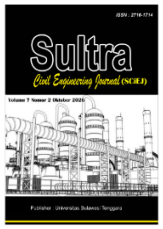
Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)
Volume 7 Issue 2, Oktober 2026
E-ISSN: 2716-1714
Sarana publikasi bagi para akademisi, peneliti, praktisi, dan atau perorangan/kelompok lainnya (umum) di bidang ilmu Teknik Sipil.



Karakteristik Ukuran Butir dan Estimasi Angkutan Sedimen Dasar di Muara Sungai Aalaa Bambaea Kabupaten Bombana

Vickky Anggara Ilham[1]*, Annisa Puji Lestari Thahir[2], Ihsan Dwi Pangestu[3], Rudi alamsyah[4]

[1] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
[2] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
[3] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
[4] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
Corresponding Author: vickkyanggarailham@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:
sedimentation, river estuary, bed-load sediment transport, Aalaa Bambaea River.

How to cite:
Vickky Anggara Ilham, Annisa Puji Lestari Thahir, Ihsan Dwi Pangestu, Rudi alamsyah. (2026). Karakteristik Ukuran Butir dan Estimasi Angkutan Sedimen Dasar di Muara Sungai Aalaa Bambaea Kabupaten Bombana

ABSTRACT

The Aalaa Bambaea River estuary in Bombana Regency is prone to sedimentation due to sediment transport from upstream areas. This study aims to identify sediment grain size characteristics and estimate the rate and annual volume of bed-load sediment transport in the estuary. Field measurements were carried out to determine flow velocity and channel dimensions, while sediment samples were collected and analyzed in the laboratory using sieve analysis to assess grain size distribution. Bed-load transport was calculated using the Schoklitsch equation. The results indicate that the sediment is predominantly fine sand, with a mean grain size (Mz) of 2.33 φ. The sorting value (σ_i) of 0.74 shows that the sediment is moderately sorted, while the skewness value (Sk_i) of +0.20 indicates a slight dominance of fine particles. The kurtosis value (K_i) of 1.10 suggests a mesokurtic to slightly leptokurtic distribution. The estimated bed-load transport rate is 4.337 tons per day, resulting in an annual sediment transport of 1,583.005 tons per year. This relatively high sediment load suggests a significant potential for sediment accumulation in the estuary, which may reduce channel capacity and increase flood risk, especially during high discharge periods. Therefore, these findings are important for supporting sediment management strategies and estuary maintenance planning in order to minimize the impacts of sedimentation in the Aalaa Bambaea River estuary.

1. Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu komponen penting dalam sistem hidrologi yang berperan sebagai tempat mengalirnya air dari wilayah yang lebih tinggi ke wilayah yang lebih rendah hingga akhirnya bermuara ke laut, danau, atau rawa. Sungai tidak hanya berfungsi sebagai saluran air, tetapi juga memiliki peran vital dalam menunjang kehidupan manusia, seperti penyedia air baku, sarana transportasi, irigasi pertanian, sumber energi, hingga sebagai ekosistem perikanan. Asdak, C. (2010). Selain itu, Soewarno (1995) menjelaskan bahwa tingginya tingkat konsentrasi sedimen dalam sungai dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai, baik dari segi kejernihan, kandungan oksigen, maupun kemampuan sungai dalam menopang kehidupan biota air. Sedimentasi yang berlebihan juga dapat mengurangi umur teknis bangunan air seperti bendungan, saluran irigasi, maupun pelabuhan di sekitar muara sungai (Kodoatie & Sjarief, 2008).

