

**Article History**

Received: 01/9/2021

Accepted: 06/11/2021

Published: 15/12/2021

\*Corresponding author

[andrianyovi@gmail.com](mailto:andrianyovi@gmail.com)**ANALISIS KECENDERUNGAN SEDIMENTASI DALAM UPAYA  
KEBERLANJUTAN USIA GUNA WADUK WONOREJO****ANALYSIS OF SEDIMENTATION TRENDS IN EFFORTS FOR  
SUSTAINABILITY AT WONOREJO RESERVOIR**Novi Andriany Teguh<sup>a\*</sup>, Nastasia Festy Margini<sup>a</sup><sup>a</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan (FTSPK),  
Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya, Indonesia**Abstrak**

Sedimentasi merupakan permasalahan alami yang selalu terjadi pada suatu bangunan air, khususnya bendungan dan waduk. Waduk Wonorejo sebagai waduk serbaguna juga mengalami hal tersebut. Sedimentasi dapat memberikan pengaruh kepada kinerja waduk dan bendungan. Dengan adanya penumpukan sedimen, volume waduk akan berubah dari waktu ke waktu sehingga perlu diperkirakan jumlah volume sedimen selama usia guna waduk dan bendungan, supaya tetap dapat berfungsi secara optimal. Selain itu juga diperlukan adanya upaya untuk menangani sedimentasi tersebut. Kajian ini dilakukan untuk mengestimasi jumlah volume sedimen yang dapat terjadi selama usia guna waduk dan bendungan yaitu 50 tahun. Dengan menggunakan data yang terbatas dari studi sebelumnya, kajian dilakukan dengan metode studi literatur dari kajian lain yang telah dilakukan di waduk dan bendungan lainnya di Indonesia. Berdasarkan hasil estimasi, diperkirakan volume sedimen yang ada di Waduk Wonorejo di akhir usia guna mencapai 17,6 % dari volume kapasitas waduk. Sehingga dapat disimpulkan waduk masih dapat bekerja dengan optimal. Namun, hasil ini tidak cukup akurat karena adanya keterbatasan data yang tersedia sehingga tetap dibutuhkan upaya penanganan sedimentasi yang tepat. Upaya penanganan tersebut dapat diadopsi dari apa yang telah disarankan pada studi lain untuk waduk dan bendungan di Indonesia.

**Kata Kunci:** waduk, bendungan, sedimentasi, wonorejo**Abstract**

Sedimentation is a natural problem that always occurs in water structures, especially dams and reservoirs. Wonorejo Reservoir as a multipurpose reservoir also experienced this. Sedimentation can affect the performance of reservoirs and dams. With the accumulation of sediment, the volume of the reservoir will change from time to time, so it is necessary to estimate the volume of sediment during the useful life of the reservoir and dam, so that they can function optimally. In addition, efforts are also needed to deal with the sedimentation. This study was conducted to estimate the volume of sediment that can occur during the useful life of reservoirs and dams, which is 50 years. Using limited data from previous studies, the study was carried out using the literature study method from other studies that have been carried out in other reservoirs and dams in Indonesia. Based on the estimation results, it is estimated that the volume of sediment in the Wonorejo Reservoir at the end of its age will reach 17.6% of the reservoir capacity volume. So it can be concluded that the reservoir can still work optimally. However, these results are not accurate enough due to the limited data available so that proper sedimentation management efforts are still needed. These countermeasures can be adopted from what has been suggested in other studies for reservoirs and dams in Indonesia.

**Keywords:** reservoir, dam, sedimentation, wonorejodoi: [10.24815/jcd.v9i2.25097](https://doi.org/10.24815/jcd.v9i2.25097)Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International (CC BY-NC-SA 4.0)**PENDAHULUAN**

Waduk merupakan salah satu tampungan air yang juga berfungsi sebagai bangunan pencegah banjir. Dalam usia layan suatu waduk, ada banyak faktor yang bisa mempengaruhi performanya. Salah satu faktor yang selalu menjadi permasalahan adalah sedimentasi. Akibat dari adanya bendungan yang membendung sungai, maka secara alami bahan angkutan sedimen di sungai akan tertampung dan terendapkan di dalam waduk. Sedimentasi merupakan suatu permasalahan yang tidak dapat dihindari, namun

dapat diatasi. Tidak semua sedimen yang terendap di waduk akan langsung masuk pada tampungan mati (dead storage), sebagian sedimen akan mengendap pada tampungan efektif. Hal ini menyebabkan tampungan efektif waduk berkurang, sehingga kinerja operasi waduk terganggu meskipun usia guna waduk belum tercapai.

