

# Analisis Karakteristik Dan Laju Angkutan Sedimen Total Saluran Rawasari Indah Kota Tarakan

Rahmat Faizal\*<sup>1</sup>, Jean Timoti<sup>2</sup>, Aswar Amiruddin<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Broneo Tarakan, Jl. Amal Lama No. 1 Kota Tarakan, Kalimantan Utara

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, FT UBT, Tarakan

e-mail: \*[rahmatfaizal@borneo.ac.id](mailto:rahmatfaizal@borneo.ac.id), [Jeantimoti23@gmail.com](mailto:Jeantimoti23@gmail.com),

Received 16 June 2022; Reviewed 07 November 2022; Accepted 25 April 2023

Journal Homepage: <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>

Doi: <https://doi.org/10.35334/be.v1i1.2659>

## Abstract

*Embung as one of the waterworks that serves as a reservoir for water, Embung Rawasari Indah is one of the 5 reservoirs in Tarakan yann city currently experiencing silting due to sedimentation process, which causes the water discharge flowing towards the reservoir to be not optimal. The purpose of this study was to determine the characteristics and discharge of total sediment transport in Rawasari indah Channel and obtain a comparison of three methods of calculating the total sediment transport in Rawasari Indah Channel. Based on the results of laboratory tests sediment classification is dominated by fine sand, very fine sand and medium sand. The results of the study obtained the average value of sediment transport discharge on Engelund and Hansen's method is 1.382998513 tons/year, the method is 15.88046241 tons/year, Laursen method is 2.000124533 tons /year. Based on the calculation results with the largest value, the method chosen as a benchmark in the calculation of sediment transport.*

**Keywords:** total sediment, Engelund's and Hansen's method, Yang's method, Laursen's method

## Abstrak

*Embung sebagai salah satu bangunan air yang berfungsi sebagai tampungan air, Embung Rawasari Indah merupakan salah satu dari 5 embung yang ada di Kota Tarakan yann saat ini mengalami pendangkalan dikarenakan proses sedimentasi, yang menyebabkan debit air yang mengalir ke arah embung menjadi tidak optimal. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan karakteristik dan debit angkutan sedimen total pada Saluran Rawasari indah serta memperoleh perbandingan dari dua metode perhitungan angkutan sedimen total pada Saluran Rawasari Indah, dengan menggunakan metode Engelund dan Hansen's dan metode Laursen. Berdasarkan hasil uji laboratorium klasifikasi sedimen didominasi oleh pasir halus 0,25 mm-0,125 mm, pasir sangat halus 0,125 mm-0,0625 mm dan pasir sedang 0,5 mm-0,25 mm. Hasil dari penelitian yang didapatkan nilai rata-rata laju angkutan sedimen pada metode Engelund dan Hansen's sebesar 1,382998513 ton/tahun, metode Laursen sebanyak 2,000124533 ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan dengan nilai terbesar, metode Laursen dipilih sebagai tolak ukur dalam perhitungan angkutan sedimen ini..*

**Kata kunci:** sedimen total, metode Engelund dan Hansen's, metode Laursen

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan air dalam kehidupan manusia akan terus meningkat seiring dengan berjalannya waktu, kurang pasokan air bersih disuatu daerah dapat berdampak pada kegiatan yang ada didaerah tersebut.

Pembangunan fasilitas penampungan air (waduk, embung, bendungan, dan lain-lain) dapat menjadi alternatif dalam mengatasi kurangnya pasokan air bersih disuatu daerah.

Embung sebagai salah satu bangunan air yang ada memiliki beragam fungsi diantaranya, sebagai cadangan air yang kemudian dapat digunakan sebagai pengairan pada sektor pertanian serta untuk menunjang kegiatan yang lain. Kota Tarakan memiliki lima (5) embung yang digunakan sebagai tampungan air, Embung Rawasari Indah merupakan salah satu dari beberapa embung yang ada di Kota Tarakan yang memiliki kapasitas tampungan sebesar 112.982 m<sup>3</sup>, berlokasi di kelurahan Karang Harapan, kecamatan Tarakan Barat.

Pasokan air Embung Rawasari Indah berasal dari saluran yang saat ini mengalami pendangkalan dikarenakan proses sedimentasi, pendangkalan yang terjadi dapat menyebabkan debit air yang mengalir ke arah Embung menjadi tidak optimal, selain itu angkutan sedimen yang terjadi dapat mempengaruhi ketinggian dasar embung yang mana dapat mempengaruhi kapasitas dari tampungan air di dalam Embung Rawasari Indah.

