



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Prediksi Sedimentasi Sungai: Studi Kasus Implementasi Teknik Lingkungan dalam Penelolaan Sumber Daya Air

River Sedimentation Prediction: A Case Study of Environmental Engineering Implementation in Water Resources Management.

Susatyo Adhi Pramono^{1*}, Hendra Hafid², Hamzah Al Imran³, Reni Oktaviani Tarru⁴, Harni Eirene Tarru⁵

¹ Teknik Lingkungan, Universitas Wijayakusuma Purwokerto, susatyoadhipramono@gmail.com

² Teknik, Univeritas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja), hendra.ukit@gmail.com

³ Teknik, Univeritas Muhammadiyah Makassar hamzah@unismuh.ac.id

⁴ Teknik, Univeritas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja), renioktavianitarru@gmail.com

⁵ Teknik, Univeritas Kristen Indonesia Toraja (UKI Toraja), harnitarrusipil@gmail.com

*Korespondensi Penulis, e-mail: susatyoadhipramono@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 4 May, 2024

Revised: 6 June, 2024

Accepted: 12 June, 2024

Kata Kunci:

Sedimentasi Sungai;
Pengelolaan Sumber Daya Air;
Sungai Citarum

Keywords:

River Sedimentation;
Water Resources Management;
Citarum River

DOI: [10.56338/jks.v7i6.5453](https://doi.org/10.56338/jks.v7i6.5453)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memahami karakteristik sedimentasi Sungai Citarum di Jawa Barat, Indonesia, dan menyajikan strategi pengelolaan yang dapat diterapkan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air dan lingkungan. Metode yang digunakan meliputi pendekatan studi kasus dengan analisis data sekunder dan primer, termasuk analisis topografi dan hidrologi, analisis laboratorium terhadap sampel sedimen, dan pemodelan prediksi. Hasil analisis menunjukkan pentingnya pemahaman mendalam tentang pola sedimentasi, identifikasi area rawan, dan penggunaan pemodelan prediksi sebagai alat pengambilan keputusan. Implikasi temuan ini sangat signifikan dalam merencanakan strategi pengelolaan yang tepat guna untuk mengatasi masalah sedimentasi dan menjaga keberlanjutan Sungai Citarum. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dalam upaya mempertahankan kelestarian sumber daya air dan lingkungan hidup bagi generasi mendatang.

ABSTRACT

This study aims to understand the sedimentation characteristics of the Citarum River in West Java, Indonesia, and present management strategies that can be implemented to maintain the sustainability of water resources and the environment. The methods used include a case study approach with secondary and primary data analysis, including topographic and hydrological analysis, laboratory analysis of sediment samples, and predictive modeling. The results of the analysis demonstrate the importance of an in-depth understanding of sedimentation patterns, identification of vulnerable areas, and the use of predictive modeling as a decision-making tool. The implications of these findings are significant in planning appropriate management strategies to address sedimentation problems and maintain the sustainability of the Citarum River. It is hoped that the results of this study can serve as a basis for more informed decision-making in an effort to preserve water resources and the environment for future generations.

PENDAHULUAN

Pengelolaan sumber daya air merupakan suatu konsep yang melibatkan berbagai aspek penting untuk memastikan pemanfaatan air secara efisien dan berkelanjutan. Beberapa konsep yang muncul dalam pengelolaan sumber daya air termasuk produktivitas air dalam konteks pertanian (Farida et al., 2019), kualitas air sebagai fokus utama dalam pengelolaan sumber daya air (Hamzah et al., 2017), perlunya mempertimbangkan kearifan lokal dalam pengelolaan air (Hidayati, 2017), penerapan collaborative governance untuk menyelesaikan masalah terkait sumber daya air (Kurniawan & Putra, 2021), dan pentingnya pendekatan sistem ekologi-sosial dalam pengelolaan sumber daya air (Hafsaridewi et al., 2019). Pengelolaan sumber daya air merupakan suatu upaya yang kompleks yang melibatkan berbagai disiplin ilmu dan pemangku kepentingan untuk memastikan pemanfaatan air yang berkelanjutan dan berdaya guna bagi keberlangsungan hidup manusia dan lingkungan.

