



Angkutan Sedimen Menggunakan Metode Yang Pada Sungai Sombe, Palu, Sulawesi Tengah

M.I. Pratama^{a*}

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: pratamaiqbal4554@gmail.com

Received: 7 December 2020; revised: 2 February 2021; accepted: 5 February 2021

Abstract: The sedimentation process that occurs in in Sombe River is a phenomenon of sediment grains or particles entrained from the riverbank avalanche. The problem is exacerbated when there is moderate to high intensity rainfall, causing sediment material transported by a flood. The purpose of this study is to identify and estimate the amount of sediment transport in Sombe River. In this research, direct measurements were carried out by taking sediment samples from the Sombe River, furthermore it is also used secondary data such as rainfall data and data characteristics of the watershed. The results of the analysis using the Yang method show that the average value of sediment transport in the Sombe River with a return period of 1 year, 2 years, 5 years and 10 years is 5.7×10^6 - 7.5×10^6 tons / year.

Keywords: *sediment transport, Sombe Rriver, Yang.*

Abstrak: Proses sedimentasi yang terjadi di Sungai Sombe merupakan suatu fenomena terbawanya butiran sedimen yang bersumber dari longsoran tebing sungai. Hal ini diperparah ketika terjadi hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi menyebabkan terbawanya material sedimen bersama banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memperkirakan besaran angkutan sedimen di Sungai Sombe. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung yaitu dengan mengambil sampel sedimen di Sungai Sombe, selain itu juga digunakan data sekunder seperti data curah hujan dan data karakteristik DAS. Hasil analisis menggunakan metode Yang diperoleh nilai rata-rata debit sedimen di Sungai Sombe dengan kala ulang 1 Tahunan, 2 Tahunan, 5 Tahunan dan 10 Tahunan, yaitu sebesar $5,7 \times 10^6$ – $7,5 \times 10^6$ ton/tahun.

Kata kunci: *angkutan sedimen, Sungai Sombe, Yang.*

1. Pendahuluan

Sungai Sombe merupakan salah satu sungai yang berada di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai ini memiliki banyak manfaat bagi masyarakat di sepanjang sungai tersebut dan juga bagi masyarakat Kota Palu. Selain air sungainya yang digunakan untuk berbagai keperluan (irigasi, air baku, dan keperluan rekreasi yaitu Pemandian Porame), material sungai seperti pasir dan batu juga dimanfaatkan untuk pembangunan rumah dan infrastruktur lainnya [1].

Akan tetapi, permasalahan sedimentasi di Sungai Sombe menjadi hal utama yang masih kurang disoroti baik dari masyarakat, peneliti dan pemerintah. Hal tersebut diperparah ketika musim hujan atau terjadi hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi, seringkali berakibat banjir yang membawa banyak material (sedimen dan bahkan batu yang berukuran besar). Oleh karena hal tersebut, maka perlu adanya suatu studi penelitian yang mengkaji tentang besaran angkutan sedimen di Sungai Sombe.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Sombe (Gambar 1), yang terletak di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai Sombe memiliki luas DAS yakni $56,67 \text{ km}^2$, dengan panjang sungai $10,65 \text{ km}$ serta kemiringan sungai $7,54$.

2.2. Data

Dalam penelitian dibutuhkan beberapa data yang meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah sampel sedimen dengan jumlah sampel yang diambil adalah sebanyak 10 sampel di 10 titik lokasi di Sungai Sombe, dimana jarak pengambilan tiap sampel adalah $\pm 150 \text{ m}$. Pengambilan sampel menggunakan cetok dan *polybag* sebagai wadah material sedimen (Gambar 2)

Kemudian sampel-sampel tersebut akan uji di laboratorium untuk mendapatkan nilai gradasi butiran. Sedangkan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa data curah hujan dalam kurun waktu 15 tahun (2003-2017), dan data karakteristik DAS. Data tersebut diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sulawesi III.

