

Penerapan Sistem Informasi Geografis pada Evaluasi Kondisi Fisik dan Fungsi pada Prasarana Sungai Serang

The Application of Geographic Information System in Evaluating Physical Condition and Function of Infrastructure in Serang River

Aan Andriawan¹, Iskahar²

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 31 Desember 2024
Direvisi, 23 Januari 2025
Diterima, 24 Januari 2025

Korespondensi Penulis:

Aan Andriawan
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
aanandriawan@ump.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan sungai sangat diperlukan agar kebermanfaatannya dan keamanannya dapat terjamin. Pengelolaan sungai bisa berwujud dalam monitoring kondisi fisik dan fungsi prasarana sungai, maka tindakan operasi pemeliharaan begitu penting dalam menjaga eksistensinya. Dalam pengelolaan sungai juga dibutuhkan data base yang komprehensif dan terintegrasi dalam bentuk aplikasi sistem informasi geografis. Sungai Serang terbagi atas Serang Hulu dan Serang Hilir, yang merupakan salah satu sungai terbesar WS Jratunseluna, saat ini sudah mengalami perubahan morfologi, penyempitan di beberapa bagian ruas sungai. Secara administratif penelitian ini berada di Kecamatan Penawan dan Kecamatan Klambu Kabupaten Grobogan tepatnya pada Sungai Serang hulu dimulai dari Bendung Sidorejo sampai Bendung Klambu. Metode penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan data aset prasarana sungai, mendapatkan nilai kinerja prasarana sungai dan mendapatkan nilai prioritas rehabilitasi bangunan sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian kinerja fisik dan fungsi prasarana Sungai Serang didapat nilai rata-rata 68,41 dimana kondisi prasarana bangunan sungai dengan resiko sedang dan indeks kinerja cukup. Dari penilaian kinerja prasarana sungai dan aplikasi Sistem Informasi Geografis juga menunjukkan bangunan sungai yang berupa tanggul menempati prioritas utama sebagai bangunan sungai yang di rehabilitasi.

Kata Kunci : Pengelolaan Sungai, Operasi, Pemeliharaan

ABSTRACT

River management is very desirable to ensure its usefulness and safety. River management can be monitoring physical condition and function of river infrastructure, and therefore, maintenance operation procedure is so important to maintain its existence. In river management, a comprehensive and integrative database is also required in the form of geographic information system application. Serang River is divided into Serang Hulu (Upstream) and Serang Hilir (Downstream), constituting one of biggest rivers in WS Jratunseluna. This river has encountered morphological change currently, as indicated with narrowing in several parts of river. Administratively, this research took place in Penawan and Klambu Sub Districts of Grobogan, exactly in Serang Hulu River from Bendung Sidorejo to Bendung Klambu. The research method used was descriptive quantitative one with primary and secondary data. The objective of research is to collect data about river infrastructure asset, to obtain performance value of river infrastructure, and to get priority value of river building rehabilitation. The result shows that the evaluation on physical performance and function of Serang River's infrastructure obtain mean score of 68.41, in which the condition of river building's infrastructure belongs to medium category with fair performance index. Considering the evaluation on river's infrastructure performance and the application of Geographical Information System also shows that the river building in the form of embankment is put on the primary priority as the river building rehabilitated.

Keyword : River Management, Maintenance, Operation

1. PENDAHULUAN

Sungai Serang terbagi atas Serang Hulu dan Serang Hilir, yang merupakan salah satu sungai terbesar WS Jratunseluna, saat ini sudah mengalami perubahan morfologi, penyempitan di beberapa bagian ruas sungai akibat pengendapan oleh sedimen. Hal ini memperkecil kapasitas tampung sungai dan terjadinya longsoran pada tebing sungai dan bangunan-bangunan pelindung tebing sungai yang ada. [1].