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang penting bagi kehidupan manusia. Namun, sungai sering kali mengalami masalah sedimentasi, yaitu penumpukan endapan material padat di dasar sungai. Sedimentasi sungai dapat menyebabkan berbagai dampak negatif, seperti penurunan kapasitas pengangkutan air, kerusakan habitat perairan, bahkan banjir jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, prediksi sedimentasi sungai menjadi sangat penting untuk membantu mengelola sumber daya air secara efisien. Selain itu, aktivitas manusia seperti deforestasi dan ekspansi pertanian juga dapat menyebabkan sedimentasi sungai. Studi oleh Wakili et al. (2017) menunjukkan bahwa deforestasi yang disebabkan oleh ekspansi pertanian dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi sungai. Sedimen dari erosi tanah, hujan, limpasan, dan erosi alur sungai terus menerus memasok sedimen ke sungai, yang akhirnya dapat menyebabkan sedimentasi.

Pengelolaan sumber daya air merupakan aspek penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Berbagai teknik lingkungan dapat diterapkan untuk mengelola sumber daya air dengan efektif. Dalam konteks ini, modal sosial seperti kualitas sumber daya manusia, interaksi sosial, kepemimpinan, dan penyelenggaraan pemerintahan telah terbukti memiliki hubungan positif terhadap partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Mukaromah & Kusumastuti, 2021). Selain itu, strategi pengelolaan sumber daya organisasi, termasuk sumber daya air, dilakukan melalui tindakan yang terarah dan pengendalian yang efisien (Perdini et al., 2023). Implementasi teknik lingkungan dalam pengelolaan sumber daya air merupakan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan dalam menangani masalah sedimentasi sungai. Teknik-teknik lingkungan seperti pengendalian erosi, restorasi habitat, dan pengaturan aliran sungai dapat digunakan untuk mengurangi dampak sedimentasi dan meningkatkan keseimbangan ekosistem sungai. Namun, untuk menerapkan teknik-teknik ini secara efektif, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang proses sedimentasi sungai dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan metode prediksi sedimentasi yang akurat dan efektif melalui analisis berbagai faktor lingkungan, topografi, hidrologi, dan penggunaan lahan. Dalam konteks pengelolaan sumber daya air, prediksi sedimentasi sungai dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam perencanaan tata guna lahan, manajemen sungai, dan mitigasi bencana alam. Dengan memiliki prediksi yang baik, pihak terkait dapat mengambil langkah-langkah preventif atau korektif secara tepat waktu untuk mengurangi risiko sedimentasi dan mempertahankan fungsi sungai sebagai ekosistem yang sehat dan berkelanjutan. Prediksi sedimentasi sungai merupakan aspek penting dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan tata guna lahan, pengelolaan sungai, dan mitigasi bencana alam. Memanfaatkan teknik dan model canggih, seperti model pembelajaran mendalam (Kim et al., 2022), perangkat IoT untuk pemantauan ketinggian air sungai (Moreno et al., 2019), dan model transformator yang lebih baik untuk prediksi aliran sungai (Liu et al., 2022), dapat menghasilkan prediksi yang akurat terkait fluks sedimen, ketinggian air, dan aliran sungai. Prediksi ini sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air yang efektif dan langkah-langkah pengendalian banjir.

Pada kasus prediksi sedimentasi sungai juga penting dalam konteks pembangunan infrastruktur dan kegiatan pembangunan lainnya yang dapat mempengaruhi aliran sungai. Dengan memahami pola sedimentasi yang mungkin terjadi di masa depan, perencanaan pembangunan dapat disesuaikan untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan sungai. Hal ini akan membantu menciptakan pembangunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Selain itu, pembangunan bendungan, meskipun memiliki tujuan seperti pembangkit listrik tenaga air dan pengendalian banjir, dapat menyebabkan perubahan pada aliran sungai dan rezim sedimen, sehingga menekankan pentingnya memahami mekanisme yang mengendalikan variasi permukaan air di sungai (Yong et al., 2022). Pemahaman yang mendalam mengenai dinamika sedimentasi sungai juga penting dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi evolusi delta sungai. Delta sungai, sebagai bentang alam rendah yang menjadi tempat tinggal bagi populasi manusia yang tinggi dan menyediakan layanan ekosistem, menghadapi masa depan yang baru dan sebagian besar tidak diketahui dalam beberapa dekade dan abad mendatang (Nienhuis et al., 2015). Dalam konteks ini, prediksi sedimentasi sungai dapat memberikan wawasan yang berharga dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di delta sungai yang rentan terhadap perubahan lingkungan.