2.3. Tahapan Penelitian

2.3.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah kumpulan fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrological phenomenon*) seperti: curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, dan konsentrasi sedimen sungai yang selalu berubah menurut waktu [2].

Pada penelitian ini diawali dengan menganalisa data hujan harian maksimum, kemudian dari data hujan tersebut diuji dengan analisis frekuensi untuk memperoleh model distribusi yang sesuai (Distribusi Normal, Log Normal, Log

Pearson III, dan Gumbel). Setelah diperoleh distribusi yang sesuai, dilakukan uji kecocokan distribusi yang bertujuan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat menggambarkan atau mewakili dari sebaran statistik sampel data yang dianalisis tersebut. Untuk dapat menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, maka dapat digunakan uji *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov* [3].

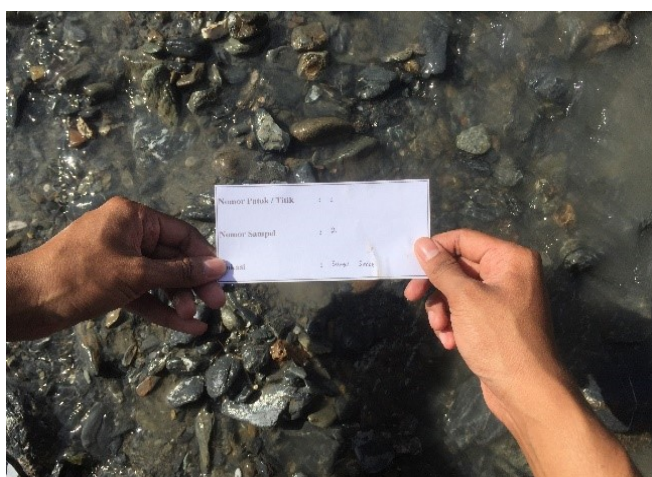
Analisa lain yang dilakukan yaitu pola distribusi hujan, meliputi intensitas curah hujan; pengalihragaman curah hujan rancangan kedalam hujan jam-jaman menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM); dan metode

SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number) untuk menentukan hujan efektif, yang artinya bagian dari hujan yang tidak masuk kedalam tampungan dan tidak tertahan diatas permukaan tanah atau dapat disebut sebagai bagian hujan yang menimbulkan terjadinya limpasan langsung.

Tahapan akhir dari analisis hidrologi pada penelitian ini adalah perencanaan debit banjir rancangan dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetis (HSS) Nakayasu. Pada penelitian ini digunakan periode ulang 1 tahunan, 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan dengan debit puncak rancangan berturut-turut adalah 28,50 m³/s; 45,81 m³/s; 48,66 m³/s; 49,01 m³/s [4-5].



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Proses pengambilan sampel sedimen

2.3.2 Metode Yang

Secara umum transpor sedimen di sungai dapat dibedakan menjadi tiga jenis [6], antara lain:

- 1) *Wash load* atau muatan bilas adalah angkutan partikel halus yang berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang ikut dibawa masuk kedalam sungai dan melayang sampai mencapai laut atau genangan air lainnya.

- 2) *Suspended load* atau muatan sedimen melayang yang terdiri dari pasir halus dan bergerak secara melayang dalam aliran.
- 3) *Bed load* atau muatan sedimen dasar adalah butiran material dengan ukuran yang besar bergerak di dasar sungai dengan cara bergeser, menggelinding ataupun meloncat.

