

Studi Angkutan Sedimen Dasar (*Bed Load*) Pada Estuari Kuala Langsa

Bona Fahma Nadra Siregar¹, Faiz Isma² dan Ellida Novita Lydia³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl, Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: bonafahmanadra@gmail.com

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl, Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: faizisma.ts@unsam.ac.id

³ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl, Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: ellidanovita@unsam.ac.id

ABSTRAK

Sedimen adalah tanah atau bagian-bagian tanah yang terbawa oleh air dari tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk ke dalam suatu badan air. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan mengendap pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Pendangkalan akibat sedimentasi merupakan salah satu permasalahan yang terjadi di Estuari Kuala Langsa. Pendangkalan yang terjadi di Estuari Kuala Langsa tidak lepas dari kejadian sebuah Kapal Rumah Sakit TNI AL dr. Soeharso, yang tidak dapat bersandar di pelabuhan. Sedimentasi yang terjadi di Estuari Kuala Langsa akan berpengaruh terhadap aktifitas pelayaran yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran sedimen dasar (*bed load*) di Estuari Kuala Langsa. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung di estuari untuk mendapatkan data morfologi sungai dan sampel sedimen pada dasar sungai. Sampel sedimen kemudian diperiksa di laboratorium untuk mendapatkan ukuran diameter butiran (d_{50} dan d_{90}). Dalam analisis juga digunakan nilai debit hasil perhitungan (Q_{ukur}). Data-data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan rumus empiris yaitu Van Rijn, DuBoys dan Rottner. Dari hasil analisis angkutan sedimen dasar di Estuari Kuala Langsa diperoleh hasil: untuk metode DuBoys diperoleh angkutan rata-rata sedimen dasar $Q_b = 1,954 \times 10^{-5}$ (kg/s) /m. Sedangkan untuk metode Van Rijn, dan Rottner didapatkan nilai negatif dan disimpulkan bahwa kedua metode ini tidak cocok untuk kondisi Estuari Kuala Langsa.

Kata Kunci: sedimen dasar, sedimentasi, estuari.

1. PENDAHULUAN

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan proses sedimentasi (Arsyad, 2010). Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks dimulai dari jatuhnya hujan yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, kemudian menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen. Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat berupa seperti bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai (Soewarno, 1991). Pada tanggal 10 dan 11 Desember 2017, pendangkalan yang terjadi di Estuari Kuala Langsa menyebabkan Kapal Rumah Sakit TNI AL dr. Soeharso tidak dapat bersandar

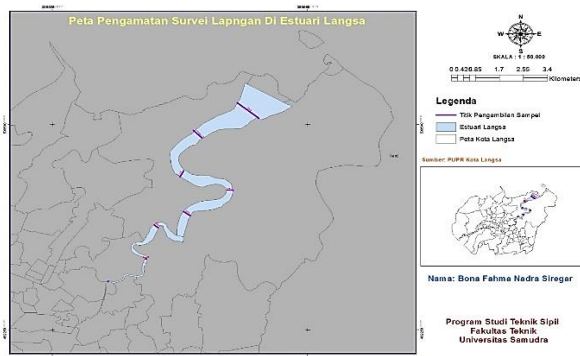
tepat di pelabuhan, sehingga membuat kapal tersebut harus berlabuh di perairan Selat Malaka yang memakan waktu kurang lebih satu jam perjalanan dari Pelabuhan Kuala Langsa (Lintasatjeh.com). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis angkutan sedimen dasar (*bed load*) yang terjadi di estuari Kuala Langsa dengan menggunakan tiga metode yaitu metode *Van Rijn*, metode *DuBoys* dan metode *Rottner*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran sedimen dasar (*bed load*) total yang terjadi di Estuari Kuala Langsa. Penelitian ini juga tidak melihat pengaruh pasang surut yang terdapat di estuari tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Krueng Langsa. DAS ini memiliki luas sekitar 126 km², mengalir beberapa desa yaitu Desa Pondok Kemuning, Desa Suka Rakyat, Desa Gedubang, Desa Selalah, Desa Pondok Pabrik, Desa Sidodadi, Desa Sidorejo, Desa Meurandeh, Desa