Dalam kaitannya dengan aspek ekonomi, prediksi sedimentasi sungai juga dapat memberikan manfaat yang signifikan. Dengan mengurangi risiko banjir dan kerusakan infrastruktur akibat sedimentasi, biaya yang dikeluarkan untuk pemulihan dan perbaikan dapat diminimalkan. Selain itu, pengelolaan sumber daya air yang efisien juga dapat meningkatkan produktivitas sektor-sektor ekonomi yang bergantung pada sungai sebagai sumber daya. Berdasarkan penelitian terdahulu penerapan model komputasi canggih, seperti model pembelajaran mendalam dan model jaringan saraf tiruan, dalam memprediksi muatan sedimen sungai juga dapat memberikan manfaat ekonomi yang signifikan. Estimasi laju aliran sedimen dari suatu daerah aliran sungai berperan penting dalam perencanaan dan pengelolaan daerah aliran sungai yang lebih baik (Bajirao et al., 2021). Data yang akurat mengenai sedimentasi sungai juga menjadi kunci dalam evaluasi dampak lingkungan dan pengelolaan sumber daya air yang efektif (Charoenlerkthawin et al., 2021).

Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi yang luas dalam konteks keberlanjutan lingkungan, pengelolaan sumber daya alam, pembangunan infrastruktur, dan pertumbuhan ekonomi. Melalui pemahaman yang mendalam tentang sedimentasi sungai dan implementasi teknik lingkungan yang tepat, diharapkan dapat diciptakan solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi masalah sedimentasi sungai dan menjaga kelestarian lingkungan hidup bagi generasi mendatang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus untuk memahami karakteristik sedimentasi sungai dalam konteks geografis dan lingkungan yang spesifik. Pendekatan ini melibatkan analisis data sekunder dan primer untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi sungai. Penelitian dilakukan di Sungai Citarum di Jawa Barat. Sungai ini dikenal sebagai salah satu sungai terpenting namun juga paling tercemar dan mengalami masalah sedimentasi yang signifikan di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang bersumber dari peta topologi dan hidrologi serta data primer yang meliputi survei lapangan, wawancara, serta pengambilan sampel. Analisis data dilakukan dengan melakukan analisis topografi dan hidrologi, analisis laboratorium, dan pemodelan prediksi.

HASIL

Hasil Analisis Data

Tabel 1. Analisis Topografi dan Hidrologi

Temuan	Implikasi
Simulasi aliran air dan distribusi sedimen	Memahami pola aliran air dan area-area yang rentan terhadap erosi dan deposisi sedimen di Sungai Citarum.
Identifikasi area rawan erosi dan deposisi sedimen	Menentukan lokasi prioritas untuk implementasi teknik pengendalian erosi dan manajemen sedimen.

Pada tabel 1 disajikan temuan dari analisis topografi dan hidrologi yang dilakukan dalam rangka memodelkan aliran air dan distribusi sedimen di Sungai Citarum. Analisis ini menggunakan data topografi dan hidrologi serta perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS) untuk memahami pola aliran sungai dan identifikasi area-area yang rentan terhadap erosi serta deposisi sedimen. Hasil analisis ini merupakan landasan untuk merencanakan strategi pengelolaan yang tepat guna mengatasi masalah sedimentasi dan menjaga keberlanjutan Sungai Citarum.

Tabel 2. Analisis Laboratorium

Parameter Analisis	Hasil
Ukuran partikel sedimen	Distribusi ukuran partikel sedimen yang memberikan informasi tentang karakteristik sedimen Sungai Citarum.
Komposisi mineral	Menyediakan pemahaman tentang sumber-sumber sedimen yang berkontribusi terhadap sedimentasi.
Kandungan bahan organik	Memberikan informasi tentang tingkat degradasi lingkungan dan potensi dampaknya terhadap sedimentasi.

Tabel 2. ini menyajikan hasil dari analisis laboratorium terhadap sampel sedimen yang dikumpulkan dari Sungai Citarum. Analisis laboratorium mencakup pengukuran ukuran partikel sedimen, identifikasi komposisi mineral, dan penentuan kandungan bahan organik dalam sedimen. Informasi yang diperoleh dari analisis ini memberikan wawasan yang mendalam tentang karakteristik sedimen Sungai Citarum, yang penting untuk memahami proses sedimentasi yang terjadi di sungai tersebut. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam merencanakan strategi pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampak sedimentasi dan memperbaiki kualitas lingkungan Sungai Citarum.