Sungai disebut dalam keadaan seimbang jika kapasitas sedimen yang masuk (Q_{in}) pada suatu penampang memanjang sungai sama dengan kapasitas sedimen yang keluar (Q_{out}) dalam satuan waktu tertentu [7]. Proses pengendapan di sungai dapat terjadi apabila jumlah sedimen yang masuk melebihi kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu tertentu sedangkan proses erosi di sungai dapat terjadi apabila jumlah sedimen yang masuk kurang dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu tertentu.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk memperkirakan transpor sedimen, salah satunya Metode Yang, yang digunakan pada penelitian ini. Yang menyatakan bahwa jumlah angkutan sedimen berbanding langsung dengan jumlah energi aliran [8-9]. Yang mendefinisikan keadaan aliran seperti kecepatan aliran, *slope product*, sebagai bagian utama dari unit berat air [10-12]. Pada metode Yang terbagi atas dua persamaan utama

yang disesuaikan dengan kondisi butiran dari sedimen, seperti yang terlihat berikut ini:

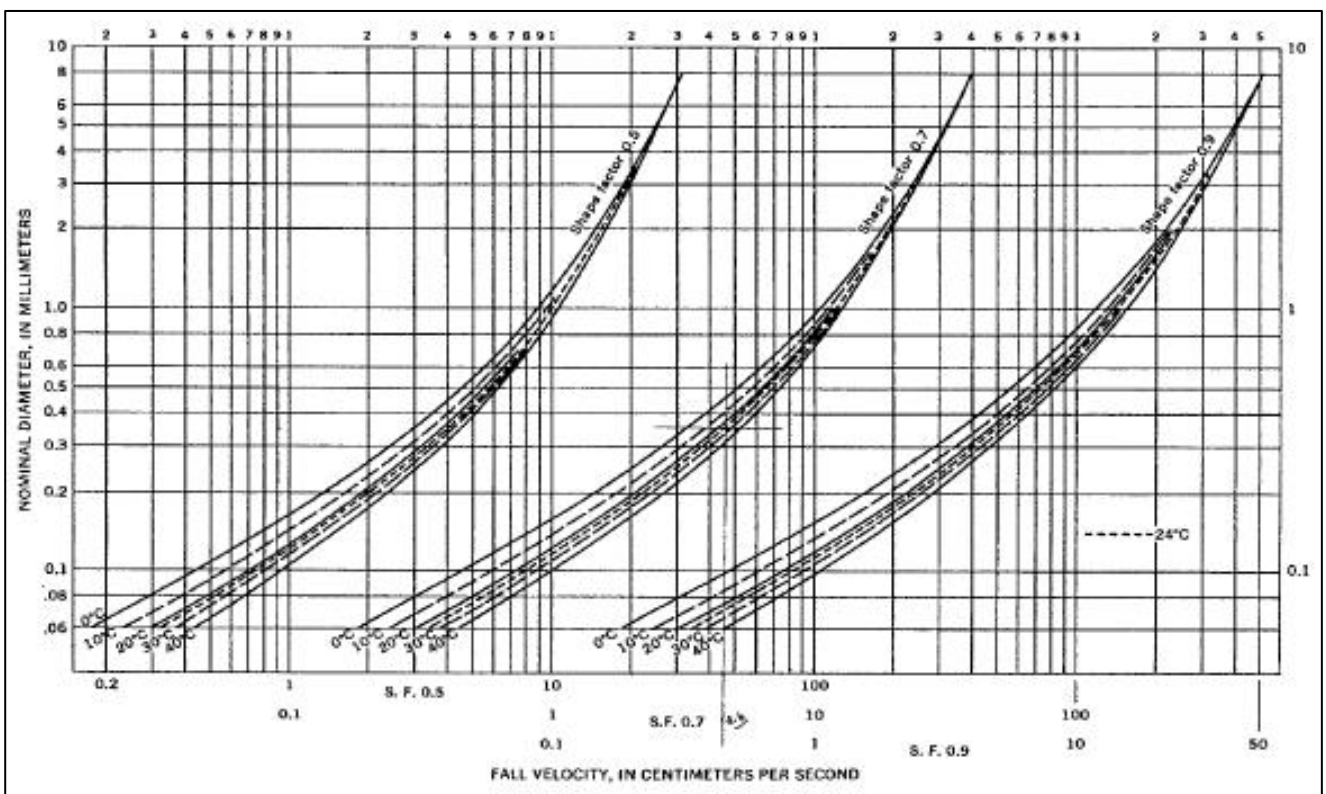
- a) Kondisi butiran ($d_m \leq 2 \text{ mm}$)