Muara Sungai Aalaa Bambaea merupakan bagian hilir sungai yang berperan penting sebagai zona peralihan antara sistem fluvial dan laut. Aktivitas aliran sungai yang membawa material sedimen dari daerah hulu berpotensi menyebabkan pengendapan di muara. Proses sedimentasi yang berlangsung secara terus-menerus dapat mengakibatkan pendangkalan muara, penurunan kapasitas pengaliran, serta meningkatkan risiko banjir di wilayah sekitarnya. Besarnya sedimen yang terjadi di muara tidak hanya ditinjau dari jumlah total sedimen yang mengendap, tetapi juga dari laju angkutan sedimen, yaitu jumlah sedimen yang terbawa aliran sungai per satuan waktu. Selain itu, akumulasi sedimen tahunan menjadi indikator penting untuk mengetahui tingkat pendangkalan muara dalam jangka waktu tertentu. Karakteristik ukuran butir sedimen juga mempengaruhi pola pengendapan, stabilitas dasar sungai, serta dinamika aliran di muara sungai. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menganalisis laju angkutan sedimen, volume sedimen tahunan, serta karakteristik ukuran butir sedimen di Muara Sungai Aalaa Bambaea Kabupaten Bombana sebagai dasar dalam upaya pengelolaan dan pengendalian sedimentasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik ukuran butir sedimen serta menghitung laju dan volume angkutan sedimen dasar di muara Sungai Aalaa Bambaea, Kabupaten Bomban dan mengetahui jenis sedimen yang dominan, besarnya sedimen yang terbawa aliran, dan jumlah akumulasi sedimen tahunan sehingga dapat dipahami potensi pendangkalan muara serta dampaknya terhadap kapasitas aliran dan risiko banjir. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar dalam pengelolaan sedimentasi dan perencanaan pengendalian pendangkalan muara sungai.

2. Tinjauan Pustaka

Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005), seiring dengan pertumbuhan populasi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, permintaan akan air akan meningkat secara pesat. Volume air di Bumi tetap relatif konstan. Siklus hidrologi melibatkan transformasi bentuk air seiring waktu. Nilai ekonomi air terus meningkat seiring waktu. Penting untuk memantau secara cermat pemanfaatan sumber daya alam ini. Sungai merupakan sumber air daratan utama yang dimanfaatkan oleh manusia. Penggunaan aliran sungai secara berkelanjutan memerlukan teknologi dan metode pengolahan yang tepat. Soemarto, C.D (1995), data hidrologi sungai sangat penting untuk mengoptimalkan pemanfaatan aliran sungai. Data hidrologi sungai juga penting untuk mengevaluasi kelayakan infrastruktur air yang ada atau yang diusulkan di suatu wilayah, serta untuk desain struktur perlindungan sungai.

Alimudin (2012) dalam Jawahir (2019) mendefinisikan sedimentasi sebagai proses di mana material yang diangkut oleh sungai hulu mengendap akibat erosi. Soewarno (2000) dalam Siwamba (2019) menyatakan bahwa pergerakan sedimen terdiri dari beban dasar dan beban terlarut. Beban dasar sedimen terdiri dari partikel besar yang bergerak secara kolektif di sepanjang dasar sungai. Mereka biasanya bergerak, berguling, atau melompat, namun tetap berada dalam batas dasar sungai. Beban terlarut sedimen merujuk pada material yang terdapat di dasar sungai dan dibawa oleh aliran sungai. Komposisinya terdiri dari butiran pasir halus yang secara konsisten terangkat oleh turbulensi aliran.

Tabel 1. Perbandingan Kapasitas angkutan sedimen terhadap kondisi dasar sungai

Perbandingan T	Proses yang terjadi	
	Sedimen	**Dasar**
T1= T2	Seimbang	Stabil
T1<T2	Erosi	Degradasi
T1>T2	Pengendapan	Agradasi

Sumber : mardjikoen (1989)

3. Metode Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 5 februari s/d 25 februari 2026, pada Muara sungai aalaa bambaea, kecamatan poleng timur kabupaten bombana. Dalam melakukan penelitian ini teknik pengumpulan data yang dipakai adalah survey lapangan dan kepustakaan. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah analisis matematika dengan pendekatan deskriptif, yaitu dengan mengolah data yang diperoleh melalui survei lapangan. Data hasil survei tersebut kemudian disusun dan diorganisasikan secara sistematis agar dapat menggambarkan permasalahan yang dihadapi secara jelas.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

B. Variabel dan indikator penelitian

Struktur dimodelkan secara tiga dimensi dengan ETABS. Beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, angin, dan gempa dimasukkan dengan mengacu pada SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Analisis gempa dilakukan menggunakan respons spektrum. Gaya geser dasar ditentukan melalui V = Cs × Wt, dengan Cs koefisien respons seismik dan Wt berat seismik efektif. Reaksi aksial maksimum ditinjau pada perletakan kolom grid B3 dari kombinasi pembebanan yang digunakan dalam model.