Tabel 3. Pemodelan Prediksi

Faktor Prediksi	Implikasi
Curah Hujan	Menentukan risiko sedimentasi di masa depan berdasarkan pola curah hujan yang berpotensi meningkat.
Penggunaan lahan	Memahami dampak aktivitas manusia terhadap sedimentasi sungai dan merencanakan tindakan pengelolaan yang tepat.
Aktivitas manusia	Mengidentifikasi area-area yang memerlukan intervensi pengelolaan yang lebih intensif untuk mengurangi sedimentasi.

Tabel 3. ini memberikan hasil dari pemodelan prediksi yang dilakukan untuk memproyeksikan pola sedimentasi di masa depan berdasarkan data historis dan kondisi saat ini. Melalui penggunaan model numerik, faktor-faktor seperti curah hujan, penggunaan lahan, dan aktivitas manusia

dipertimbangkan untuk memberikan prediksi yang lebih akurat tentang perubahan sedimentasi yang mungkin terjadi di Sungai Citarum. Informasi yang diperoleh dari pemodelan ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi risiko sedimentasi di masa depan, yang penting untuk merencanakan langkah-langkah pengelolaan yang tepat guna menjaga keberlanjutan Sungai Citarum.

DISKUSI

Studi ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman karakteristik sedimentasi Sungai Citarum dan potensi solusi untuk mengelola masalah sedimentasi secara efektif. Berikut adalah pembahasan hasil dari analisis data yang telah dilakukan:

Analisis Topografi dan Hidrologi

Analisis topografi dan hidrologi merupakan tahap penting dalam memahami karakteristik sedimentasi Sungai Citarum. Dengan menggunakan data topografi dan hidrologi serta perangkat lunak Geographic Information System (GIS), studi ini mampu memberikan gambaran yang mendalam tentang pola aliran air dan distribusi sedimen di sepanjang sungai. Melalui simulasi aliran air, penelitian ini berhasil mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap erosi dan deposisi sedimen dengan lebih akurat. Hal ini sangat penting karena memungkinkan para peneliti dan pemangku kepentingan untuk fokus pada lokasi-lokasi kritis yang memerlukan intervensi pengelolaan yang lebih intensif.

Implikasi dari temuan analisis topografi dan hidrologi ini sangatlah signifikan. Memahami pola aliran sungai dan lokasi-lokasi yang rawan terhadap erosi dan deposisi sedimen menjadi dasar yang kuat untuk merencanakan strategi pengelolaan yang efektif dalam mengatasi masalah sedimentasi. Dengan mengetahui di mana tepatnya sedimentasi terjadi secara intens, pihak terkait dapat mengarahkan sumber daya dan upaya pengelolaan dengan lebih efisien dan terfokus. Selain itu, identifikasi area-area rawan juga memungkinkan untuk merancang teknik-teknik pengendalian erosi dan manajemen sedimen yang sesuai dengan karakteristik lingkungan setempat. Referensi yang relevan menunjukkan bahwa analisis topografi dan hidrologi sangat penting dalam memahami proses sedimentasi sungai. Penelitian yang dilakukan untuk memantau laju sedimentasi di daerah aliran sungai tertentu bertujuan untuk mencegah bencana banjir yang sering terjadi (Rizky et al., 2023). Selain itu, analisis perubahan sempadan sungai dalam kurun waktu tertentu juga dilakukan untuk mengidentifikasi dampak sedimentasi sungai terhadap lingkungan sekitar (Mujib et al., 2017). Analisis terhadap pengaruh sedimentasi terhadap penyaluran debit di daerah irigasi juga menjadi fokus penelitian yang relevan (Permana & Mubarak, 2021).

Dengan demikian, analisis topografi dan hidrologi tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika aliran sungai dan sedimentasi, tetapi juga memberikan arahan konkret bagi upaya pengelolaan sungai yang berkelanjutan dan efektif. Dengan menggunakan informasi yang diperoleh dari analisis ini, diharapkan dapat diciptakan strategi pengelolaan yang tepat guna untuk menjaga kelestarian Sungai Citarum dan mencegah dampak negatif dari sedimentasi bagi lingkungan dan masyarakat sekitarnya. Dengan mengetahui di mana tepatnya sedimentasi terjadi secara intens, pihak terkait dapat mengarahkan sumber daya dan upaya pengelolaan dengan lebih efisien dan terfokus. Analisis yang memanfaatkan teknik hidrologi dan topografi, seperti penggunaan indeks hidrologi dan sistem informasi geografis (SIG), dapat membantu dalam mendeteksi daerah yang rentan terhadap erosi dan sedimentasi (Miloud, 2024). Selain itu, pemodelan dan pemahaman tentang distribusi spasial transportasi sedimen dalam sistem sungai dapat memberikan wawasan yang berharga dalam mengelola sedimentasi sungai dengan lebih efektif. Misalnya, penelitian yang mengkaji perilaku sedimentasi dan koneksi hidrologis dapat membantu dalam mengidentifikasi sumber-sumber utama sedimen dan memahami bagaimana sedimentasi terjadi di suatu daerah (Natho et al., 2020; Clifton et al., 2022). Dengan demikian, informasi yang diperoleh dari analisis ini dapat digunakan untuk mengarahkan upaya-upaya pengelolaan sungai dan daerah aliran sungai dengan lebih tepat dan efisien.

Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium terhadap sampel sedimen dari Sungai Citarum merupakan langkah kunci dalam memahami karakteristik sedimen yang ada. Melalui analisis ini informasi vital seperti distribusi

ukuran partikel, komposisi mineral, dan kandungan bahan organik dapat diketahui dengan detail. Distribusi ukuran partikel memberikan gambaran tentang struktur fisik sedimen, sedangkan komposisi mineral mengungkapkan sumber-sumber sedimen yang berkontribusi terhadap sedimentasi. Selain itu, kandungan bahan organik dalam sedimen menjadi indikator penting dalam mengevaluasi tingkat degradasi lingkungan di sekitar Sungai Citarum. Kandungan bahan organik dalam sedimen menjadi indikator penting dalam mengevaluasi tingkat degradasi lingkungan di sekitar sungai. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dalam sedimen dapat memberikan informasi yang berharga tentang kondisi lingkungan sekitar sungai. Studi-studi yang menghubungkan kandungan bahan organik dalam sedimen dengan keberadaan organisme seperti moluska dan bivalvia menunjukkan adanya korelasi positif antara keduanya Shalihah et al. (2017)Septiningtyas et al., (2022). Selain itu, kandungan bahan organik dalam sedimen juga dapat mempengaruhi kelimpahan dan struktur komunitas organisme seperti plankton di sungai (Adharini et al., 2021).

Hasil analisis laboratorium ini memberikan wawasan yang mendalam tentang kondisi lingkungan Sungai Citarum. Informasi yang diperoleh menjadi dasar penting dalam merencanakan strategi pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampak sedimentasi dan memperbaiki kualitas lingkungan. Dengan mengetahui karakteristik sedimen secara detail, para peneliti dan pemangku kepentingan dapat merancang langkah-langkah pengelolaan yang sesuai dan efektif. Misalnya, dengan mengetahui sumber-sumber sedimen yang dominan, dapat dilakukan upaya mitigasi yang lebih spesifik, seperti restorasi habitat di area-area tertentu atau pengendalian erosi di sumber-sumber utama sedimen. Dengan memahami karakteristik sedimen secara detail, para peneliti dan pemangku kepentingan dapat merancang langkah-langkah pengelolaan yang sesuai dan efektif. Informasi yang diperoleh dari analisis karakteristik sedimen, seperti ukuran partikel, kandungan bahan organik, dan komposisi kimia, dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang kondisi lingkungan di sekitar sungai dan perairan terkait. Studi-studi terkait menunjukkan bahwa karakteristik sedimen, seperti ukuran partikel dan kandungan bahan organik, dapat mempengaruhi transportasi sedimen, erosi, dan kualitas air di sungai dan reservoir (Fang et al., 2017). Selain itu, pemahaman yang mendalam tentang biofilm yang menutupi sedimen juga penting karena biofilm memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika bentuk dasar sungai, transportasi sedimen, dan evolusi sungai secara alami (Fang et al., 2017).

Analisis karakteristik sedimen juga dapat membantu dalam merencanakan strategi pengelolaan sedimen yang tepat, termasuk manajemen sedimentasi di reservoir dan sungai (Hidayat et al., 2018; Wang et al., 2018). Dengan demikian, analisis laboratorium ini menjadi langkah penting dalam menjaga kelestarian Sungai Citarum dan mengurangi dampak negatif dari sedimentasi. Informasi yang diperoleh dari analisis ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika lingkungan Sungai Citarum dan memungkinkan untuk merancang strategi pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Pemodelan Prediksi