Waduk Wonorejo adalah waduk terbesar di Asia Tenggara dengan debit 15.000 m<sup>3</sup> per detik. Waduk Wonorejo merupakan waduk tahunan yang menampung air di saat musim hujan dan

memanfaatkannya pada musim kemarau. Selain untuk menampung air, Waduk Wonorejo juga dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Dalam konsepnya, Waduk Wonorejo dimaksudkan untuk penyuplai air bersih baik untuk kawasan Tulungagung maupun sekitarnya, sebagai sarana irigasi di daerah Pagerwojo dan sekitarnya, dan sarana penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik. Pemerintah Kabupaten Tulungagung menyatakan bahwa Waduk Wonorejo juga diperkenalkan sebagai obyek yang menyuguhkan kenyamanan dan ketersediaan fasilitas rekreasi.

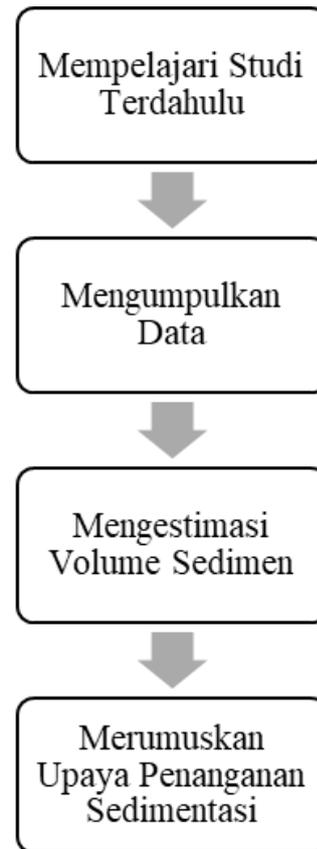
Studi mengenai sedimentasi di Waduk Wonorejo belum banyak dilakukan, padahal Waduk Wonorejo sangat krusial perannya, khususnya untuk penduduk di Kabupaten Tulungagung. Setyono [1] melakukan prediksi distribusi sedimen di Waduk Wonorejo dengan Empirical Area Reduction Method dan Area Increment Method. Hasil dari studi tersebut menyatakan bahwa metode yang paling cocok untuk memprediksi distribusi sedimentasi di Waduk Wonorejo adalah Area Reduction Method. Selain itu, tidak ditemukan studi lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah memperkirakan jumlah sedimentasi yang terjadi selama usia guna Waduk Wonorejo. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk merumuskan apa saja upaya penanganan sedimentasi yang dapat dilakukan untuk memperpanjang usia guna waduk. Jika penanganannya tepat, sedimentasi terjadi tanpa memberikan dampak negatif terhadap usia guna waduk. Hal ini menjadikan pentingnya kajian ini dibuat.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam kajian ini merupakan data yang digunakan pada studi sebelumnya oleh Setyono [1], yang meliputi data teknis, data volume kapasitas waduk, dan data volume sedimen pada tahun 2008 dan 2011. Seluruh data sedimen diambil dengan pengukuran Echo Sounding dan bersumber dari Perusahaan Umum (PERUM) Jasa Tirta 1 yang tidak dipublikasikan.

Selain data yang diperoleh dari PERUM Jasa Tirta 1. Dilakukan juga studi literatur terdahulu. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari kajian terdahulu yang sudah dipublikasikan di jurnal-jurnal nasional serta tugas akhir atau thesis dari perguruan tinggi yang ada di Indonesia terkait dengan kasus sedimentasi yang ada di waduk dan bendungan. Langkah pengerjaan kajian ini disajikan pada diagram alir berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir Pengerjaan Kajian