Tabel 2. Variabel dan indikator penelitian

NO	Unsur yang di tinjau	Indikator
1	Endapan sedimen	1. Buturan sedimen 2. Luas penampang muara 3. Tinggi muka air
2	Ukuran butir dan Jenis sedimen	Jenis butir (mean, sorting, skewness, kurtosis)
3	Volume sedimen terjadi pertahun	1. Diameter ukuran butiran 2. Volume endapan sedimen

4. Hasil dan Pembahasan

A. Kapasitas Pondasi Dan Kriteria Evaluasi

Perhitungan debit aliran di maksudkan untuk mengetahui volume air yang mengalir dalam Sungai aalaa bambaea kabupaten bombana, per satu waktu. Metode yang digunakan dengan merata-ratakan dengan STA 0+000 – 0+050 semua jumlah debit pada wilayah tersebut. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada table

Tabel 3. Data hasil pengukuran kecepatan aliran

Percobaan	Segmen	Satuan
t 1	60.09.00	detik
t2	56.24.00	detik
t3	26.75	detik
t rata-rata	47.69	detik
jarak (s)	50	m
kec (v)	1,04	m/s

Sumber: Hasil Survei lapangan,2025

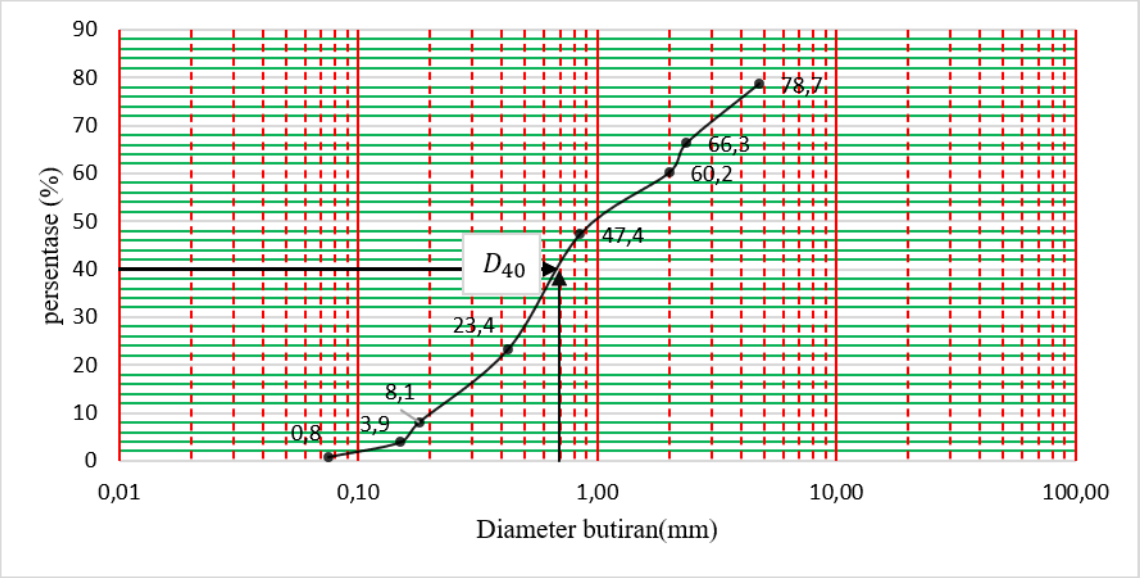
Analisis distribusi ukuran butir dilakukan untuk memahami karakteristik fisik material pada masing-masing segmen penelitian. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, terdapat perbedaan signifikan dalam komposisi fraksi kasar dan halus di antara ketiga segmen tersebut.

Tabel 4. Distribusi Ukuran Butir dan Karakteristik Gradasi Sedimen Tiap Segmen

parameter analisis	segmen I	aegman II	segmen III
berat total sampel (gram)	500	497.02.00	497
persentase lolos saringan No.4	60.80%	98.9 %	78.7 %
persentase lolos saringan No.200	0.10%	1.9 %	0.2 %
fraksi dominan	kerikil/pasir kasar	pasir halus	pasir menengah
karakteristik kurva	Landai (kasar)	sangat curam (halus)	moderat

Sumber: Hasil analisis,2026

Rata-rata analisis gradasi sedimen dasar memberikan gambaran karakteristik ukuran butir yang mencerminkan kondisi hidraulik sungai. Distribusi ukuran butir tersebut menjadi dasar dalam memahami proses transportasi, pengendapan, serta perubahan morfologi sungai. Sedimen dasar (bed load) adalah material yang bergerak di sepanjang dasar sungai melalui mekanisme rolling, sliding, dan saltation akibat gaya geser aliran. Karena bergerak dekat dasar, ukuran butirnya umumnya lebih kasar dibandingkan sedimen suspensi. Setelah dilakukan pemeriksaan sampel sedimen dasar (bed load)



Gambar 2. Grafik hubungan antar diameter saringan terhadap persentase lolos saringan

Grafik gradasi material sedimen menunjukkan hubungan antara diameter butiran dan persentase kumulatif butiran yang lolos. Kurva memperlihatkan bahwa sebagian besar material berada pada ukuran pasir halus hingga sedang, dengan nilai D_{40} = 0,69 mm yang menandakan ukuran butir dominan. Kenaikan kurva yang relatif bertahap menunjukkan tingkat pemilahan sedang, artinya ukuran butiran cukup bervariasi tetapi masih dalam rentang yang seragam. Secara keseluruhan, karakteristik ini mengindikasikan sedimen yang diendapkan pada lingkungan perairan dengan energi arus sedang.Analisis statistik ukuran butir.

Standar parameter statistik ukuran butiran sedimen berdasarkan pendekatan Robert L. Folk & William C. Ward (1957) merupakan metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik distribusi ukuran butir sedimen secara statistik. Metode ini menggunakan skala Phi (ϕ) yang ditransformasikan dari ukuran butir dalam milimeter. Parameter statistik yang dihasilkan meliputi ukuran rata-rata (mean), derajat pemilahan (sorting), kemencengan distribusi (skewness), dan keruncingan distribusi (kurtosis). Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menginterpretasikan energi lingkungan pengendapan, mekanisme transport sedimen, serta kondisi dinamika hidrodinamika yang mempengaruhi proses sedimentasi.

Tabel 5. Hasil perhitungan ukuran butir sedimen dalam skala phi (ϕ) berdasarkan diameter saringan.

No.	Diameter Saringan (mm)	Perhitungan ϕ	Nilai ϕ
4	4,75	$-\log_2(4{,}75)$	−2,25
8	2,36	$-\log_2(2{,}36)$	−1,24
10	2	$-\log_2(2{,}00)$	−1,00
20	0,85	$-\log_2(0{,}85)$	0,23
40	0,43	$-\log_2(0{,}43)$	1,22
80	0,18	$-\log_2(0{,}18)$	2,47
100	0,15	$-\log_2(0{,}15)$	2,74
200	0,08	$-\log_2(0{,}8)$	3,64

Sumber: Hasil Analisis,2026.

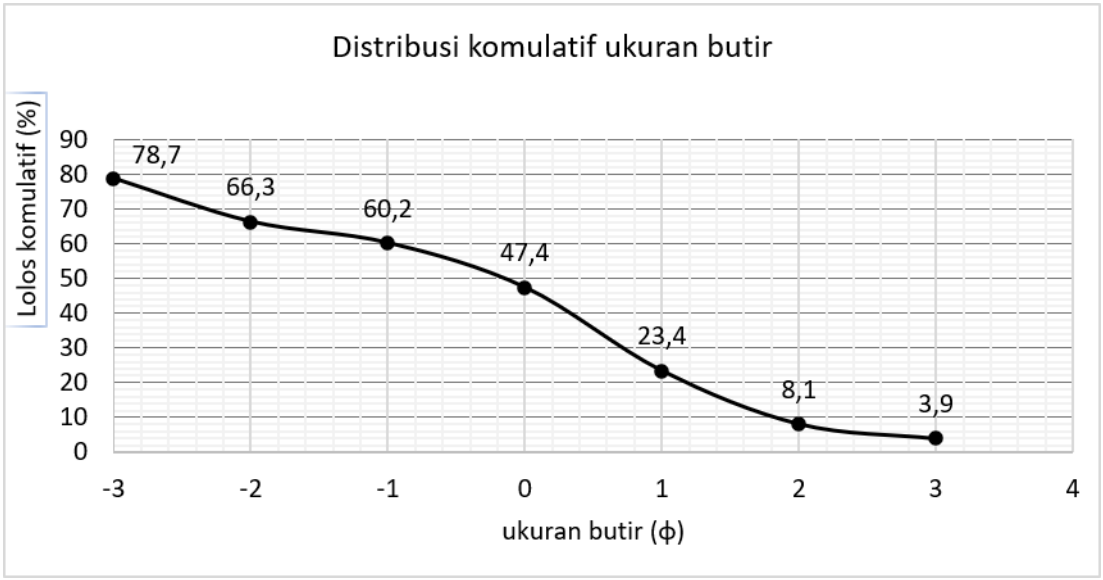
Berdasarkan hasil perhitungan, nilai ϕ berkisar antara −2,25 hingga 3,64, yang menunjukkan bahwa sedimen di Muara Sungai Aalaa Bambaea tersusun dari ukuran kerikil