Di sepanjang ruas aliran Sungai Serang Hulu, mulai dari Bendungan Kedung Ombo sampai dengan pertemuan Sungai Lusi di Kabupaten Grobogan di hulu Bendung Klambu mempunyai panjang sekitar 60 km, terdapat beberapa infrastruktur fisik yang terbangun antara lain : Bendung Sidorejo, Bendung Sedadi, Bendung Klambu, dan beberapa jembatan. Bangunan-bangunan ini perlu segera diamankan dari kerusakan kerusakan dan longsoran tebing sungai agar tetap dapat memberikan pelayanan yang maksimal. Sedangkan di sepanjang Sungai Serang Hilir, mulai dari Bendung Klambu sampai dengan Bendung Gerak Wilalung mempunyai panjang sekitar 10 km, terdapat pintu pembagi banjir ke arah Kabupaten Pati melalui Sungai Juana, yang mempunyai panjang sekitar 40 km dan bermuara di Laut Jawa dan ke arah Kabupaten Demak melalui Sungai Serang Hilir (disebut juga Kali Wulan) yang mempunyai panjang sekitar 50 km dan bermuara di Laut Jawa) [2].

Dari uraian permasalahan diatas perlu evaluasi kondisi fisik dan fungsi prasarana sungai serta pembuatan database aset prasarana sungai. Tujuan penelitian ini antarlain: 1) Mendapatkan data aset prasarana sungai. 2) Mengetahui kondisi fisik sungai dan kinerja prasarana sungai 3) Mendapatkan nilai kondisi sungai 4) Mendapatkan nilai prioritas rehabilitasi dan rekonstruksi untuk setiap kerusakan aset prasarana sungai. Lokasi Penelitian ini terletak di Kabupaten Grobogan tepatnya pada Sungai Serang Hulu dimulai dari Bendung Sidorejo sampai Bendung Klambu. [3]. Dalam penelitian Eka Tri Asmorowati (2022) Untuk memastikan keberlangsungan fisik dan fungsi sungai serta infrastruktur terkait, diperlukan kegiatan operasi dan pemeliharaan sungai. Kedua kegiatan ini saling terkait dan saling mendukung. Tanpa pemeliharaan yang memadai, operasi infrastruktur sungai dapat terganggu. Sebelum menentukan biaya operasi dan pemeliharaan infrastruktur sungai, penting untuk melakukan inventarisasi sungai guna mengevaluasi tingkat kerusakan pada bangunan sungai, sehingga prioritas perbaikan dapat ditetapkan dengan tepat dan perlu ada penilaian kinerja sungai. Penilaian kinerja sungai adalah indikator penting untuk memahami masalah yang terjadi dalam sistem sungai secara menyeluruh, dari hulu hingga hilir. Proses ini melibatkan pemeriksaan secara rinci dengan menyusuri sepanjang aliran sungai dan melakukan pengukuran. Karena itu, perlu adanya penanganan yang tepat untuk mengelola dan memperbaiki sungai agar kerusakan permanen dapat dihindari (Yunanto Idham, 2016)[14].

1.1. Sungai

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan adanya air yang mengalir didalamnya, sungai juga menggerus tanah dasarnya terus menerus dan maka akan terjadi sedimen pada bagian hilirnya. Disungai terdapat air (aliran air), biota (flora dan fauna), sedimen, energi (debit dan beda tinggi) dan pengenceran. Dalam Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2015 penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau dimaksudkan sebagai Upaya agar kegiatan perlindungan, penggunaan dan pengendalian atas sumber daya yang ada pada sungai dan danau dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuannya. Penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau memiliki tujuan antara lain: 1) Fungsi sungai dan danau tidak terganggu oleh aktifitas yang berkembang disekitarnya. 2) Kegiatan pemanfaatan dan Upaya peningkatan nilai manfaat sumber daya yang ada di sungai dan danau dapat memberikan hasil secara optimal sekaligus menjaga kelestarian fungsi dan danau. 3) daya rusak air sungai dan danau terhadap lingkungannya dapat dibatasi.