R.A Sri Martini, dkk (2020), Sedimen adalah pecahan, mineral atau material organik yang ditransportkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh median udara, angin, es atau oleh air dan juga termasuk di dalamnya material yang diendapkan dari mineral yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia.

Sedimentasi merupakan proses pengendapan material-material yang dibawa oleh air, angin, dan es. Proses pengendapan muatan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan pengendapan butir-butir material sedimen terangkut lebih kecil dari kecepatan aliran pengangkutnya. Delta yang terdapat dimulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (sand dunes) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin (Usman dalam Henandi, Salma Ramadhanti, dkk, 2019).

Pendangkalan pada saluran air yang terjadi akibat proses sedimentasi dapat mempengaruhi bangunan air yang lain yang digunakan untuk menunjang berbagai kegiatan manusia yang ada, diantaranya adalah bangunan embung, waduk, bendungan maupun bangunan air yang lain, yang dibangun dengan tujuan sebagai cadangan air ataupun sebagai pengendali banjir serta berbagai fungsi yang lainnya, pendangkalan yang terjadi mengakibatkan perubahan debit aliran air di beberapa titik penampang saluran yang diakibatkan banyaknya sedimen yang mengendap pada saat aliran di suatu saluran besar akibat hujan yang deras ataupun dari penyebab yang lainnya.

Penelitian mengenai angkutan sedimen sendiri sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Kajian Laju Angkutan Sedimen Total Pada Kantong Lumpur Bendung Air Musi Kejalo (Anis Septia Rahayu, Dkk, 2018) dalam penelitian ini menggunakan metode Shen and Hungs dan metode Meyer Petter Muller, serta Analisis Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai Air Urai Kabupaten Bengkulu Utara (Salma Ramadhanti Henandi, Dkk, 2019) dalam penelitian ini menggunakan metode Eungland dan Hansen dan metode Metode Shen and Hungs.

Berdasarkan uraian yang ada diatas, maka penelitian yang diambil oleh penulis adalah “Analisis Karakteristik dan Laju Angkutan Sedimen Total Saluran Rawasari Indah Kota Tarakan” yang diharapkan mampu mengetahui proses sedimentasi, besarnya muatan sedimen Saluran Rawasari Indah.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan berlokasi di area saluran drainase rawasari indah yang berdekatan dengan embung rawasari berada tepat di Jl. Rawasari Indah, kelurahan Karang Harapan, kecamatan Tarakan Barat, Kota Tarakan. Panjang area penelitian di Saluran Drainase Rawasari Indah sekitar ±200 m

dengan jarak antar titik penelitian sebesar 25 m, dengan letak geografis  $3^{\circ}20'37''\text{N}$   $117^{\circ}34'13''\text{E}$  yang terlihat pada Gambar 1



**Gambar 1 Lokasi Penelitian**

## 2.2. Metode Pengumpulan Data

Sumber data yang digunakan adalah data primer, data sekunder, dan data hasil uji lab. Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari pengukuran dan peninjauan langsung di lokasi penelitian, data yang didapatkan dilapangan berupa Penampang sungai, Kecepatan aliran, Suhu dan Sampel sedimen. Data sekunder merupakan data instansi atau lembaga atau literature serta peraturan ataupun data lainnya . Data hasil uji lab, yaitu data dari pengujian berat jenis dan analisa saringan, yang didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium.

## 2.3. Metode Analisis Data

Untuk mengetahui karakteristik sedimen yang ada pada saluran drainase rawasari indah serta laju angkutan sedimen yang terjadi pada saluran drainase tersebut, maka beberapa tahapan dalam penelitian ini ialah, sebagai berikut:

1. Pengolahan data dari hasil pengukuran langsung dilapangan baik itu berupa penampang saluran, kecepatan aliran, suhu air, dan sampel sedimen.
2. Sampel sedimen yang telah diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk mendapatkan hasil berat jenis sedimen tersebut serta gradasi butiran dari sampel tersebut.
3. Data – data yang didapatkan baik dari hasil pengukuran langsung dilapangan maupun dari sumber lainnya, kemudian di konversi satuannya sesuai dengan apa yang dibutuhkan dalam perhitungan.