hingga pasir halus. Nilai ϕ negatif (−2,25 sampai −1,00) merepresentasikan sedimen berukuran kasar (kerikil–pasir kasar), sedangkan nilai ϕ positif (0,23 hingga 3,64) menunjukkan dominasi sedimen berukuran lebih halus (pasir sedang hingga pasir halus), Variasi ukuran butir ini mengindikasikan adanya perbedaan energi aliran dan proses pengendapan yang terjadi di muara sungai.

Tabel 6. Distribusi ukuran butir sedimen berdasarkan diameter saringan, skala phi (ϕ), dan persentase lolos kumulatif.

Diameter (mm)	Phi ϕ	Lolos Kumulatif (%)
4,75	−2,25	79.5%
2,36	−1,24	67.5%
2	−1,00	61.7%
0,85	0,23	49.3%
0,43	1,22	22.6%
0,18	2,47	7.8%
0,15	2,74	3.8%
0,08	3,64	0.7%

Berdarkan Tabel tersebut menunjukkan hubungan antara diameter butir sedimen (mm), skala phi (ϕ), dan persentase lolos kumulatif sedimen di Muara Sungai Aalaa Bambaea. Persentase lolos kumulatif menggambarkan proporsi sedimen yang berukuran lebih kecil dari diameter saringan tertentu, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis distribusi ukuran butir sedimen.



Gambar 3. Kurva distribusi kumulatif ukuran butir sedimen di muara sungai berdasarkan skala phi (ϕ).

Pola distribusi tersebut mencerminkan kondisi energi aliran yang berfluktuasi, seperti yang umum dijumpai pada lingkungan muara sungai, di mana terjadi interaksi antara aliran sungai dan dinamika pasang surut laut sehingga menghasilkan variasi ukuran butir sedimen yang terendapkan. Berdasarkan kurva distribusi kumulatif, diperoleh nilai persentil sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Persentil Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan Interpolasi Kurva Kumulatif

Persentil	Nilai ϕ
ϕ_5	3,3
ϕ_{16}	2,47
ϕ_{25}	1,9
ϕ_{50}	0,23
ϕ_{75}	−1,00
ϕ_{84}	−1,80
ϕ_{95}	−2,20

Nilai-nilai persentil tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan parameter statistik ukuran butir sedimen, yaitu mean (Mz), sorting (σ_i), skewness (Sk_i), dan kurtosis (K_i) berdasarkan metode Folk dan Ward (1957).

1. Ukuran Rata-rata Butir (*mean*)

$$= \frac{\varphi,16 + \varphi50 + \varphi84}{3}$$

$$= \frac{2.47 + 0.23 + (-1.80)}{3} = 2.33\ \varphi$$

Dari hasil perhitungan ukuran rata-rata butir di dapat hasil Pasir halus

2. Derajat Pemilahan (*Sorting*)

$$= \frac{\varphi,84 - \varphi16}{4} + \frac{\varphi,95 - \varphi5}{6.6}$$

$$= \frac{(-1.80 - 2.47)}{4} + \frac{(-2.20 - 3.30)}{6.6}$$

= 1.07 + 0.83 = 0.74

Dari hasil perhitungan derajat pemilihsn di dapat hasil Pemilihan sedang

3. Kemencengan (*Skewness*)

$$Sk_i = \frac{\varphi^{16+\varphi84} - 2\varphi50}{2[\varphi^{84} - \varphi^{16}]} + \frac{\varphi^{5+\varphi95} - 2\varphi50}{2[\varphi^{95} - \varphi^{5}]}$$

$$\frac{(2.47 + (-1.80) - 0)}{2(-4.27)} + \frac{(3.30 + (-2.20) - 0)}{2(-5.5)}$$

$Sk_i \approx$ + 0,20

Klasifikasi : Condong ke arah butir halus (*fine skewed*)

4. Keruncingan (*Kurtosis*)

$$= \frac{\varphi,84 - \varphi16}{2.44(\varphi75 - \varphi25)}$$

$$= \frac{(-2.20 - 3.30)}{2.44(1.00 - 1.90)} = 1.10$$

Berdasarkan hasil perhitungan keruncingan (kurtois) yang diperoleh diatas menunjukan Klasifikasi Mesokurtik menuju leptokurtic

Tabel 8. hasil Statistik Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan Metode Folk dan Ward (1957)

Parameter	Nilai	Klasifikasi
Mean (Mz)	2,33 ϕ	Pasir halus
Sorting (σ_i)	0,74	Pemilahan sedang
Skewness (Sk_i)	0,2	Condong ke halus
Kurtosis (K_i)	1,1	Mesokurtik–Leptokurtik

Rumus shocklist dapat digunakan untuk menganalisa besar angkutan sedimen dasar (*bed load*) sesuai dengan persamaan sebagai brikut: Di proleh data – data dari hasil pengamatan lapangan dan hasil analisa data dem sebagai brikut:

Kecepatan aliran (v) = 1,04 m/s (tabel 3)
Kedalaman (h) = 0,39 m (tabel 3)
Lebar penampang sungai (B) = 10 m (hasil pengukuran lapangan)
Kemiringan (s) = 0.00575% (hasil analisa data DEM (*Digital elevation model*)
Diameter butiran (D_{40}) = 0,00069 m (hasil pengujian gradasi pada gambar 2)

Perkiraan besar angkutan sedimen dasar dangan menggunakan rumus pada persamaan (5)

Qs = 2,5 x $S^{3/2}$ x (q - q_{cr})

Debit persatuan unit luas di analisa menggunakan persamaan (6)

q = h x v

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, diperoleh nilai luas penampang aliran (h) sebesar 0,39 m², serta kecepatan aliran (v) sebesar 0,50 m/s. Dengan demikian, debit aliran dapat dihitung sebagai berikut:

q = 0.39 x 0,50
q = 0,193 m^2/ detik

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit aliran sungai sebesar 0,193 m³/detik, yang berarti dalam setiap satu detik volume air yang mengalir melalui penampang sungai tersebut adalah sebesar 0,193 m³.

Debit sedimen per satuan unit luas menggunakan persamaan (7)

$$q_{cr} = \frac{D^{3/2}}{S^{7/6}}$$
$$q_{cr} = \frac{0{,}69^{3/2}}{0.00575^{7/6}}$$
$$q_{cr} = \frac{0{,}573}{0{,}0024}$$
$$q_{cr} = 238{,}75 \ \ m^2/\text{ detik}$$

Nilai debit sedimen per satuan luas (q_{cr}) sebesar 238,75 m^2/ detik. nilai ini merujuk besarnya kapasitas aliran sungai dalam menggerakan sedimen dasar pada kondisi kritis. Menghitung debit sedimen per satuan panjang dengan persamaan

Qs = 2,5 x $S^{3/2}$ x (q - q_{cr})
Qs = 2,5 x $0{,}00575^{3/2}$ x (0,193 - 238,75)
Qs = 2,5 0,000436 x 46.078
Qs = 5,022 m/detik

Debit sedimen (Qs) sebesar 5,022 m/detik. Nilai ini menunjukan besarnya laju angkutan sedimen dasar yang mempu di bawah oleh aliran sungai pada kondisi eksisting.

Sehingga debit sedimen per satuan unit lebar dengan persamaan (8)

Q_b = B x Q_s
= 10 x 5,022
= 50,22 kg/detik
= 0,05022 ton/detik

Debit sedimen dasar (Qb) pada kondisi eksisting sebesar 50,22 kg/detik atau setara dengan 0,05022 ton/detik. Nilai ini menunjukan bahwa sungai pada segmen penelitian secara aktif mengangkut sedimen dasar.

Untuk angkutan harian menggunakan persamaan

= 24 x 3,600 x 0,05022
= 4,337 ton/hari

Jumlah sedimen dasar yang terangkut pada kondisi eksisting adalah sebesar 4,337 ton/hari nilai ini menunjukan bahwa dalam satu hari, aliran sungai mampu mengakut sediman dasar dalam jumlah yang cukup besar.