1.2. Bangunan Sungai

Menurut Rizki Eka Putra, dkk (2023)[11] bangunan sungai adalah infrastruktur yang dibangun untuk keperluan pengelolaan sungai. Insfratrurur yang terdapat pada sungai dibangun sesuai dengan kebutuhan dan kondisi sungai, dengan tujuan menjaga aliran sungai dan bermanfaat bagi Masyarakat di sekitar aliran sungai. Penelitian ini dilakukan pada aliran Sungai Serang yang terletak di wilayah administratif di wilayah Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. Prasarana yang ada pada Sungai Serang terdiri dari tanggul palung sungai, pintu air, krib, revetment dan jembatan.

1.3. Kriteria Penilaian Kinerja Fisik Bangunan Sungai

Berdasarkan pada Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016 tentang pedoman penyelenggaraan kegiatan operasi dan pemeliharaan prasarana sungai, serta pemeliharaan sungai. Perlu melakukan operasi dan pemeliharaan sarana dan prasarana sungai, agar dapat bekerja secara efektif dan efisien. Penilaian tersebut dimaksudkan untuk membuat usulan desain rehabilitasi prasarana sehingga kondisi fisik prasarana menjadi baik dan berfungsi dengan optimal. Untuk mendapatkan nilai indikator kondisi fisik dan fungsi digunakan verifery yang terdapat dalam Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Indikator Kondisi Fisik Prasarana Sungai

Nilai Kondisi Fisik (Tingkat Kerusakan)	Kategori	Keterangan	Nilai Ekvivalen terhadap Kondisi Awal
< 10 %	Baik	Bangunan baru/masih baru, cukup dengan pemeliharaan rutin.	Baik
10 - 20 %	Rusak ringan	Sudah beroperasi penuh, memerlukan pemeliharaan normal.	Cukup
21 - 40 %	Rusak sedang	Beroperasi tapi memerlukan pemeliharaan intensif (korektif)	Sedang
> 40 %	Rusak berat	Tidak beroperasi, bangunan mulai rusak	Jelek

Sumber: Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016

Tabel 2. Indikator Kondisi Fungsi Prasarana Sungai

Nilai Kondisi Fungsionalitas	Kategori	Keterangan	Nilai Ekvivalen terhadap Kondisi Awal
> 80 %	Baik	Optimal, fungsi pelayanan memenuhi syarat - syarat pengoperasian	Baik
61 - 80 %	Cukup	Marginal, kurang memenuhi syarat-syarat pengoperasian	Cukup
40 - 60 %	Kurang berfungsi	Sub marginal, tidak memenuhi syarat-syarat pengoperasian	Kurang
< 40 %	Tidak berfungsi	Gagal, tidak berfungsi	Jelek

Sumber: Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016

Tabel 3. Penilaian Kondisi Fisik dan Fungsi Prasarana Sungai

PENILAIAN	Kondisi Fisik			
	50 Resiko sangat kecil - kondisi fisik sangat baik	40 Resiko kecil - Kondisi Fisik baik	25 Resiko sedang - Kondisi fisik cukup	10 Resiko besar - Kondisi fisik buruk
10 Resiko besar - Kondisi fungsi buruk	60	50	35	20
25 Resiko sedang - Kondisi fungsi cukup	75	65	50	35
40 Resiko kecil - Kondisi Fungsi baik	90	80	65	50
50 Resiko sangat kecil - kondisi fungsi sangat baik	100	90	75	60

Sumber: Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016

Penilaian menyeluruh terhadap kondisi sungai dilakukan dengan cara mengevaluasi kondisi fungsi dari bangunan pelindung, bangunan pengaturan sungai, serta bangunan pendukung sungai (Bagas Mahadika A.P, dkk 2017)[5].

1.4. Pengambilan Keputusan

Indeks kinerja kondisi fisik dan kondisi fungsi prasarana sungai menurut Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016 sebagai berikut:

- > 70%, kondisi bangunan dengan resiko rendah, index kinerja baik, masuk kategori pemeliharaan preventif.
- 50-70% kondisi bangun dengan resiko sedang, indeks kinerja cukup, masuk kategori pemeliharaan korektif.
- < 50%, kondisi bangunan dengan resiko tinggi, indeks kinerja buruk harus dilakukan rehabilitasi.