Hasil data dari penelitian ini didapatkan dari perhitungan angkutan sedimen total dengan metode *Engelund and Hansen's* dan metode *Laursen*.

**2.3.1. Metode Engelund dan Hansen’s**

Metode *Engelund dan Hansen’s* menggunakan pendekatan terhadap tegangan geser. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_s = \phi \cdot \gamma_s \cdot \left[ \left( \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right) g \cdot d_{50} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,  $q_s$  = muatan sedimen;  $\gamma_s$  = berat jenis sedimen (lb/ft<sup>3</sup>);  $\phi$  = parameter;  $\gamma$  = berat jenis air (lb/ft<sup>3</sup>);  $g$  = percepatan gravitasi (ft/s);  $d_{50}$  = diameter sedimen 50% dari material dasar (ft)

**2.3.2. Metode Laursen**

Metode *Laursen* mengembangkan fungsi hubungan antara keadaan aliran sungai dengan volume sedimen yang dihasilkan. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

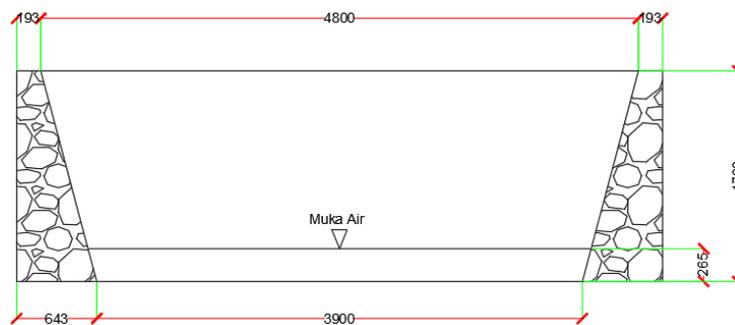
$$Ct = 0,01 \gamma \left( \frac{d_{50}}{D} \right)^{7/6} \left( \frac{\tau_0}{\tau_c} - 1 \right) f \left( \frac{U_*}{w} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana,  $Ct$  = Konsentrasi sedimen, dalam satuan berat/volume;  $\gamma$  = Berat jenis air (lb/ft<sup>3</sup>);  $d_{50}$  = diameter sedimen 50% dari material dasar (ft);  $D$  = Kedalaman (ft);  $\tau_0$  = Tegangan geser (lb/ft<sup>2</sup>);  $\tau_c$  = Tegangan geser kritis (lb/ft<sup>2</sup>);  $f \left( \frac{U_*}{w} \right)$  =Persamaan rasio antara kecepatan geser dan kecepatan jatuh

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Hasil Penelitian**

Data penampang saluran rawasari indah kota tarakan ini diteliti dengan total jarak 200 m yang kemudian dibagi menjadi 9 segmen atau titik pengambilan dengan jarak antar segmennya sebesar 25 m. setelah pengukuran dan pengolahan data pada penampang saluran, maka didapatkan hasil analisis saluran rawasari indah sebagai berikut.



**Gambar 2 Potongan Penampang Saluran Titik 1**

Berdasarkan pengukuran pada Saluran Rawasari Indah maka didapatkan data penampang saluran yang berada di Titik 1 (E 563227,330941; N 369572,03567; Sta 0+000) seperti pada Gambar 2 seperti lebar saluran, tinggi saluran, tinggi muka air dalam satuan mm. Selain data–data tersebut, beberapa data primer yang didapatkan langsung dalam pengukuran lapangan serta pengolahan data primer yang ada yang kemudian akan digunakan pada analisis laju angkutan sedimen seperti yang terdapat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1 Rekapitulasi Data Primer Satuan Imperial**

No	Sta	Suhu	Saluran				V	S	m	g	A	P	R	Qa	y
			La	Lb	H	H air									
	(m)	(°F)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft/s)			(ft/s)	(ft <sup>2</sup> )	(ft)	(ft)	(ft <sup>3</sup> /s)	(lb/ft <sup>3</sup> )
1	0+0	82,4	15,748	12,795	5,577	0,984	3,114	0,0052	0,265	32,2	12,8505	14,8317	0,8664	40,0102	62,1936
2	0+25	82,4	16,568	14,436	6,004	0,591	1,427	0,0004	0,178	32,2	8,5871	15,6354	0,5492	12,2552	62,1936
3	0+50	82,4	16,273	13,845	6,037	0,951	2,500	0,0144	0,201	32,2	13,3548	15,7861	0,8460	33,3871	62,1936
4	0+75	82,4	15,518	13,386	4,856	0,863	1,841	0,0096	0,220	32,2	11,7139	15,1528	0,7731	21,5600	62,1936
5	0+100	82,4	14,173	11,188	5,643	0,525	1,772	0,0036	0,265	32,2	5,9458	12,2738	0,4844	10,5339	62,1936
6	0+125	82,4	15,420	11,778	5,938	0,504	2,392	0,0048	0,307	32,2	6,0095	12,8318	0,4683	14,3731	62,1936
7	0+150	82,4	18,471	15,256	5,545	0,545	2,133	0,0016	0,29	32,2	8,3947	16,3900	0,5122	17,9020	62,1936
8	0+175	82,4	18,045	14,764	5,413	0,499	2,021	0,0028	0,303	32,2	7,4379	15,8059	0,4706	15,0319	62,1936
9	0+200	82,4	18,045	14,731	5,643	0,525	2,441	0,0013	0,294	32,2	7,8138	15,8253	0,4938	19,0731	62,1936

Sumber : Hasil Analisa

Dimana, La = Lebar atas saluran (ft); Lb = Lebar bawah saluran (ft); H = Tinggi Saluran; H air = Tinggi/Kedalaman air; V = Kecepatan aliran (ft/s); S = Kemiringan saluran; m = Kemiringan dinding saluran/talud; g = Gravitasi (ft/s); A = Luas Penampang saluran (ft<sup>2</sup>); P = Keliling basah saluran (ft); R = Jari-jari hidrolis (ft); Qa = Debit aliran (ft<sup>3</sup>/s); y = Berat jenis air (lb/ft<sup>3</sup>).

Beberapa data didapatkan berdasarkan pengukuran langsung diantaranya, data suhu didapatkan dari pengukuran suhu air lapangan dengan menggunakan thermometer, data kecepatan (V) dari pengukuran kecepatan aliran yang ada dilapangan. Untuk beberapa data primer yang lain didapatkan dari pengolahan data yang didapatkan pada pengukuran langsung seperti, data kemiringan dinding (m) didapatkan berdasarkan hasil perbandingan tinggi saluran dengan jarak antara titik tepi saluran bagian atas dengan titik tepi dasar saluran. Pada data kemiringan saluran (S), nilai didapatkan berdasarkan hasil perbandingan

selisih kedalamann saluran dititik hulu dan titik hilir segmen dengan jarak per segmen saluran. Data berat jenis air ( $\gamma$ ) didapatkan dari hasil interpolasi nilai *Properties of Water* yang terdapat dalam buku *Sediment Transport, Theory and Practice, Chih Ted Yang*. Data-data primer yang terkumpul tersebut kemudian dikonversi dari satuan metrik ke satuan imperial. Sedangkan untuk data-data primer yang lain didapatkan dari hasil perhitungan berdasarkan data yang telah diukur langsung maupun data yang telah diolah, contoh perhitungan beberapa data-data yang lain sebagai berikut:

Contoh perhitungan dititik 1

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= (B + mh) \times h \\ &= (12,748 + 0,265 \times 0,984) \times 0,984 \\ &= 12,8505 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Basah Drainase (P)} &= B + 2 (h\sqrt{1 + m^2}) \\ &= 12,748 + 2 (0,984 \sqrt{1 + 0,265^2}) \\ &= 14,8317 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{12,8505}{14,8317} \\ &= 0,8664 \text{ ft} \end{aligned}$$

Sampel sedimen yang diambil pada saat pengambilan data primer pada Saluran Rawasari Indah kemudian dibawa ke laboratorium teknik sipil universitas borneo tarakan untuk dilakukan pengujian analisa saringan dan berat jenis (untuk mendapatkan nilai  $d_{50}$  dan  $\gamma_s$ ), maka didapatkan rekapitulasi hasil uji laboratorium pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3 Hasil Uji Analisa Saringan Titik 1**

No	Sta (m)	$\gamma_s$ (lb/ft <sup>3</sup> )	$d_{50}$ (ft)
1	0+0	157,331	0,00072
2	0+25	161,407	0,00069
3	0+50	164,823	0,00073
4	0+75	164,823	0,00071
5	0+100	166,586	0,00066
6	0+125	173,064	0,00069
7	0+150	167,482	0,00071
8	0+175	175,998	0,00071
9	0+200	165,700	0,00076

Sumber : Hasil Analisa

Dimana,  $\gamma_s$  = berat jenis sedimen (lb/ft<sup>3</sup>);  $d_{50}$  = diameter sedimen 50% dari material dasar (ft).

Hasil dari berat jenis sampel yang ada didapatkan dengan pehitungan yang menggunakan faktor koreksi pada suhu yang bukan 20 °C dari tabel factor koreksi suhu pada SNI 1964:2008. Sementara itu, nilai  $d_{50}$  didapatkan dari perhitungan 50% dari butiran yang lolos selama proses pengujian analisa saringan.

### 3.2. Hasil Analisis Angkutan Sedimen Total

Berdasarkan data-data yang telah terkumpul, maka didapatkan nilai debit angkutan sedimen total dengan metode *Engelund and Hansen's*, metode *Yang* dan metode *Laursen* sebagai berikut.

**Tabel 4 Rekapitulasi Laju Angkutan Sedimen Total per Detik**

Titik	Sta	<i>Engelund dan Hansen's</i> (ton/s)	<i>Laursen</i> (ton/s)
1	0+0	$5,5453 \times 10^{-8}$	$2,3807 \times 10^{-7}$
2	0+25	$1,6427 \times 10^{-9}$	$2,9898 \times 10^{-9}$
3	0+50	$2,4652 \times 10^{-8}$	$1,0359 \times 10^{-7}$
4	0+75	$1,6298 \times 10^{-8}$	$5,8830 \times 10^{-8}$
5	0+100	$2,4842 \times 10^{-8}$	$1,8443 \times 10^{-8}$
6	0+125	$4,5283 \times 10^{-8}$	$6,3663 \times 10^{-8}$
7	0+150	$7,7496 \times 10^{-8}$	$2,6699 \times 10^{-8}$
8	0+175	$5,5971 \times 10^{-8}$	$2,6908 \times 10^{-8}$
9	0+200	$9,3054 \times 10^{-8}$	$3,1622 \times 10^{-8}$

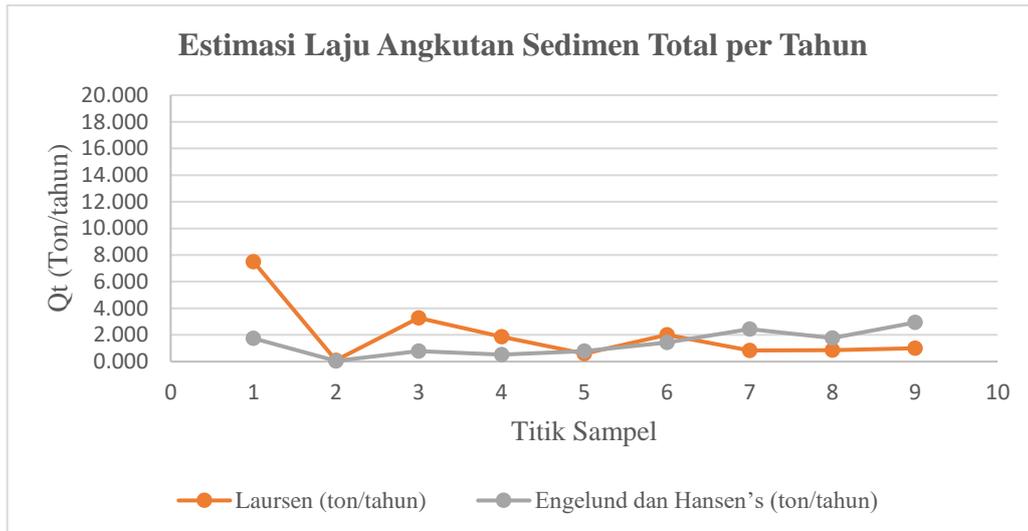
Berdasarkan Tabel 4, dapat disimpulkan laju angkutan sedimen total dengan nilai terbesar pada metode *Laursen* dengan nilai  $2,3807 \times 10^{-7}$  ton/s pada Titik 1, dengan nilai terkecil pada Titik 2 sebesar  $2,9898 \times 10^{-9}$  ton/s. Laju angkutan sedimen terbesar yang ada pada metode *Engelund dan Hansen's* berada pada Titik 9 dengan nilai  $9,3054 \times 10^{-8}$  ton/s, dan laju angkutan sedimen total terkecil dengan nilai  $1,6427 \times 10^{-9}$  ton/s yang berada di Titik 2.

### 3.3. Rekapitulasi Data Sedimen dan Angkutan Sedimen Total

Berdasarkan hasil data angkutan sedimen total yang terlampir pada Tabel 4, maka dapat diestimasikan debit angkutan sedimen total per tahunnya pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5 Estimasi Laju Angkutan Sedimen Total per Tahun**

Titik	Sta	<i>Engelund dan Hansen's</i> (ton/tahun)	<i>Laursen</i> (ton/tahun)
1	0+0	1,749	7,508
2	0+25	0,052	0,094
3	0+50	0,777	3,267
4	0+75	0,514	1,855
5	0+100	0,783	0,582
6	0+125	1,428	2,008
7	0+150	2,444	0,842
8	0+175	1,765	0,849
9	0+200	2,935	0,997



**Gambar 3 Grafik Estimasi Laju Angkutan Sedimen Total per Tahun**

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 3 didapatkan nilai rata-rata dari laju angkutan sedimen total per tahun dari ketiga metode yang digunakan di 9 titik penelitian, metode *Engelund dan Hansen's* sebesar 1,382998513 ton/tahun, rata-rata dari laju angkutan sedimen total untuk metode *Laursen* sebanyak 2,000124533 ton/tahun.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, Fransisca Noni (2022) dan Pangestu (2013) metode angkutan sedimen total yang memiliki nilai hasil terbesar dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam perhitungan angkutan sedimen total. Sehingga dalam penelitian ini, metode *Laursen* dipilih sebagai tolak ukur dalam perhitungan angkutan sedimen total dikarenakan memiliki nilai terbesar dibandingkan dengan metode yang lain.

Berdasarkan hasil uji sampel sedimen yang dilakukan dilaboratorium, maka dapat diketahui klasifikasi dari sedimen yang berada di Saluran Rawasari Indah pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6 Persentase Jenis Sedimen**

Titik	Sta	Jenis Tanah					
		Kerikil Halus	Pasir Sangat kasar	Pasir sedang	Pasir halus	Pasir Sangat Halus	Lumpur Kasar
		%	%	%	%	%	%
1	0+0	0	0	18,69	59,25	20,10	1,97
2	0+25	0	0,22	15,14	58,15	23,58	2,91
3	0+50	0	0	19,2	58,54	19,83	2,42
4	0+75	0	0	16,32	60,73	20,86	2,09
5	0+100	0	0	10,95	59,75	25,82	3,45
6	0+125	0	0	10,04	65,73	22,34	1,88
7	0+150	0	0	11,93	67,89	18,92	1,26
8	0+175	0	0	14,76	63,02	20,65	1,56
9	0+200	0	0	19,79	65,43	14,10	0,68

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

Sedimen yang didapatkan pada 9 titik penelitian hampir didominasi oleh jenis tanah Pasir Halus dengan ukuran butiran berkisar 0,25 mm-0,125 mm, yang kemudian disusul oleh jenis Pasir Sangat Halus dengan ukuran butiran berkisar 0,125 mm-0,0625 mm, terkecuali pada Titik 9 didominasi oleh jenis Pasir Halus dengan ukuran butiran berkisar 0,25 mm-0,125 mm, yang kemudian disusul oleh Pasir Sedang dengan ukuran butiran berkisar 0,5 mm-0,25 mm.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan laboratorium, klasifikasi sedimen didominasi jenis tanah pasir halus dengan ukuran butiran berkisar 0,25 mm-0,125 mm, diikuti dengan pasir sangat halus dengan ukuran butiran berkisar 0,125 mm-0,0625 mm, pada Titik 9 didominasi pasir halus dengan ukuran butiran berkisar 0,25 mm-0,125 mm, diikuti pasir sedang dengan ukuran butiran berkisar 0,5 mm-0,25 mm. Nilai rata-rata yang diperoleh dengan menghitung laju angkutan sedimen total dengan kedua metode yang ada adalah 1,382998513 ton/tahun dengan metode *Engelund dan Hansen's*, dan 2,000124533 ton/tahun dengan metode *Laursen*. Sehingga metode *Laursen* dipilih sebagai tolak ukur dalam perhitungan angkutan sedimen ini.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada rekan-rekan mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil Universitas Borneo Tarakan yang telah terlibat selama penelitian.

#### Daftar Pustaka

- Afifudin. 2019. Analisis Laju Sedimentasi Pada Saluran Primer Pada Daerah Irigasi Sungai Ancar Kelurahan Kekalik Jaya Kecamatan Ampenan Kota Mataram. Skripsi. Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram.
- Annisa, Humairah, Dkk. 2021. *Studi Karakteristik dan Laju Sedimen Sungai Maros*. Jurnal Teknik Sipil-Macca Vol 6 No.3:26-35.
- Apriliayanti, Yuliana. 2022. *Estimasi Laju Sedimentasi Pada Daerah Batalyon Inanteri 613/Raja Alam Kota Tarakan*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan. Tarakan.
- Artia, Dkk. 2018. *Analisis Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Walanae Kabupaten Wajo*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar.
- Cahyani, Hajar C, Dkk. 2021. *Prediksi Laju Sedimentasi Pada Sungai Jatiroto*. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND) Vol. 17, No.1:64-71.
- Candra, Riyan's Safria. 2017. *Analisis Karakteristik Sedimen Pada Estuari Di Desa Kuala Raya Kecamatan Singkep Barat*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang.
- Farhan, Ohan, Dkk. 2018. *Analisis Hidrologi Sungai Pemali Kabupaten Brebes*. Jurnal Konstruksi, Vol.7, No.3:171-180.

- Fasdarsyah. 2016. *Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai Terhadap Parameter Kedalaman*. Teras Jurnal, Vol.6, No.2: 91-100.
- Fathurrahman. 2020. *Perencanaan Saluran Drainase Bawah Tanah Di Desa Midang Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram.
- Hambali, Roby, Dkk. 2016. *Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat*. Jurnal Fropil Vol 4, No.2:165-174.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Henandi, Salma Ramadhanti, Dkk. 2019. *Analisis Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai Air Urai Kabupaten Bengkulu Utara*. Civil Engineering and Built Environment Conference: 270-277.
- Herlambang, Widhita Satya. 2015. *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Jombang*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Lestari, Putri Windi. 2019. *Studi Laju Sedimentasi Pada Sungai Bedadung Menggunakan Program HEC-RAS 5.0.5*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember.
- Mail, Muh. Akbar. 2016. *Analisa Laju Angkutan Sedimen Menggunakan Rumus Empiris Pada Drainase Bandar Udara Juwata Tarakan*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan. Tarakan.
- Martini, R.A Sri. 2020. *Pengaruh Debit Aliran Terhadap Sedimentasi Di Sungai Lematang Kabupaten Lahat*. Bearing:Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil Vol 6, NO.03:188-193.
- Nugraha, Anjasmara D. 2019. *Analisis Laju Sedimen Melayang Pada Sungai Saddang*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin. Gowa.
- Pangestu, Hendar & Helmi. 2013. *Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.1 No.1:103-109.
- Rahayu, Anis Septia, Dkk. 2018. *Kajian Laju Angkutan Sedimen Total Pada Kantong Lumpur Bendung Air Musi Kejalo*. Jurnal Inersia April 2018 Vol.10 No.1:1-14.
- SNI 1964. 2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. Indonesia
- Sepliana, Fransisca Noni. 2022. *Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Indulung*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan. Tarakan.
- Shiami, Faradilla Ayu R. 2017. *Sedimentation Rate Prediction In Tugu Reservoir, Trenggalek*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sumardi, Mirza Arrazy, Dkk. 2018. *Analisis Angkutan Sedimen Di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol 6, No.12: 1043-1054.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

- Soewarno, 1991. *Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova, Bandung.
- Syahputra, Alwirban. 2021. *Perencanaan Ulang Sistem Drainase Di Jalan Maharaja Seriwangsa, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Riau. Riau.
- Usman, Kurnia Oktavia. 2014. *Analisis Sedimentasi pada Muara Sungai Komerling Kota Palembang*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol 2, No.2:209-215
- Yang, Chih Ted. 2003. *Sediment Trasnport Theory and Practice*. Florida: Krieger Publishing Company.
- Yusup, Kelli Dwi, DKK. 2018. *Analisis Hidrologi Sungai Pemali Kabupaten Brebes*. Jurnal Konstruksi Vol 7, No.3:171-180