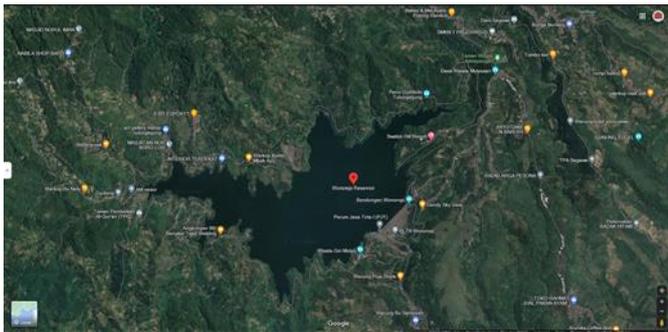
Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang dilakukan dalam riset ini. Penelitian dimulai dengan studi literatur terdahulu terkait pengelolaan waduk, potensi dan studi terkait sedimen. Selanjutnya dilakukan langkah pengumpulan data dan melakukan estimasi volume sedimentasi waduk. Dari hasil data analisis kemudian dirumuskan upaya penanganan sedimentasi waduk wonorejo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Waduk Wonorejo secara administrasi terletak di Kecamatan Pagerwojo, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Waduk yang dikelola oleh Perum Jasa Tirta 1 ini memiliki luas muka air 380 ha dengan kapasitas sekitar 122 juta m<sup>3</sup>. Sungai utama yang memasok air adalah Kali Gondang dan Kali Wangi. Waduk Wonorejo memiliki fungsi penting sebagai salah satu pusat tenaga listrik (PLTA) sebesar 6,02 MW dan sumber air minum dengan debit sebesar 8,02 m<sup>3</sup> per detik. Waduk ini juga berfungsi sebagai sumber irigasi bagi lahan pertanian seluas 7.540 ha serta untuk pencegah banjir di Tulungagung.

**Tabel 1.** Data Kapasitas Waduk dan Volume Sedimen (Sumber: Setyono) [1]

Tahun	Kapasitas Waduk (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			Volume Sedimen (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		
	Total	Mati	Efektif	Total	Mati	Efektif
2000	122.000	16.000	106.000	0.000	0.000	0.000
2008	109.615	10.571	99.040	12.390	5.430	6.960
2011	108.682	10.080	98.602	13.318	5.920	7.398

**Gambar 2.** Waduk Wonorejo (Sumber: Google Satelite)

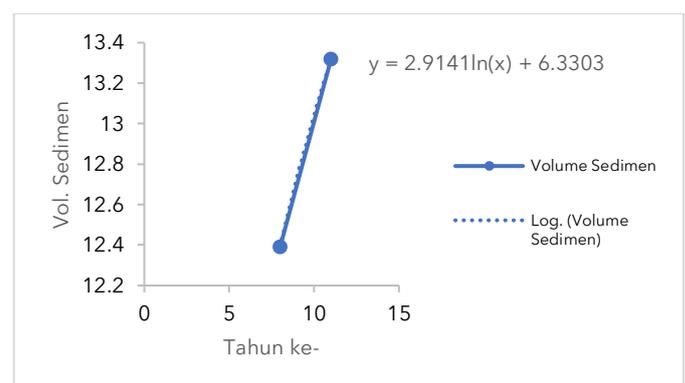
Kajian ini dilakukan dengan literatur studi serta mengestimasi jumlah sedimen sesuai dengan usia guna waduk. Karena terbatasnya referensi studi sebelumnya mengenai Waduk Wonorejo, maka studi literatur dilakukan dengan menganalisis metode yang sudah pernah digunakan pada waduk lainnya di Indonesia. Achsan dkk. [2] mengestimasi volume sedimentasi dan laju sedimentasi pada Waduk Bili-Bili di Provinsi Sulawesi Selatan dengan perhitungan berdasarkan volume sedimen dari hasil pengukuran. Estimasi volume dan laju sedimentasi di masa yang akan datang dilakukan dengan cara menentukan bentuk kurva yang cocok dengan sebaran data volume sedimentasi. Metode ini yang diadaptasi dalam mengerjakan kajian ini.

Selain itu, kajian ini juga merumuskan upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mempertahankan usia guna waduk, terlepas dari adanya sedimentasi. Usulan upaya ini dirumuskan dengan menganalisis usulan dari studi terdahulu pada waduk lain di Indonesia. Beberapa studi yang dianalisis usulannya diantaranya Sardi dkk. [3] melakukan kajian terhadap pembuatan waduk penampung sedimen pada Bendungan Serbaguna Wonogiri. Cara ini dilakukan dengan membuat tanggul penutup pada muara Sungai Keduang ke waduk untuk membuat penampung sedimen dan pada waktu-waktu tertentu dilakukan flushing (penggelontoran). Lain halnya dengan studi Achsan dkk. [2] yang mengupayakan penanganan sedimentasi di waduk Bili-Bili untuk memperpanjang umur layanan waduk dengan melakukan pengerukan dan menaikkan ambang intake.

