan kapasitas tampung di masa mendatang.



Untuk Sta 0+100 dan Sta 0+200 hasil Analisa hitungan nilai indeks kini menunjukkan bahwa fungsi morfologi sungai masih dapat berjalan, namun terdapat beberapa gangguan fisik yang mulai mempengaruhi kestabilan alur dan kapasitas tampung sungai. Hal ini juga tergambar dari hasil hitung yang diperoleh yakni diantara 53 hingga 64 dimana hal ini termasuk kategori kurang.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5, kondisi lapangan memperlihatkan alur sungai yang mengalami pendangkalan dan penumpukan material sedimen berwarna kecokelatan, terutama di sekitar bangunan pengendali dan tikungan sungai. Selain itu, tebing sungai di beberapa titik tampak ditumbuhi vegetasi liar, yang berpotensi menghambat aliran dan mempersempit lebar efektif sungai. Hal ini menandakan bahwa proses sedimentasi dan erosi masih aktif, terutama pada musim hujan, akibat minimnya vegetasi penahan tanah di bagian hulu. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kapasitas tampung aliran serta berkurangnya efisiensi sistem pengendalian air, sehingga diperlukan tindakan pemeliharaan korektif seperti normalisasi (pengerukan sedimen), perkuatan tebing dengan bronjong atau vegetasi, serta penataan kembali ruang sempadan sungai. Upaya ini penting dilakukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan meningkatkan nilai kinerja sungai ke kategori "cukup/baik". Di kawasan stasiun ini masih memerlukan pengawasan dan pemeliharaan berkala agar fungsi hidrologi dan morfologi sungai dapat dipertahankan secara optimal.

Kondisi morfologi sungai untuk Sta 0+400 dan 0+300 mempunyai ciri fisiknya menunjukkan alur sungai sempit dengan aliran berwarna kecokelatan akibat kandungan sedimen tinggi yang berasal dari hulu, tebing yang ditumbuhi vegetasi lebat, serta beberapa batu dan timbunan tanah di sisi alur sungai. Dengan hasil perhitungan nilai kinerjanya berada di range 46,5–51 (kategori buruk), dengan nilai ini mencerminkan bahwa kondisi morfologi sungai yang terdegradasi, ditandai oleh pendangkalan, erosi tebing, dan sedimentasi berat, sehingga memerlukan tindakan pemeliharaan rehabilitatif untuk memulihkan fungsi alur dan stabilitas sungai.

Hasil analisa secara keseluruhan Sungai Hubai bahwa sungai ini berada pada kondisi yang memerlukan pemeliharaan korektif untuk mengembalikan fungsi sungai secara optimal. Meskipun demikian, terdapat sebelas titik lokasi pengamatan dengan nilai kinerja di bawah 50, yang menandakan bahwa segmen-segmen tersebut sudah memerlukan penanganan rehabilitatif, seperti perbaikan struktur atau rekonstruksi fisik sungai. Sedangkan titik – titik tinjauan lainnya berada pada kondisi cukup baik dan kondisi buruk. Cukup baik perlu pemeliharaan korektif dan ringan.

Analisa Tindakan Pemeliharaan

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan penilaian kinerja morfologi sungai, diperoleh bahwa prioritas utama tindakan perbaikan di Sungai Hubai meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu normalisasi sungai serta perbaikan - pemeliharaan tanggul dan penanaman vegetasi.

1. Normalisasi Sungai (*River Normalization*)

Tindakan ini dilakukan melalui penggerukan endapan sedimen di sepanjang alur sungai guna memperbaiki dalam sungai serta meningkatkan kapasitas tampung dan memperlancar aliran air. Tindakan ini dapat dilakukan terutama pada titik di hilir Sungai yang dekat dan sekitar area jembatan serta di hulu pada sta titik 0+000.

2. Perbaikan dan Pemeliharaan Tanggul

Kegiatan ini difokuskan pada segmen sungai yang mengalami kerusakan struktur, seperti tanggul yang longsor, menurun kestabilannya, atau tidak lagi mampu menahan debit puncak aliran air. Langkah perbaikan dilakukan melalui rekonstruksi tanggul tanah dan pembangunan parapet (tembok penahan) sungai. Upaya perbaikan tanggul ini bertujuan untuk mencegah terjadinya erosi yang berlanjut terus menerus, memperkuat kestabilan tebing sungai, serta dapat mengendalikan banjir.

3. Penanaman vegetasi

Keberadaan vegetasi yang kuat akar-akarnya ke tanah dan berada tepat di sekitar pinggiran Sungai akan banyak menolong meminimalkan terjadinya runtuhan tebing Sungai/longsor.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka kesimpulan nya yakni sebagai berikut:

- a. Kondisi Morfologi sungai Hubai memiliki nilai indeks kinerja diantara range 40-77 yang mencerminkan bahwa morfologi Sungai Hubai bervariasi dari kondisi buruk hingga kondisi baik/cukup. Terdapat 11 titik pengamatan yang teridentifikasi berada pada resiko bencana yang tinggi sehingga perlu di rehab / perbaiki/pemeliharaan yang cepat dan menyeluruh.
- b. Hasil analisa menunjukkan bahwa langkah pemeliharaan sungai yang dibutuhkan saat ini yakni :Perbaikan dan pemeliharaan tanggul, normalisasi sungai dan penanaman vegetasi yang kuat di hilir sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2018). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Deliana, M. (2024). *Mitigasi Bencana dengan Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai Kampwolker*. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (Dirjen SDA). (2016). *Surat Edaran Nomor 05/SE/D/2016 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai serta Pemeliharaan Sungai*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Leandro, J., Schumann, A., & Pfister, A. (2016). A step towards considering the spatial heterogeneity of urban key features in urban hydrology flood modelling. *Journal of Hydrology*, 535, 356–365.
- Nasution, I. K., & Sutriyono, E. (2022). *Karakteristik Morfometri dan Morfodinamika Sub DAS Batang Sukam*. Jurnal Geologi Terapan, 4(2).
- Pranida, P. S., & Putra, P. S. (2022). Kajian penilaian kinerja Sungai Sente. *Jurnal Teknik Sipil*, 2, 37–47.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova, Bandung.
- Yunanto, I., Sobriyah, I., & Wahyudi, H. (2016). *Desain Kriteria Penilaian Kinerja Sungai Berdasarkan Aspek Fungsi Bangunan (Studi Kasus Sungai Pepe Baru Surakarta)*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil.