

Estimasi Angkutan Sedimen Total pada Sungai Indulung Kota Tarakan

Asta¹, Fransisca Noni Sepliana*¹

¹Jurusan Tek. Sipil, FT UBT Universitas Borneo Tarakan,
³Program Studi Teknik Sipil, FT UBT, Tarakan
e-mail: salsa_sah@yahoo.com , fransiscanonisepliana@gmail.com

Received 13 March 2023; Reviewed 17 April 2023; Accepted 24 April 2023
Journal Homepage: <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>
Doi: <https://doi.org/10.35334/be.v1i1.3602>

Abstract

As the population increases, the water demand is also increasing. The river flow is the dominant water source to fulfill the needs of human life, so the river should always be kept its sustainability, the way to keep is by trying the cross-sectional capacity of the river stable from sediment deposits. Indulung River is one of the rivers in Tarakan City which is experiencing siltation due to sedimentation. Total sediment analysis was conducted to obtain the value of sediment transport and to obtain a method that can be used as a benchmark in determining the total sediment discharge in the Indulung river, using the Yang method and Bagnold method method. From the research results, the average sediment discharge using the Yang method is 4.34 tons/year and Bagnold's method is 2.01 tons/year. Based on the recapitulation, which produces the largest value is the Yang method, with a value of 4.34 tons/year, so that the Yang method is used as a benchmark for other sediment transport methods.

Key words: total sediment transport, Yang method, Bagnold method

Abstrak

Seiring dengan peningkatan populasi, maka kebutuhan air pun kian meningkat. Aliran sungai merupakan sumber air dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga sungai harusnya selalu dijaga kelestariannya, yaitu dengan cara mengusahakan agar kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen. Sungai Indulung adalah salah satu sungai di Kota Tarakan yang mengalami pendangkalan akibat adanya sedimentasi. Analisis sedimen total ini dilakukan untuk memperoleh nilai angkutan sedimen dan untuk memperoleh metode yang dapat dijadikan tolak ukur dalam menentukan debit sedimen total pada sungai Indulung, dengan menggunakan metode Yang dan metode Bagnold. Dari hasil penelitian, debit sedimen rata-rata menggunakan metode Yang memperoleh nilai 4,34 ton/tahun dan Metode Bagnold sebesar 2,01 ton/tahun. Berdasarkan rekapitulasi, yang menghasilkan nilai terbesar adalah metode Yang, dengan nilai 4,34 ton/tahun, sehingga yang dijadikan sebagai tolak ukur dari metode angkutan sedimen lainnya adalah metode Yang.

Kata Kunci: angkutan sedimen total, metode Yang, metode Bagnold

1. Pendahuluan

Air merupakan elemen penting yang sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup di muka bumi ini. Seiring dengan peningkatan populasi di suatu daerah, maka penggunaan sumber daya alam terkhusus air juga kian meningkat. Oleh karena itu sumber daya air harus ditingkatkan pelestariannya dengan cara menjaga keseimbangan siklus air di bumi yang dikenal dengan daur hidrologi.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2015, daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan, air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Aliran sungai merupakan sumber air yang dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehingga sungai tersebut harusnya diusahakan kelestariannya yaitu salah satunya dengan mengusahakan agar kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen.

Menurut Tatipata (2015) Sedimen adalah suatu kepingan atau potongan yang terbentuk oleh proses fisik dan kimia dari batuan atau tanah. Bentuk dari kepingan tersebut bervariasi dan tidak terbatas dari mulai yang berbentuk bulat sampai yang berbentuk tajam. Dalam kerapatan dan komposisi materialnya juga beragam dengan kuarsa yang dominan dimana sedimen tersebut terbawa hanyut oleh aliran air yang dapat dibedakan sebagai endapan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Sedimentasi itu sendiri disebabkan oleh adanya erosi. Proses sedimentasi adalah kejadian yang simultan yang dapat menyebabkan pendangkalan pada dasar sungai dan perubahan elevasi sehingga akan mengakibatkan morfologi sungai tersebut sedikit banyak mempengaruhi ketersediaan air dilingkungan sekitar, pada saat musim kemarau akan berdampak kekurangan air dan pada musim penghujan akan mengalami banjir bahkan pendangkalan pada saluran pembuangan. Kota Tarakan memiliki beberapa embung sebagai wadah penampungan untuk kebutuhan air bersih masyarakat, dan salah satunya adalah embung indulung yang berlokasi di kelurahan Juata Laut Kecamatan Tarakan Utara. Yang dimana pada embung indulung terdapat sungai yang mengalami pendangkalan akibat adanya sedimentasi sehingga saluran pembuangan atau *downstream* pada embung mengalami disfungsi atau tidak berfungsinya *downstream* secara maksimal.

Maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Angkutan Sedimen Total pada Sungai Indulung” dengan menentukan besaran debit angkutan sedimen total pada Sungai Indulung dan memperoleh metode yang tepat untuk dijadikan sebagai tolak ukur dalam menentukan debit angkutan sedimen total pada Sungai Indulung dengan menggunakan menggunakan perbandingan metode Yang dan metode Bagnold.

2. Metode Penelitian

2.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan adalah data primer. Data tersebut diperoleh dari data langsung yang didapatkan di lapangan dengan cara peninjauan langsung ke lapangan. Adapun data-data yang didapat meliputi Penampang sungai, Kecepatan aliran, Suhu dan Sampel sedimen. Pada pengujian sampel sedimen terdapat 2 jenis pengujian, yaitu pengujian berat jenis dan analisa saringan. Untuk memperoleh nilai-nilai pada pengujian tersebut, maka dilakukanlah pengujian di laboratorium.

2.2 Metode Analisis Data

Hasil dari pengujian pada sampel sedimen sungai dianalisis menggunakan dua metode, yaitu metode Yang dan metode Bagnold

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap, yaitu:

1. Pengolahan data primer yang sudah didapatkan berupa penampang sungai, kecepatan aliran, suhu, dan sampel sedimen. Sampel sedimen diteliti lebih lanjut mengenai berat jenis tanah dan analisa saringan tanah. Sampel sedimen itu sendiri diteliti di laboratorium Teknik Sipil Universitas Borneo Tarakan.
2. Mengonversi satuan – satuan data yang diperoleh dari data primer
3. Melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Yang dan metode Bagnold

Metode Yang Yang memberikan definisi bahwa keadaan aliran seperti kecepatan, *slope product*, merupakan dasar dari unit berat air. Untuk menentukan total konsentrasi sedimen yang mempertimbangkan sebuah hubungan yang relevan antara variabel-variabel seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1,

$$\begin{aligned} \text{Log Ct} = & 5,435 - 0,268\text{Log}\frac{\omega d}{v} - 0,457\text{Log}\frac{U_*}{\omega} + (1,799 - 0,409\text{Log}\frac{\omega d}{v} \\ & - 0,314\text{Log}\frac{U_*}{\omega}) \text{Log}\left(\frac{VS}{\omega} - \frac{VcrS}{\omega}\right) \end{aligned} \quad (1)$$

dimana, Ct = Konsentrasi sedimen total (ppm); ω = Kecepatan jatuh sedimen (ft/s); d = Diameter tengah partikel (ft); v = Viskositas kinematik (ft²/s); V = Kecepatan aliran (ft/s); S = Kemiringan Saluran; Vcr = Kecepatan kritis; U* = Kecepatan Geser (ft/s)

Bagnold mengembangkan fungsi serta rumus dari angkutan sedimennya berdasarkan konsep power (tenaga). Bagnold menganggap keterkaitan hubungan antara energi rata-rata yang tersedia di sistem aliran dan kerja rata-rata telah bekerja bersama pada satu sistem tersebut selama proses pengangkutan sedimen terjadi. Hubungan tersebut diwujudkan di dalam persamaan 2,

$$qt = \frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \tau V \left(\frac{e_b}{\tan \alpha} + 0,01 \frac{V}{\omega} \right) \quad (2)$$

dimana, qt = Total angkutan sedimen; γ = Berat jenis air (lb/ft³); γ_s = Berat jenis sedimen (lb/ft³); τ = Tekanan geser (lb/ft²); ω = Kecepatan jatuh sedimen (ft/s); V = Kecepatan rata-rata aliran (ft/s); e_b = Koefisien efisien; $\tan \alpha$ = Tekanan geser normal

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisis Angkutan Sedimen Total

Hasil akhir dari analisis angkutan sedimen total ini adalah dengan menggunakan dua metode untuk mendapatkan metode yang tepat dalam menentukan debit angkutan sedimen total pada Sungai Indulung.