Marhendi [4] mengkaji dua kelompok kegiatan yang dapat dilakukan dalam rangka mengurangi laju sedimentasi waduk, yaitu kegiatan pada daerah tangkapan, serta kegiatan pada waduknya sendiri. Berbeda dengan Achsan dkk. [2], menurut Marhendi [4] penanganan sedimentasi dengan cara evakuasi atau pembuangan sedimen dari dalam waduk dengan cara pengerukan merupakan alternatif terakhir yang sebaiknya dihindari.

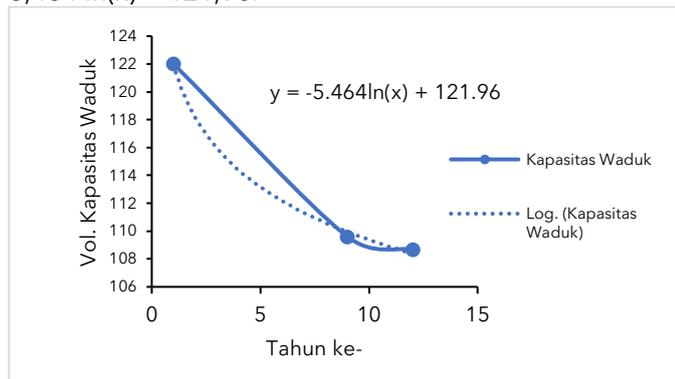
Tabel 1 menunjukkan kapasitas waduk dan volume sedimen selama pemantauan beberapa tahun sejak 2000 s.d 2011. Data menunjukkan kapasitas waduk menurun dari tahun ke tahun. Sedangkan volume sedimen dalam juta meter kubik terus bertambah secara gradual mencapai 13.318 juta meter kubik pada tahun 2011.

Sedimentasi di Waduk Wonorejo dapat dihitung berdasarkan volume sedimen dari hasil pengukuran. Estimasi volume dan laju sedimentasi di tahun yang akan datang dilakukan dengan cara menentukan bentuk kurva yang cocok dengan sebaran data volume sedimentasi pada tahun 2008 dan 2011 seperti yang ditampilkan pada grafik pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Grafik Perhitungan Volume Sedimen

Berdasarkan grafik di atas, diperoleh persamaan garis regresi:  $y = 2,9141 \ln(x) + 6,303$ . Prediksi volume sedimentasi Waduk Wonorejo di masa depan digunakan persamaan tersebut. Dengan menggunakan metode serupa, prediksi volume kapasitas waduk di masa depan juga dapat diprediksi. Berdasarkan grafik

di bawah, diperoleh persamaan garis regresi:  $y = -5,464 \ln(x) + 121,96$ .



**Gambar 4.** Grafik Perhitungan Volume Kapasitas Waduk

Hasil estimasi volume sedimen dan kapasitas total waduk selama usia guna waduk sampai dengan tahun 2050 disajikan pada Tabel 2. Persentase volume sedimen cenderung naik terus menerus hingga mengisi 17,6% dari kapasitas total waduk. Hal ini menunjukkan distribusi endapan sedimen semakin bertambah seiring berjalannya waktu. Rata-rata volume sedimen tiap tahun mengalami penurunan, hal ini dapat dikarenakan semakin banyaknya sedimentasi yang terjadi menyebabkan tercapainya titik equilibrium di beberapa area waduk, dimana tidak terjadinya transportasi sedimen. Kapasitas total waduk juga mengalami penurunan dengan adanya sedimentasi tersebut.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan, berdasarkan yang pernah diterapkan atau direkomendasikan di waduk dan bendungan lain di Indonesia diantaranya sebagai berikut:

- a) Perbaiki aliran hidrologi di DAS supaya air penghujan dapat disimpan dan digunakan di musim kemarau, serta mencari alternatif pengganti untuk suplai air irigasi, seperti yang direkomendasikan Wahyudi [5] untuk Waduk Cacaban.
- b) Kegiatan pengerukan sedimen di muara-muara sungai secara rutin untuk pemeliharaan Waduk dan Bendungan Wonorejo, seperti yang dikaji oleh Sejati dkk. [6] untuk Waduk Bili-Bili, dimana dari nilai ekonominya, volume pengerukan yang dilakukan berdasarkan ketersediaan spoil bank yang sudah ada direncanakan sebesar 200.000 m<sup>3</sup> per tahun memiliki efektivitas tertinggi.
- c) Menurut Marhendi [4], penanganan sedimentasi waduk secara umum dapat dibedakan menjadi empat jenis kegiatan atau usaha, yaitu: menekan laju erosi kawasan hulu, meminimalkan beban sedimen yang masuk ke waduk, meminimalkan jumlah sedimen yang mengendap di waduk dan mengeluarkan endapan sedimen di waduk. Selain itu, penangan secara vegetatif dan sosial juga diperlukan, seperti konservasi kawasan hulu untuk mengurangi atau mencegah sedimen masuk ke waduk serta pengembangan peran serta masyarakat yang tinggal di kawasan hulu.
- d) Pendekatan dengan menggunakan model seperti yang dikaji Ilyas dan Arief [7] pada DAS Citarum. Dengan menggunakan model, prediksi erosi dan