$$\log c_t = 5,435 - 0,286 \log \frac{\omega d_{50}}{\nu} - 0,457 \log \frac{U_*}{\omega} + (1,8 - 0,409 \log \frac{\omega d_{50}}{\nu} - 0,314 \log \frac{U_*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{V_{cr} S}{\omega} \right) \quad (1)$$

- b) Kondisi butiran ($d_m \geq 2 \text{ mm}$)

$$\log c_t = 6,681 - 0,633 \log \frac{\omega d_{50}}{\nu} - 4,861 \log \frac{U_*}{\omega} + (2,784 - 0,309 \log \frac{\omega d_{50}}{\nu} - 0,282 \log \frac{U_*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{V_{cr} S}{\omega} \right) \quad (2)$$

Dengan c_t adalah konsentrasi sedimen total (ppm), S adalah kemiringan sungai, U_* adalah kecepatan geser, ω adalah kecepatan jatuh butiran (cm/s) yang diperoleh dari grafik hubungan kecepatan jatuh (ω) dan diameter sedimen 50% dari material dasar (d_{50}) seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan kecepatan jatuh (ω) dan diameter sedimen (d_{50})

Parameter kecepatan geser (U_*) dapat dihitung dengan Persamaan (3) [13-14].

$$U_* = \sqrt{gDS} \quad (3)$$

Setelah diperoleh nilai kecepatan geser maka dapat diketahui nilai Reynold, seperti pada Persamaan (4).

$$Re = \frac{U_* d_{50}}{\nu} \quad (4)$$

Nilai Reynold digunakan dalam menghitung parameter adalah kecepatan kritis aliran (m/s) yaitu seperti pada Persamaan (5) dan (6) [15-16].

a) Untuk kondisi $1,2 < \frac{U_* d_{50}}{\nu} < 70$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = \frac{2,5}{\log\left(\frac{U_* d_{50}}{\nu}\right) - 0,06} + 0,66 \quad (5)$$

b) Untuk kondisi $\frac{U_* d_{50}}{\nu} > 70$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = 2,05 \quad (6)$$

Dari perhitungan konsentrasi total sedimen (c_t), maka dapat dihitung debit sedimen untuk metode Yang, dinyatakan dalam Persamaan (7).

$$Q_s = \frac{Q_b c_t}{10^9} \gamma_s \quad (7)$$

Dengan Q_b adalah debit banjir (m^3/s), dan 10^9 adalah konversi satuan dari ppm ke m^3/s

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisis debit banjir rancangan menggunakan HSS Nakayasu dan pengujian sampel sedimen di