3.1.1 Hasil Analisis Data Sungai Indulung

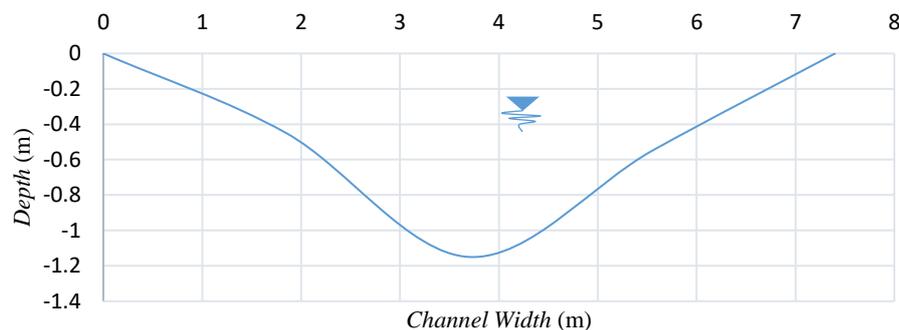
Data yang didapatkan berupa penampang sungai, kecepatan aliran, suhu, dan sampel sedimen. Sampel sedimen telah diteliti lebih lanjut mengenai berat jenis tanah dan analisa saringan tanah. Sampel sedimen itu sendiri diteliti di laboratorium Teknik Sipil Universitas Borneo Tarakan dan perhitungan ini terdapat jumlah lima titik segmen dengan jarak tiap segmennya 25 m. Setelah

dilakukannya penelitian di laboratorium, maka didapatkan hasil penelitian seperti yang ada pada Tabel 1,

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Uji Laboratorium pada Sampel Sedimen

Titik	Koordinat	Berat Jenis (γ_s)	Analisa Saringan (d_{50})
		kg/m ³	mm
1	3°23'40"N 117°38'43"E	2309,7768	0,1550
2	3°23'40"N 117°38'42"E	2645,7989	0,2700
3	3°23'41"N 117°38'41"E	2645,7989	0,2375
4	3°23'41"N 117°38'40"E	2645,5026	0,3000
5	3°23'41"N 117°38'39"E	2446,1722	0,2875

Dari Tabel 1, dapat diketahui ada 5 sampel yang diteliti di laboratorium dengan masing-masing koordinat yang berbeda tiap titik pengambilan sampelnya. Berdasarkan hasil uji laboratorium tersebut, nilai d_{50} pada kelima sampel seluruhnya masuk kedalam kategori pasir dengan diameter butiran yaitu 0,1-10 mm. Dalam pengujian berat jenis sedimen (γ_s), sampel sedimen pada titik 2, 3, dan 4, merupakan berat jenis sedimen yang masuk kedalam kategori pasir. Dari pengujian tersebut, diketahui bahwa kandungan organik dapat mempengaruhi nilai berat jenis sedimen, sehingga pada sampel sedimen titik 1 dan 5 nilainya lebih rendah dibandingkan dengan sampel sedimen titik 2, 3, dan 4. Berikut Gambar penampang melintang pada titik pertama,



Gambar 1 Potongan Melintang Titik 1

Gambar 1, memperlihatkan potongan melintang sungai pada titik pertama pengambilan sampel. Sumbu X menunjukkan lebar sungai (W) dengan nilai 7,4 m, dan sumbu Y menunjukkan kedalaman sungai disertai batas muka air yang berada di angka 0 pada sumbu Y. Untuk pengukuran kedalaman dilakukan sebanyak 3 kali disetiap titik pengambilan sampel, dengan jarak tiap pengukuran sepanjang $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$, dan $\frac{3}{4}$ dari lebar sungai. Jika dirata-ratakan, nilai dari kedalaman sungai (D) pada titik pertama pengambilan sampel adalah 0,7 m. Selain data-data pada gambar diatas, didapatkan juga data-data yang diperoleh langsung dari lapangan dan hasil uji laboratorium.

Tabel 2 merupakan nilai hasil dari data primer yang didapatkan pada titik pertama pengambilan sampel. Data yang didapat tersebut menggunakan satuan metrik dan kemudian dikonversi menjadi satuan imperial yang selanjutnya diolah menggunakan metode Yang dan Bagnold. Untuk mendapatkan luas dari penampang melintang sungai (A), rumus yang digunakan adalah dengan menjumlahkan luas segitiga pada bagian kanan sungai, luas dua trapesium pada tengah sungai, dan luas segitiga pada bagian kiri sungai. Setelah dijumlahkan seluruh luasnya, didapatkanlah nilai 3,9775 m². Sedangkan untuk nilai d_{50} adalah nilai diameter butiran yang diperoleh dari 50% berat sampel sedimen yang lolos saringan, dan didapatkanlah nilai 0,000155 m.

Tabel 2 Data Primer Titik 1

Keterangan	Satuan Metrik	Satuan Imperial
Diameter butiran (d ₅₀)	0,000155 m	0,000509 ft
Kecepatan aliran (V)	0,30 m/s	0,985237 ft/s
Kemiringan (S)	0,003333	
Suhu air sungai (T)	29 °C	84,2 °F
Kedalaman rata-rata (D)	0,716667 m	2,351269 ft
Lebar Sungai (W)	7,4 m	24,27822 ft
Gravitasi (g)	9,81 m/s	32,2 ft/s
Berat jenis air (γ)	995,931 kg/m ³	62,17 lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	2309,777 kg/m ³	144,1943 lb/ft ³
Kecepatan jatuh (ω)	1,7 cm/s	0,055774 ft/s
Viskositas Kinematik (v)	0,082342 m ² /s	0,88632 ft ² /s
Luas penampang sungai (A)	3,9775 m ²	42,81 ft ²

Kecepatan aliran (V), nilai pada Tabel 2 didapatkan dari hasil rata-rata antara kecepatan aliran pada tepi dan tengah sungai sehingga diperoleh nilai 0.30 m/s. Pada kemiringan (S), nilai tersebut didapatkan dari hasil perbandingan antara selisih kedalaman titik hulu dan hilir tiap segmen, kemudian dibandingkan dengan jarak per segmen, sehingga diperoleh nilai 0,0033 untuk kemiringan. Nilai berat jenis air (γ) dan viskositas kinematik (v) di Tabel 4.2, diperoleh dari hasil interpolasi pada tabel *Properties of Water* dalam buku *Sediment Transport, Theory and Practice, Chih Ted Yang*. Sedangkan nilai berat jenis sedimen (γ_s), diperoleh dari hasil uji laboratorium sehingga didapatkanlah nilai 2309,777 kg/m³.

3.1.2 Hasil Analisis Angkutan Sedimen Total Metode Yang

Berdasarkan perhitungan debit sedimen total menggunakan metode Yang dan metode Bagnold pada semua titik, maka hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3,

Tabel 3 Rekapitulasi Debit Sedimen Total per Detik

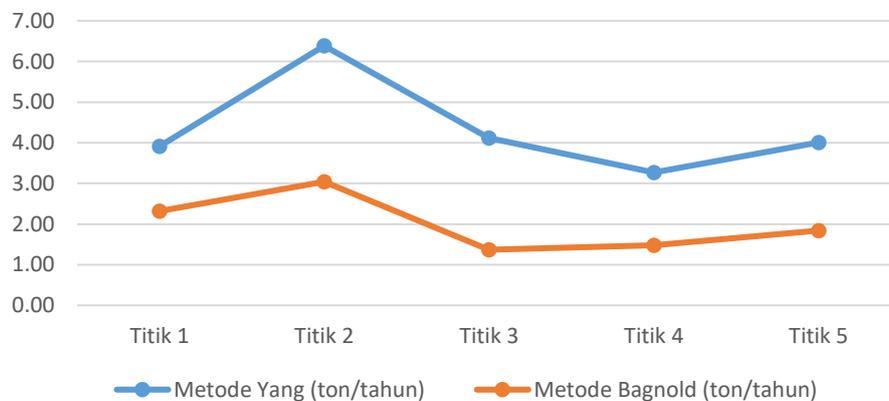
Lokasi	Metode Yang (ton/s)	Metode Bagnold (ton/s)
Titik 1	0,00000012	0,00000007
Titik 2	0,00000020	0,00000010
Titik 3	0,00000013	0,00000004
Titik 4	0,00000010	0,00000005
Titik 5	0,00000013	0,00000006
Rata-rata	0,00000014	0,00000006

Berdasarkan Tabel 3 diketahui pada Titik 1 debit sedimen yang paling besar diperoleh dengan menggunakan metode Yang dengan nilai 0,00000012 ton/s, Titik 2 debit sedimen yang paling besar diperoleh dengan menggunakan metode Yang dengan nilai 0,00000020 ton/s, dan debit sedimen yang paling kecil diperoleh dengan menggunakan metode Bagnold dengan nilai 0,00000010 ton/s. Pada Titik 3 debit sedimen yang paling besar diperoleh dengan menggunakan metode Yang dengan nilai 0,00000013 ton/s, debit sedimen yang paling besar diperoleh dengan menggunakan metode Yang dengan nilai 0,00000010 ton/s, dan debit sedimen yang paling kecil diperoleh dengan menggunakan metode Bagnold dengan nilai 0,00000005 ton/s, debit sedimen yang paling kecil diperoleh dengan menggunakan metode Bagnold dengan nilai 0,00000006 ton/s.