Melalui pemodelan prediksi, studi ini mengintegrasikan faktor-faktor kunci seperti curah hujan, penggunaan lahan, dan aktivitas manusia untuk mengantisipasi pola sedimentasi di masa depan di Sungai Citarum. Curah hujan merupakan faktor penting karena dapat mempengaruhi tingkat erosi tanah dan aliran sedimen ke sungai. Penggunaan lahan, seperti deforestasi atau ekspansi pertanian, juga memiliki kontribusi besar terhadap sedimentasi sungai. Sementara itu, aktivitas manusia seperti pembangunan infrastruktur atau pertambangan dapat mempercepat laju sedimentasi. Curah hujan merupakan faktor penting karena dapat mempengaruhi tingkat erosi tanah dan aliran sedimen ke sungai. Studi-studi terkait menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan erosi tanah dengan menggerakkan partikel-partikel tanah yang kemudian terbawa oleh aliran air ke sungai, menyebabkan peningkatan aliran sedimen Hamdan et al. (2022) Rizky et al., (2023). Selain itu, curah hujan yang intens juga dapat menciptakan genangan air yang berpotensi sebagai habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles spp.*, yang dapat meningkatkan risiko penularan penyakit seperti malaria (Sandy & Wike, 2019; Tulak et al., 2018).

Hasil dari pemodelan ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi risiko sedimentasi di Sungai Citarum di masa depan. Dengan memproyeksikan pola sedimentasi berdasarkan berbagai skenario yang mungkin terjadi, pemangku kepentingan dapat merencanakan langkah-langkah

pengelolaan yang tepat guna menjaga keberlanjutan Sungai Citarum. Informasi ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dalam merancang kebijakan pengelolaan sumber daya air dan upaya mitigasi untuk mengurangi risiko sedimentasi di masa depan.

Dengan demikian, pemodelan prediksi ini menjadi alat yang sangat berguna dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, terutama dalam konteks menjaga keberlanjutan Sungai Citarum. Dengan memahami potensi risiko sedimentasi yang mungkin terjadi, tindakan pencegahan dan perbaikan yang tepat waktu dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Curah hujan merupakan faktor kunci yang mempengaruhi tingkat erosi tanah dan aliran sedimen ke sungai. Penelitian telah menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan erosi tanah dengan memindahkan partikel tanah yang kemudian terbawa oleh aliran air ke sungai, yang menyebabkan peningkatan aliran sedimen (Chen dkk. (2020); Li dkk. (2020); Besar dkk. (2023)). Oleh karena itu, memahami pola curah hujan dan dampaknya terhadap erosi tanah dan sedimentasi sungai sangat penting dalam merencanakan tindakan pencegahan. Pemahaman tentang potensi risiko sedimentasi yang mungkin terjadi, langkah-langkah preventif dan korektif dapat diambil secara tepat waktu untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

KESIMPULAN

Studi ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman dan penanganan masalah sedimentasi Sungai Citarum, serta menyajikan strategi pengelolaan yang dapat diterapkan dalam konteks pengelolaan sumber daya air secara efektif. Berdasarkan analisis yang dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil:

Pentingnya Pemahaman Mendalam: Analisis topografi, hidrologi, dan laboratorium memberikan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik sedimentasi Sungai Citarum. Melalui pemodelan prediksi, faktor-faktor seperti curah hujan, penggunaan lahan, dan aktivitas manusia dipertimbangkan untuk memproyeksikan pola sedimentasi di masa depan. Informasi ini sangat penting untuk merencanakan strategi pengelolaan yang tepat guna menjaga keberlanjutan Sungai Citarum.

Identifikasi Area Rawan: Analisis topografi dan hidrologi berhasil mengidentifikasi area-area rawan terhadap erosi dan deposisi sedimen dengan lebih akurat. Hal ini menjadi dasar yang kuat untuk merencanakan strategi pengelolaan yang efektif dalam mengatasi masalah sedimentasi di Sungai Citarum.

Strategi Pengelolaan yang Tepat Guna: Hasil analisis laboratorium memberikan wawasan yang mendalam tentang karakteristik sedimen Sungai Citarum, yang menjadi dasar penting dalam merencanakan strategi pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampak sedimentasi dan memperbaiki kualitas lingkungan.