1.5. Aplikasi GIS Dalam Perencanaan dan Pengelolaan Sumber Daya Air

Dalam bidang sumberdaya air peran utama SIG adalah sebagai alat bantu (tools) dalam kegiatan perencanaan dan pengelolaan. Informasi yang dihasilkan oleh SIG merupakan input dalam proses perencanaan dan pengelolaan. Dalam berbagai model perencanaan dan pengambilan keputusan umumnya tidak seluruh kondisi atau keadaan lapangan diperlukan melainkan hanya informasi obyek-obyek tertentu yang dipertimbangkan sebagai faktor dominan dalam menentukan kondisi yang ada. Menurut Gilang Idfi (2021)[8] Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menampilkan berbagai jenis data geografis. Secara sederhana, SIG bisa dipahami sebagai kombinasi antara kartografi, analisis statistik, dan teknologi basis data (database). Dalam pengelolaan sumber daya air pada pengendalian banjir SIG juga bisa digunakan, hal tersebut pernah diteliti oleh Nani Dhaniarti Raharjo (2021)[9] tentang pemetaan daerah rawan banjir pada sungai. SIG dapat digunakan untuk menyajikan peta zonasi tingkat kerawanan banjir yang berfungsi sebagai sumber informasi bagi masyarakat di daerah studi. Dengan demikian, masyarakat dapat memperoleh informasi yang cepat dan akurat mengenai potensi rawan banjir di daerah mereka. Hal ini memungkinkan upaya pencegahan atau pengurangan dampak kerugian jiwa dan materi akibat banjir. Selain itu, informasi tersebut juga dapat digunakan sebagai dasar untuk kebijakan dan pertimbangan dalam pengambilan keputusan oleh instansi terkait dalam pengembangan kawasan industri dan pemukiman.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Grobogan. Sungai Serang Hulu dimulai dari Bendung Sidorejo sampai Bendung Klambu di Kabupaten Grobogan meliputi kecamatan Penawangan dan kecamatan Klambu. Lebih jelas lokasi penelitian terdapat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Citra Satelit Sungai Serang (Sumber: Google Earth)

2.2. Data Penelitian

Data yang digunakan sebelum melakukan analisis meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi seperti Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWS PJ), Badan Meterologi dan Geofisika (BMKG) dan instansi lain yang terkait. Data primer diperoleh oleh peneliti langsung melalui survei dan observasi lapangan. *State of the Art* dan kebaruan dalam penelitian ini antara lain: a) Integrasi data terpadu, penelitian ini dapat menunjukkan bagaimana SIG mengintegrasikan berbagai jenis data—seperti data topografi, hidrologi, dan prasarana untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi fisik dan fungsi prasarana di Sungai Serang. Ini menunjukkan kemajuan dalam menggabungkan informasi dari berbagai sumber untuk analisis yang lebih akurat. b) Analisis spasial dan temporal, dengan menggunakan SIG penelitian ini dapat memperlihatkan bagaimana analisis spasial dan temporal diterapkan untuk memantau perubahan kondisi fisik dan fungsi prasarana dari waktu ke waktu. Ini dapat memberikan wawasan tentang dinamika perubahan yang mungkin tidak terlihat dalam studi konvensional. c) Pemetaan kerawanan dan kebutuhan perbaikan, SIG memungkinkan pembuatan peta yang menunjukkan area dengan kondisi prasarana yang buruk atau memerlukan perbaikan. Penelitian ini dapat menyoroti bagaimana peta-peta ini digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan intervensi. d) Optimalisasi pengelolaan sumber daya, dengan SIG penelitian ini dapat mengeksplorasi bagaimana data yang dihasilkan membantu dalam optimasi penggunaan sumber daya untuk perawatan dan peningkatan prasarana sungai, sehingga mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi. e) Penerapan di lokasi tertentu, fokus pada Sungai Serang memberikan kebaruan lokal, yaitu bagaimana SIG diterapkan pada kondisi spesifik di lokasi tersebut, yang mungkin memiliki karakteristik unik dibandingkan dengan studi lain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Sungai Serang

Sungai Serang terbagi atas Serang Hulu dan Serang Hilir, yang merupakan salah satu sungai terbesar WS Jratunseluna, saat ini sudah mengalami perubahan morfologi, penyempitan di beberapa bagian ruas sungai akibat pengendapan oleh sedimen. Hal ini memperkecil kapasitas tampung sungai dan terjadinya longsoran pada tebing sungai dan bangunan-bangunan pelindung tebing sungai yang ada. Gambaran umum Sungai Serang dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar kondisi Sungai Serang tersebut hasil observasi di Sungai Serang pada lokasi Bendung Klambu, Bendung Sedadi dan Bendung Sidorejo.



Gambar 2. Intake Air Baku di Bendung Sidorejo

3.2. Prasarana Sungai

Prasarana sungai pada Sungai Serang diperoleh setelah observasi atau penelusuran di lapangan yang nantinya dinilai dan diolah untuk menentukan penilaian terhadap masing-masing prasana. Prasarana Sungai Serang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Prasaranan Sungai Serang

No	Jenis Prasarana Sungai	Kode	Koordinat	
			X	Y
1	Tanggul	T1	484383.939	9217587.685
2	Tanggul	T2	484119.869	9216487.460
3	Pintu Pengendali Aliran	PPA1	484553.383	9215719.245
4	Pompa Banjir	PB1	483900.846	9215148.577
5	Retention Pond	RP1	483488.508	9213923.031
6	Krib	K1	483873.500	9213080.859
7	Krib	K2	484024.937	9212292.268
8	Bronjong	B1	484049.924	9211309.725
9	Beton Slab	BS1	483586.519	9210600.831
10	Beton Slab	BS2	482527.090	9209625.823
11	Beton Slab	BS3	482577.666	9207647.952
12	Beton Slab	BS4	482933.056	9207810.846
13	Jalan Inspeksi	J11	482925.395	9207360.769
14	Bangunan Pelimpah Banjir	BPB1	482608.098	9207237.535
15	Turap Beton	TB1	481840.287	9206932.213
16	Box Culvert	BC1	481865.618	9205425.182

3.3. Penilaian Kinerja Fisik dan Fungsi

Penilaian kinerja fisik dan fungsi berpedoman pada Surat Edaran Dirjen Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016 dan kriteria-kriteria penilaian sudah ditentukan pada aturan tersebut. Penilaian dilakukan berdasarkan pengamatan langsung dilapangan dan bukti foto. Penilaian kinerja fisik dan fungsi terdapat dalam Tabel 5.

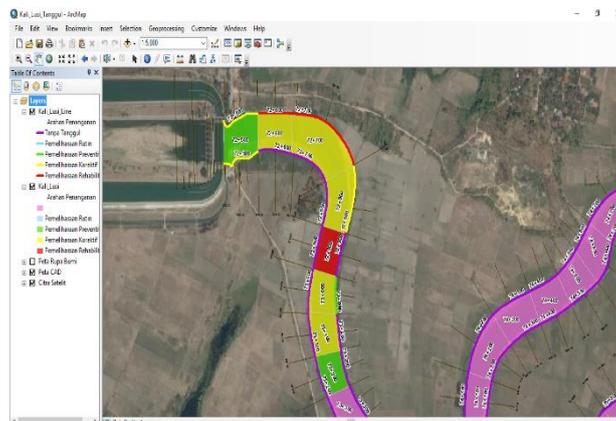
Tabel 5. Penilaian Kinerja Fisik dan Fungsi

No	Jenis Prasarana Sungai	Kode	Kondisi Prasarana			Kinerja	
			Fisik	Fungsi	Total	Kinerja	Arah Penanganan
1	Tanggul	T1	25	25	50	Buruk	Rehabilitatif
2	Tanggul	T2	21	21	42	Buruk	Rehabilitatif
3	Pintu Pengendali Aliran	PPA1	31.25	31.25	62.5	Cukup	Korektif
4	Pompa Banjir	PB1	50	30	80	Baik	Preventif
5	Retention Pond	RP1	25	28.75	53.75	Cukup	Korektif
6	Krib	K1	40	40	80	Baik	Preventif
7	Krib	K2	40	40	80	Baik	Preventif
8	Bronjong	B1	25	40	65	Cukup	
9	Beton Slab	BS1	36	36	72	Baik	Preventif
10	Beton Slab	BS2	36	36	72	Baik	Preventif
11	Beton Slab	BS3	36	36	72	Baik	Preventif
12	Beton Slab	BS4	36	36	72	Baik	Preventif
13	Jalan Inspeksi	JI1	50	30	80	Baik	Preventif
14	Bangunan Pelimpah Banjir	BPB1	40	40	80	Baik	Preventif
15	Turap Beton	TB1	25	40	65	Cukup	Korektif

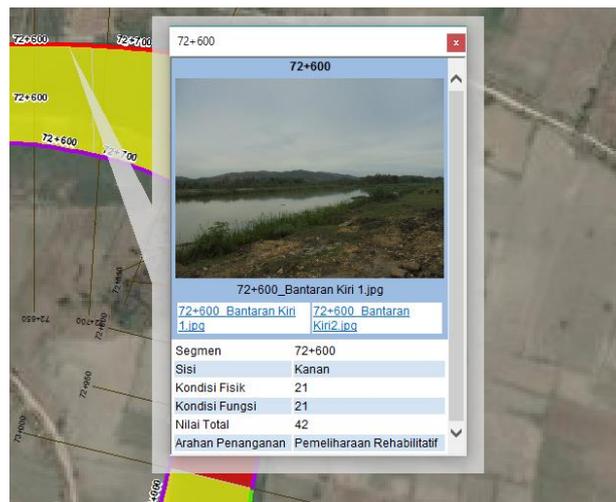
Dari analisis penilaian kinerja fisik dan fungsi prasarana sungai serang didapat nilai rata-rata 68,41 dimana kondisi prasarana bangunan sungai dengan resiko sedang dan indeks kinerja cukup. Sedangkan pada dua item tanggul arah penanganannya adalah rehabilitatif. Tanggul sungai begitu penting karena merupakan salah satu jenis bangunan sungai yang berfungsi mencegah atau menghalangi luapan air banjir pada debit dengan probabilitas/periode ulang tertentu. Semakin besar debit banjir pada suatu sungai dapat dikendalikan, akan semakin tinggi tanggul itu harus dibuat.

3.4. Penyusunan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Informasi yang dihasilkan oleh SIG merupakan input dalam proses perencanaan dan pengelolaan. Penyusunan sistem informasi geografis menggunakan software *ArcGis versi 8.0*. Tampilan aplikasi tersebut terdapat dalam Gambar 3 dan 4.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Arc-Gis versi 8.0



Gambar 4. Tampilan Aplikasi G.I.S Tanggul banjir

Dengan penyusunan Sistem Informasi Geografis otoritas yang berwenang dalam pengelolaan daerah aliran sungai terbantu dalam teknik pengambilan keputusan secara cepat dan tepat, karena sesungguhnya SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personal yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis. Pada Gambar 4. memberikan informasi terkait kinerja kondisi fisik dan fungsi prasarana sungai berupa tanggul dengan arahan penanganan rehabilitatif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis penilaian kinerja fisik dan fungsi prasarana Sungai Serang, diperoleh nilai rata-rata 68,41 yang menunjukkan bahwa kondisi prasarana bangunan sungai memiliki risiko sedang dengan indeks kinerja yang cukup. Dari hasil penilaian terhadap berbagai prasarana di Sungai Serang, teridentifikasi 10 titik dengan kinerja baik, 3 titik dengan kinerja cukup, dan 2 titik dengan kinerja buruk. Kondisi sungai yang tidak memiliki tanggul atau memiliki tanggul yang buruk menambah potensi terjadinya limpasan air banjir, terutama pada bagian hilir, yang sering mengakibatkan limpasan air ke kanan dan kiri sungai. Hal ini menunjukkan pentingnya perbaikan dan pemeliharaan prasarana sungai guna mengurangi risiko banjir yang dapat mengancam keselamatan dan kenyamanan warga sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jendral Sumber Daya Air. Surat Edaran Nomor: 05/SE/D/2016. *Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai Serta Pemeliharaan Sungai*. 2016
- [2] Anonim, Permen PU No. Tahun 2011 tentang *Tata Cara Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai Serta Pemeliharaan Sungai*
- [3] Anonim, Permen PUPR No. 06 Tahun 2015 tentang *Eksplorasi dan Pemeliharaan Sumber Air dan Bangunan Pengairan*
- [4] Aan Andriawan, 2020 "Teknik Pengambilan Keputusan Pada Penentuan Skala Prioritas Pemeliharaan Kondisi Fisik Waduk Tirtomarto Dengan Aplikasi Analytical Hierarchy Process dan Expert Choice 11" *Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, Volume 3 Nomor 2 Edisi Desember 2020, Hal 83-97
- [5] Bagas Mahadika A.P, dkk, 2017, "Desain Kriteria Penilaian Kondisi Sungai Berdasarkan Aspek Struktur Bangunan (Studi Kasus Sungai Pepe Baru Surakarta)", *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Volume 1, No. 1, Juni 2017
- [6] Erna Tri Asmorowati, 2022, "Analisis Kinerja Sungai Legundi Kota Probolinggo Sebagai Dasar Penentuan Prioritas Perbaikan Prasarana Sungai", *Jurnal Ilmiah Reaktif*, Volume 2, No. 2, pp. 37-45, 2022, Juli 2022
- [7] Ferry Sobatnu, dkk, 2017, "Identifikasi dan Pemetaan Morfometri Daerah Aliran Sungai Martapura Menggunakan Teknologi GIS", *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, Volume 1, No. 2, 2017
- [8] Gilang Idafi, 2021, "Pengembangan Peta Evapotranspirasi Wilayah Malang Raya Dengan Sistem Informasi Geografis" *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Malang*, Vol 10 No. 1
- [9] Nani Dhaniarti Raharjo, 2021, "Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Bondowoso dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis, *Jurnal Reka Buana Jurnal Fakultas Teknik Unitri*, Volume 6, No.1, 2021
- [10] Nata Miharja, dkk, 2013, "Analisis Kerawanan dan Pengurangan Resiko Banjir di Kalimantan Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)", *Jurnal Teknik Sipil Untan*, Volume 13 Nomor 2, Desember 2013
- [11] Rizki Eka Putra, dkk, 2023, "Analisis Kinerja Sarana Dan Prasarana Sungai (Studi Kasus: Sungai Air Hitam)", *JICE – Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, Vol. 3, No. 2, (Juli, 2023)

- [12] R.Apriadi, Sumiadi, D. Sisanggih, "Audit Teknis Sebagai Dasar Penyusunan AKNOP Pada Sungai Panguluran Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang," Jurnal for Thesis, Identification Number SKR/FT/2019/752/051906612, 2019.
- [13] S. Wahyudi. 2020. "Analisis Kinerja dan Aknop Sungai Berdasarkan Kondisi Morfologi Sungai (Studi Kasus Sungai Opak, Sungai Kuning, Sungai Winongo Daerah Istimewa Yogyakarta),"Thesis, Prog. Studi Teknik Sipil Prog. Magister, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- [14] Yunanto Idham. 2016. Desain Kriteria Penilaian Kinerja Sungai Berdasarkan Aspek Fungsi Bangunan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.