Berikut adalah hasil perhitungan debit sedimen total menggunakan metode Yang dan metode Bagnold dapat dilihat pada Tabel 4,

Tabel 4 Rekapitulasi Debit Sedimen Total per Tahun

Lokasi	Metode Yang (ton/tahun)	Metode Bagnold(ton/tahun)
Titik 1	3,91	2,32
Titik 2	6,38	3,04
Titik 3	4,12	1,37
Titik 4	3,27	1,48
Titik 5	4,01	1,84
Rata-rata	4,34	2,01



Gambar 2 Grafik Rekapitulasi Debit Sedimen Total (Qt)

Dari kelima titik jika di rata-ratakan, maka hasil debit sedimen yang paling besar diperoleh dengan menggunakan metode Yang dengan nilai 4,34 ton/tahun, sedangkan metode Bagnold memperoleh hasil debit sedimen yang terkecil sebanyak 2,01 ton/tahun dengan selisih nilai menggunakan metode Yang sebanyak 2,33 ton/tahun.

Berdasarkan peneliti sebelumnya, Pangestu (2013) menyatakan bahwa metode Yang dapat dipilih sebagai tolak ukur dari metode lainnya dalam menentukan angkutan sedimen total dikarenakan metode tersebut memperoleh nilai terbesar dibandingkan dengan metode lainnya. Begitu pun dengan hasil penelitian ini, metode Yang juga memperoleh nilai angkutan sedimen terbesar dibandingkan metode Bagnold, sehingga metode Yang dapat dipilih sebagai tolak ukur dari metode lainnya untuk menentukan angkutan sedimen total.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil dan pembahasan, yaitu pada perhitungan debit angkutan sedimen total, hasil yang diperoleh tiap titik untuk tiap metode rata-ratanya adalah, metode Yang = 4,34 ton/tahun, metode dan Bagnold = 2,01 ton/tahun. Berdasarkan tabel rekapitulasi, nilai rata-rata debit angkutan sedimen total yang menghasilkan nilai debit angkutan sedimen terbesar adalah metode Yang, dengan nilai = 4,34 ton/tahun, sehingga

yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur dari metode angkutan sedimen lainnya adalah metode Yang

Daftar Pustaka

- Aryanganis, Rindi. 2020. "Analisa Angkutan Sedimen Dasar pada Hilir Sabodam Kali Nangka Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur". Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram. Diakses dari <https://repository.ummat.ac.id/1080/1/01%20COVER-BAB%20III.pdf> pada tanggal 17 Juni 2021 pukul 16:44 Wita
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai (Edisi Revisi Kelima)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta
- Budiman, M. Arief. 2019. *Analisa Angkutan Sedimen Total pada Sungai 35 Ilir Kecamatan Ilir Barat II Palembang*. Tugas Akhir Thesis. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teknologi Yogyakarta. Yogyakarta. Diakses dari <http://eprints.uty.ac.id/3194/> pada tanggal 20 Juni 2021 pukul 14:13 Wita
- Daulay, Arief Budiman. 2014. *Karakteristik Sedimen di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang. Diakses dari http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/gravity_forms/1-ec61c9cb232a03a96d0947c6478e525e/2014/07/Jurnal-Arief-Budiman-Daulay-090254241102-Ilmu-Kelautan.pdf pada tanggal 28 Oktober 2021 pukul 23:44 Wita
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Junaidi dan Restu, M. 2011. *Analisis Parameter Statistik Butiran Sedimen Dasar pada Sungai Alamiah (Studi Kasus Sungai Krasak Yogyakarta)*. Wahana Teknik Sipil. Vol 16, No.2: 46-57
- Munandar, R.K, Dkk. 2014. *Karakteristik Sedimen di Perairan Kelurahan Tarempa Barat Kecamatan Siantan Kabupaten Kepulauan Anambas*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Pangestu, H. 2013. *Analisis Angkutan Sedimen Total pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuwasin*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol 1, No.1:103-109
- Rendi. 2021 . *Analisis Angkutan Sedimen Melayang di Sungai Raya Dalam*. JeLAST. Vol 8, No.1 : 1-12
- Sabrina, Tipani U. 2018. *Kajian Sedimentasi pada Muara Sungai Batang Arau Kota Padang*. JIRS, Vol 15, No.1:37-44