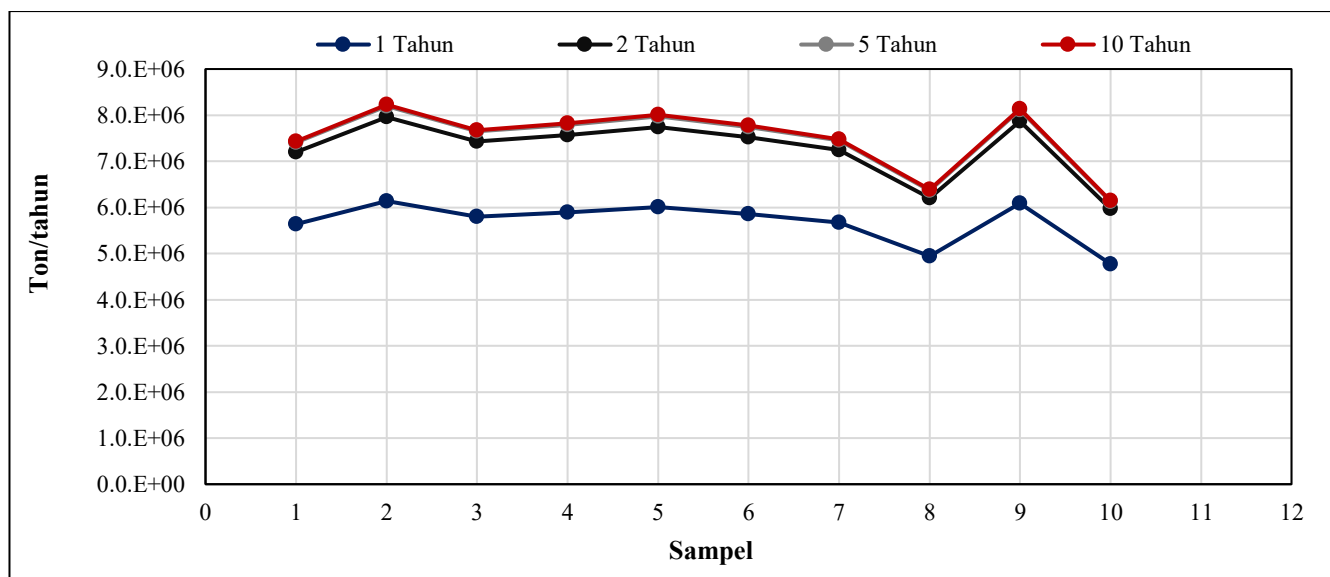
laboratorium diperoleh debit banjir rancangan dan nilai gradasi butiran (Tabel 1), yang kemudian nilai-nilai tersebut akan digunakan dalam analisa angkutan sedimen dengan menggunakan Metode Yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data sampel sedimen hasil pengujian analisa saringan di laboratorium

Sampel	Ukuran Sedimen		
	d ₃₅ mm	d ₅₀ mm	d ₉₀ mm
1	3,6	6,5	25,5
2	3,2	8,2	33,3
3	3,7	7	23,6
4	3,8	7,3	28
5	3,4	7,7	27
6	2,3	7,2	28,4
7	2,1	6,6	32,5
8	2	4,6	26
9	3,4	8	30
10	1,9	4,2	25

Tabel 2. Titik lokasi pengambilan sampel sedimen

Sampel	Angkutan Sedimen Total (ton/tahun) dengan Periode ulang			
	1 Tahun	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
1	5.6 x 10 ⁶	7.2 x 10 ⁶	7.4 x 10 ⁶	7.4 x 10 ⁶
2	6.1 x 10 ⁶	8.0 x 10 ⁶	8.2 x 10 ⁶	8.2 x 10 ⁶
3	5.8 x 10 ⁶	7.4 x 10 ⁶	7.6 x 10 ⁶	7.7 x 10 ⁶
4	5.9 x 10 ⁶	7.6 x 10 ⁶	7.8 x 10 ⁶	7.8 x 10 ⁶
5	6.0 x 10 ⁶	7.7 x 10 ⁶	8.0 x 10 ⁶	8.0 x 10 ⁶
6	5.9 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁶	7.7 x 10 ⁶	7.8 x 10 ⁶
7	5.7 x 10 ⁶	7.2 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁶
8	4.9 x 10 ⁶	6.2 x 10 ⁶	6.4 x 10 ⁶	6.4 x 10 ⁶
9	6.1 x 10 ⁶	7.9 x 10 ⁶	8.1 x 10 ⁶	8.1 x 10 ⁶
10	4.8 x 10 ⁶	6.0 x 10 ⁶	6.1 x 10 ⁶	6.1 x 10 ⁶
Rata - Rata	5.7 x 10 ⁶	7.3 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁶	7.5 x 10 ⁶



Gambar 4. Titik lokasi pengambilan sampel sedimen

Hasil perhitungan dan analisis sedimen menggunakan metode Yang diperoleh rata – rata besaran debit sedimen untuk interval kejadian (Periode ulang) 1 tahunan, 2 tahunan, 5 tahunan, dan 10 tahunan adalah sebesar $5,7 \times 10^6 - 7,5 \times 10^6$ ton/tahun (Gambar 4).