Untuk satu tahun menggunakan persamaan

= 365 x 4,337
= 1583.005 ton/tahun

Dengan demikian, angkutan sedimen dasar pada kondisi eksisting sebesar 1.583.005 ton/tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa dalam jangka waktu satu tahun, sungai berpotensi mengalami perubahan morfologi yang signifikan, terutama berupa pendangkalan di bagian hilir atau muara sungai serta penggerusan dasar sungai di segmen hulu.

Perhitungan laju angkutan sedimen dasar (*bed load transport*) menggunakan persamaan Schoklitsch diperoleh sebesar 5,022 m/dtk, dengan volume angkutan sedimen dasar sebesar 4,337 ton/hari atau 1.583.005 ton/tahun. Persamaan Schoklitsch merupakan salah satu persamaan empiris yang digunakan untuk menghitung angkutan sedimen dasar pada aliran sungai berbutir kasar hingga sedang, yang dipengaruhi oleh tegangan geser dasar (*bed shear stress*) akibat gaya aliran. Secara teoritis, angkutan sedimen dasar terjadi ketika gaya geser aliran melebihi tegangan kritis butiran sedimen (Shields, 1936), sehingga partikel mulai bergerak melalui mekanisme menggelinding (*rolling*), meloncat (*saltation*), dan geser (*sliding*) di sepanjang dasar sungai.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai angkutan sedimen sebesar 1.583.005 ton/tahun menunjukkan bahwa Muara Sungai berpotensi mengalami proses agradasi secara bertahap, terutama pada zona transisi sungai–laut, yang dapat berdampak pada penyempitan penampang basah, berkurangnya kapasitas tampung aliran, serta peningkatan risiko genangan atau banjir di bagian hulu.

5. Kesimpulan

Sedimen dasar di muara Sungai Aalaa Bambaea didominasi pasir halus dengan pemilahan sedang, skewness positif, dan kurtosis leptokurtik, yang menunjukkan bahwa kawasan muara merupakan zona pengendapan aktif dan berpotensi mengalami pendangkalan, Laju endapan sedimen di muara Sungai Aalaa Bambaea, Kabupaten Bombana, mencapai sekitar 4,337 ton/hari, danVolume angkutan sedimen dasar per tahun di muara tersebut diperkirakan sebesar 1.583,005 ton/tahun.

Referensi

Ramadhan H.P, Amad S.S, Catrin S., Vickky A.I. 2021. Civil engineering journal (SCIEJ) “Analisa Angkutan Sedimen Pada Hulu Bendung Aepodu Kabupaten Konawe Selatan” universitas sulawesi tenggara

Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons.

Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2008). Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Andi.

awahir. 2019. Analisis Karakteristik Sedimen Sungai / Studi Sedimentasi pada Daerah Aliran Sungai.

Siwamba. 2019. Kajian Angkutan Sedimen pada Sungai / Analisis Muatan Sedimen.

Jawahir, L., Afu, L. A., & Ira. 2019. "Analisis Laju Sedimentasi Di Perairan Pulau Bungkutoko Sulawesi Tenggara". Jurnal Sapa Laut November 2019 Vol. 4 (3): 219-223,PP.1. Kendari: Universitas Haluoleo.

Soewarno. 2000. Hidrologi Teknik atau Sediment Transport in Open Channels.

M., Sukri, A. S., & Putri, S. T. 2019. "Analisis Angkutan Sedimen Dasar Pada Hilir Sungai Kambu Kota Kendari". STABILITA ,Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 7, No. 2, Juni 2019. PP.109. Kendari: Universitas Haluoleo.

Siwamba, M. T., Nurhayati, & Nirmala, A. 2019. "Angkutan Sedimen Layang Pada Saluran Terbuka di Parit Tokaya Kota Pontianak". Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak.

Soemarto, C. D. (1995). Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga

Sukri, A. S., & Balany, F. 2017. "Studi Optimalisasi Operasi Pembagian Air Pada Jaringan Irigasi Wawotobi Kecamatan Unaaha Kabupaten Konawe (Studi Kasus :Jaringan Irigasi BW1-B UN. 5TG)". STABILITA, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 5,No.3 (2017),PP.29. Kendari: Universitas Haluoleo.