Pemodelan Prediksi sebagai Alat Pengambilan Keputusan: Pemodelan prediksi menjadi alat yang sangat berguna dalam merencanakan dan mengelola sumber daya air, terutama dalam konteks menjaga keberlanjutan Sungai Citarum. Dengan memahami potensi risiko sedimentasi yang mungkin terjadi, langkah-langkah preventif dan korektif dapat diambil secara tepat waktu untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman yang mendalam tentang sedimentasi Sungai Citarum, tetapi juga menyajikan solusi konkret dalam bentuk strategi pengelolaan yang dapat diterapkan untuk menjaga keberlanjutan Sungai Citarum dan lingkungannya. Diharapkan temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dalam upaya mempertahankan kelestarian sumber daya air dan lingkungan hidup bagi generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adharini, R., Probosunu, N., & Satriyo, T. (2021). Kelimpahan dan struktur komunitas plankton di sungai pasir dari kabupaten kulon progo (yogyakarta) hingga purworejo (jawa tengah). *Limnotek Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 28(2). <https://doi.org/10.14203/limnotek.v28i2.356>

- Besar, N., Shams, S., Ratnayake, U., Rahman, E., & Mamun, A. (2023). Analysis of sediment load on meandering channel due to combined effect of rainfall and flow. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1135(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1135/1/012020>
- Chen, C., Tfwala, S. S., & Tsai, C. (2020). Climate change impacts on soil erosion and sediment yield in a watershed. *Water*, 12(8), 2247. <https://doi.org/10.3390/w12082247>
- Clifton, Z. J., Cashman, M. J., Gellis, A. C., Katoski, M. P., Nibert, L. A., & Noe, G. B. (2022). Quantifying connectivity and its effects on sediment budgeting for an agricultural basin, chesapeake bay watershed, united states. *Hydrological Processes*, 36(12). <https://doi.org/10.1002/hyp.14777>
- Fang, H., Lai, H., Cheng, W., Huang, L., & He, G. (2017). Modeling sediment transport with an integrated view of the biofilm effects. *Water Resources Research*, 53(9), 7536-7557. <https://doi.org/10.1002/2017wr020628>
- Farida, F., Dasrizal, D., & Febriani, T. (2019). Review: produktivitas air dalam pengelolaan sumber daya air pertanian di indonesia. *Jurnal Spasial*, 5(3), 65-72. <https://doi.org/10.22202/js.v5i3.3161>
- Hafsaridewi, R., Khairuddin, B., Ninef, J., Rahadiati, A., & Adimu, H. (2019). Pendekatan sistem sosial – ekologi dalam pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 4(2). <https://doi.org/10.15578/marina.v4i2.7389>
- Hamdan, A. M., Fajar, M. T., Mustaqin, R., Wahid, M. A., Maulana, R., & Zainuddin, M. F. (2022). Monitoring of river estuary turbidity using satellite image analysis and its correlation to rainfall (a case study of the krueng river in aceh, indonesia). *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 19(3), 222. <https://doi.org/10.20527/flux.v19i3.14062>
- Hamzah, H., Maarif, M. S., Marimin, M., & Riani, E. (2017). Status mutu air waduk jatiluhur dan ancaman terhadap proses bisnis vital. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(1), 47-60. <https://doi.org/10.32679/jsda.v12i1.164>
- Hidayat, F., Juwono, P., Suharyanto, A., Legono, D., Sisinggih, D., & Neil, D. (2018). Sediment management of reservoirs in volcanic area: case of wlingi and lodoyo reservoirs in indonesia.. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75034>
- Hidayati, D. (2017). Memudarnya nilai kearifan lokal masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air. *Jurnal Kependudukan Indonesia*, 11(1), 39. <https://doi.org/10.14203/jki.v11i1.36>
- Kim, Y., Han, H., Wang, W., & Kim, H. (2022). Improvement of deep learning models for river water level prediction using complex network method. *Water*, 14(3), 466. <https://doi.org/10.3390/w14030466>
- Kurniawan, H. and Putra, D. (2021). Collaborative governance dalam pengelolaan waduk sei pulau di kota tanjungpinang. *Jurnal Widyaiswara Indonesia*, 2(1), 11-20. <https://doi.org/10.56259/jwi.v2i1.69>
- Li, X., Chen, J., Guo, J., & Shi, Q. (2023). Variation characteristics of rainfall erosivity in tropical china and its impact on river sediment load. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1084503>
- Liu, C., Liu, D., & Mu, L. (2022). Improved transformer model for enhanced monthly streamflow predictions of the yangtze river. *Ieee Access*, 10, 58240-58253. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3178521>
- Miloud, K. and Berhail, S. (2024). Application of hydrological indices and gis for the detection of areas at risk of erosion - case study oued rhumel watershed, east algeria.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2956318/v2>
- Moreno, C., Aquino, R., Ibarreche, J., Pérez, I., Castellanos, E., Álvarez, E., ... & Clark, B. (2019).