4. Kesimpulan

Perkiraan besaran angkutan sedimen dilakukan berdasarkan debit banjir rancangan (menggunakan metode HSS Nakayasu) dan nilai gradasi butiran (berdasarkan pengujian sampel di laboratorium). Hasil analisis sedimen menggunakan metode Yang diperoleh nilai debit sedimen dengan periode ulang 1 tahunan, 2 tahunan, 5 tahunan, dan 10 tahunan adalah sebesar $5,7 \times 10^6 - 7,5 \times 10^6$ ton/tahun. Besaran angkutan sedimen untuk periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan dan 10 tahunan memiliki kenaikan debit angkutan sedimen yang relatif konstan dibandingkan dengan periode ulang 1 tahunan

Daftar Pustaka

- [1] Y. Ardhyantibawias, *Pengaruh Penambangan Galian C di Sungai Sombe-Lewara Terhadap Sistem Pengendalian Aliran Debris*, Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 2011,
- [2] S. Yuliana, *Kajian Ulang Hidrologi*, Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008.
- [3] S.R. Brontowiryatmo, *Hidrologi, Teori-Masalah-Penyelesaian*, Yogyakarta: Nafiri Offset, 2009.
- [4] M.I. Pratama, *Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Sombe, Palu, Sulawesi Tengah-Tesis*. Yogyakarta : Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 2019
- [5] M.I. Pratama, D. Legono, and A.P. Raharjo, “Analisis Transpor Sedimen Serta Pengaruh Aktivitas Penambangan Pada Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah”, *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 10, no. 2, p. 84, 2019.
- [6] H.R. Mulyanto, 2007, *Sungai Fungsi dan Sifat-Sifatnya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- [7] S. Ismail, “Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya”. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 20, 2008.
- [8] C.T. Yang, *Sediment Transport: Theory and Practice*. New York: McGraw-Hill, 1996.
- [9] R. Fauziyah, *Study of Sediment Transport at Pabelan River, Magelang Regency, Central Java*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [10] T. Marhendi and D.L.S. Ningsih, “Prediksi Peningkatan Sedimentasi dengan Metode Angkutan Sedimen (Studi Kasus Sedimentasi Di Waduk Mrica)”, *Techno*, vol.19, no. 2, p. 87, 2018.
- [11] M.A. Sumardi, L.A. Hendratta, and F. Halim, “Analisis Angkutan Sedimen di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara”, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 12, p. 1043, 2018.
- [12] R. Kusumaningrum, Suyanto, and Solichin, “Analisis Angkutan Sedimen Anak Sungai Bengawan Solo Pada Sungai Dengkeng”, *Matriks Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 277, 2015.
- [13] R.N.S. Sormin, V.T. Haris, and F. Soehardi, “Angkutan Sedimen Sungai Siak di Sekitar Pilar Jembatan Siak I”, *Jurnal Teknik*, vol. 14, no. 2, p. 188, 2020.
- [14] Supiyati, Suwarsono, and M. Asteriqa, *Analisis Transport Sedimen di Muara Sungai Serut Kota Bengkulu*, Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak, 2015.
- [15] M. Pabintan, A.S. Sukri, and T.S. Putri, “Analisis Angkutan Sedimen Dasar Pada Hilir Sungai Kambu Kota Kendari”, *Stabilita*, vol. 7, no. 2, p. 109, 2019.
- [16] D. Setiady and A. Faturachman, “Proses Sedimentasi Sungai Kalijaga, Dan Sungai Sukalila Perairan Cirebon”, *Jurnal Geologi Kelautan*, vol. 5, no. 1, p. 37, 2007.

This page is intentionally left blank