**Tabel 2.** Prediksi volume kumulatif sedimen waduk wonorejo selama 13 tahun ke depan

Tahun	Vol kumulatif Sedimen (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Rerata(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) / Tahun	Kapasitas Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Persentase sedimen (%)
2021	15.202	1.520	105.325	14.43
2022	15.338	0.136	105.071	14.59
2023	15.467	0.130	104.828	14.75
2024	15.591	0.124	104.595	14.90
2025	15.710	0.119	104.372	15.05
2026	15.825	0.114	104.158	15.19
2027	15.935	0.110	103.952	15.33
2028	16.041	0.106	103.753	15.46
2029	16.143	0.102	103.561	15.59
2030	16.242	0.099	103.376	15.71
2035	16.691	0.090	102.534	16.28
2040	17.080	0.078	101.804	16.78
2050	17.730	0.065	100.585	17.63

Walaupun persentase sedimentasi masih cukup kecil (dibawah 25%), upaya pengendalian sedimentasi tetap diperlukan karena sedimentasi akan terus ada. Dengan terus meningkatnya persentase sedimen terhadap volume kapasitas waduk, perlu adanya upaya untuk mengatasi hal tersebut supaya usia guna waduk tidak terdampak dan waduk tetap bisa bekerja maksimal.

sedimentasi secara spasial dapat memberikan gambaran yang menyeluruh dalam mengantisipasi tingkat erosi dan sedimentasi pada sungai dan waduk di dalam DAS.

## KESIMPULAN

Persentase volume sedimen cenderung meningkat terus menerus hingga mengisi 17,627% dari kapasitas total waduk. Hal ini menunjukkan distribusi endapan sedimen semakin bertambah seiring berjalannya waktu. Sedangkan kapasitas volume waduk semakin menurun dengan adanya endapan tersebut. Namun, secara teoritis, Waduk Wonorejo masih dapat berfungsi secara optimal sampai usia guna tercapai (50 tahun). Beberapa upaya penanganan sedimentasi yang dapat diaplikasikan pada Waduk Wonorejo diantaranya perbaikan aliran hidrologi di DAS, kegiatan pengerukan sedimen, penanganan secara vegetatif dan sosial, serta pendekatan dengan menggunakan model. Hasil studi ini dapat menjadi lebih baik dan akurat jika data yang digunakan lebih lengkap dan merupakan data terbaru. Selain itu, untuk studi di masa depan disarankan menggunakan pemodelan sedimentasi Waduk Wonorejo untuk dapat menggambarkan distribusi spasial sedimentasi yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Setyono, "Kajian Distribusi Sedimentasi Waduk Wonorejo, Tulungagung-Jawa Timur," *Media Teknik Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 132-141, 2011.
- [2] Achsan, M. Bisri and E. Suhartanto, "Analisis kecenderungan sedimentasi waduk bili- bili dalam upaya keberlanjutan usia guna waduk," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 6, no. 1, pp. 30-36, 2015.
- [3] Sardi, B. A. Kironoto and R. Jayadi, "Kajian Penanganan Sedimentasi Dengan Waduk Penampung Sedimen Pada Bendungan Serbaguna Wonogiri," *Forum Teknik Sipil*, vol. XVIII, pp. 879-887, 2008.
- [4] T. Marhendi, "Strategi Pengelolaan Sedimentasi Waduk," *Techno*, vol. 14, no. 2, pp. 29-41, 2013.
- [5] I. S. Wahyudi, "Pengaruh Sedimentasi terhadap Kapasitas dan Operasional Waduk: Studi Kasus Waduk Cacaban," *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, vol. 1, no. 2, 2004.
- [6] W. Sejati, P. T. Juwono and R. Asmaranto, "Efektivitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Bili-Bili Ditinjau Dari Nilai Ekonomi," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 7, no. 2, pp. 268-276, 2016.
- [7] Ilyas and M. Arief, "Sedimentasi dan dampaknya pada DAS Citarum Hulu," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 3, no. 2, pp. 159-164, 2002.