- Rivercore: iot device for river water level monitoring over cellular communications. *Sensors*, 19(1), 127. <https://doi.org/10.3390/s19010127>
- Mujib, M., Mariati, M., & daulay, R. (2017). Aplikasi sistem informasi geografis (sig) untuk identifikasi perubahan sempadan sungai musi di kota palembang (1922 - 2012).. <https://doi.org/10.31219/osf.io/5bzgf>
- Mukaromah, H. and Kusumastuti, K. (2021). Modal sosial dalam upaya pengelolaan sampah berkelanjutan di kampung iklim joyotakan surakarta. *Region Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 16(1), 83. <https://doi.org/10.20961/region.v16i1.34512>
- Natho, S., Tschikof, M., Bondar-Kunze, E., & Hein, T. (2020). Modeling the effect of enhanced lateral connectivity on nutrient retention capacity in large river floodplains: how much connected floodplain do we need?. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00074>
- Nienhuis, J. H., Ashton, A. D., & Giosan, L. (2015). What makes a delta wave-dominated?. *Geology*, 43(6), 511-514. <https://doi.org/10.1130/g36518.1>
- Perdini, M., Riani, E., & Nurhasanah, N. (2023). Strategi menuju penerapan green hospital serta dampaknya bagi rumah sakit studi kasus pada rumah sakit x. *J. Teknologi Lingkungan*. UNMUL, 7(1), 68. <https://doi.org/10.30872/jtlunmul.v7i1.10731>
- Permana, S. and Mubarak, H. (2021). Analisis perbandingan pengaruh sedimentasi terhadap penyaluran debit di daerah irigasi cimanuk kabupaten garut. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 1-10. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.877>
- Rizky, K. M., Simanjuntak, R. V., & Urfan, F. (2023). Monitoring laju sedimentasi di daerah aliran sungai (das) hulu kota langsa. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 7(2), 285-294. <https://doi.org/10.24815/jpg.v7i2.28878>
- Rizky, K., Simanjuntak, R., & Urfan, F. (2023). Monitoring laju sedimentasi di daerah aliran sungai (das) hulu kota langsa. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 7(2), 285-294. <https://doi.org/10.24815/jpg.v7i2.28878>
- Sandy, S. and Wike, I. (2019). Pengaruh iklim terhadap annual parasite incidence malaria di kabupaten jayapura tahun 2011 – 2018. *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases*, 5(1), 9-15. <https://doi.org/10.22435/jhecads.v5i1.1031>
- Septiningtyas, M. M., Supriyantini, E., & Pribadi, R. (2022). Kelimpahan bivalvia di muara sungai tuntutang morodemak berdasarkan kandungan bahan organik dan fraksi sedimen. *Journal of Marine Research*, 11(4), 577-586. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.34045>
- Shalihah, H., Purnomo, P., & Widyorini, N. (2017). Keanekaragaman moluska berdasarkan tekstur sedimen dan kadar bahan organik pada muara sungai betahwalang, kabupaten demak (molluscs diversity based on sediment texture and organic matter content in betahwalang estuary, demak regency). *Saintek Perikanan Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 13(1), 58. <https://doi.org/10.14710/ijfst.13.1.58-64>
- Tulak, N., Handoko, H., Hidayati, R., Hadi, U., & Hakim, L. (2018). Karakteristik dan distribusi spasial habitat positif larva nyamuk anopheles spp. berdasarkan curah hujan. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 14(3), 285. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v14i3.3307>
- Wakili, B., G.N, N., Suleiman, Y., & E, M. (2017). Effect of human induced sediments inflow on habitat quality in river chanchaga, minna, nigeria. *Journal of Environments*, 4(1), 9-14. <https://doi.org/10.20448/journal.505.2017.41.9.14>
- Wang, H., Kondolf, G., Tullos, D., & Kuo, W. (2018). Sediment management in taiwan's reservoirs and barriers to implementation. *Water*, 10(8), 1034. <https://doi.org/10.3390/w10081034>

Yong, H., Li, D., Deng, J., Liu, C., Zhou, J., Chai, Y., ... & Li, Y. (2022). Mechanisms controlling water-level variations in the middle yangtze river following the operation of the three gorges dam. *Water Resources Research*, 58(10). <https://doi.org/10.1029/2022wr032338>