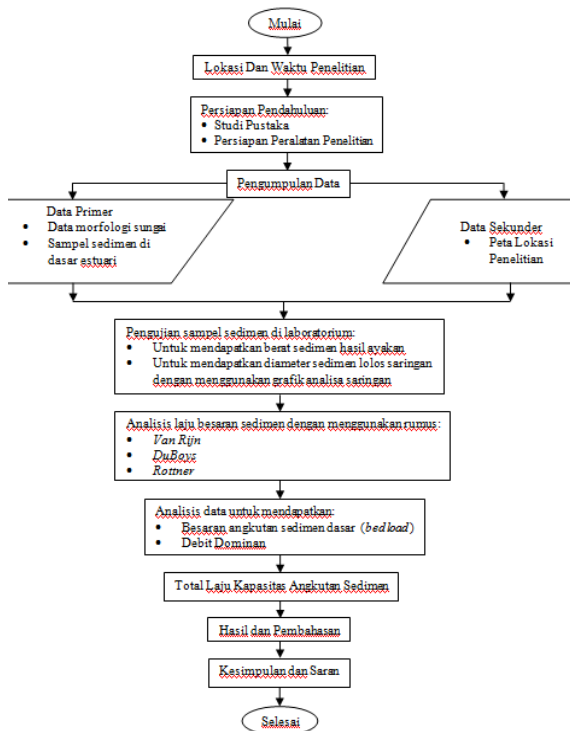
Baroh Langsa Lama, dan bermuara di Desa Alue Beurawe sebelum diteruskan ke laut atau sering disebut Kuala Langsa.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen Dasar

Metodologi Penelitian

Rangkuman langkah-langkah dalam penelitian, diperlihatkan pada bagan alir berikut ini:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Prosedur pengambilan data lapangan dan uji laboratorium

Pengambilan data dilakukan pada tiap stasiun pengamatan, dengan cara mengambil sampel sedimen langsung ke lapangan dengan menggunakan alat *grab sampler*, untuk keperluan estimasi debit maka diambil data kecepatan aliran dengan alat current meter dengan 3 kali pengukuran dan penampang sungai menggunakan pita ukur. Untuk pengujian laboratorium terhadap sampel sedimen yaitu dengan metode analisa saringan dengan cara meletakkan sampel sedimen dalam satu set saringan lalu di ayak ± 15 menit menggunakan

mesin pengayak, setelahnya menimbang berat masing-masing sedimen yang tertahan lalu ditimbang dan mendapatkan nilai diameter butiran yang diinginkan dengan menggunakan grafik analisa saringan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Analisa Saringan

No	Stasiun	d ₅₀ (mm)	d ₉₀ (mm)
1	1	0,55	0,85
2	2	0,58	0,80
3	3	0,27	0,85
4	4	0,54	4,80
5	5	0,69	6,80
6	6	0,15	2
7	7	0,48	4

Perkiraan Muatan Sedimen Dasar (Bed Load) dengan Rumus Empiris

a. Persamaan Van Rijn

Menurut *Van Rijn*, angkutan sedimen dasar dapat dianalisa cukup akurat dengan dua parameter yang tak berdimensi (*dimensionless parameters*) yang dikemukakan oleh *Ackers White* dan *Yallin*, yaitu:

- Parameter partikel (*particle parameter*)

$$D_* = d_{50} \left(\frac{(\rho - 1)g}{v^2} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (1)$$

dengan D_* = parameter partikel, d_{50} = ukuran partikel (m), g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²), ρ = *specific density* dan v = koefisien kekentalan kinematik (1.10⁻⁶ m²/det).

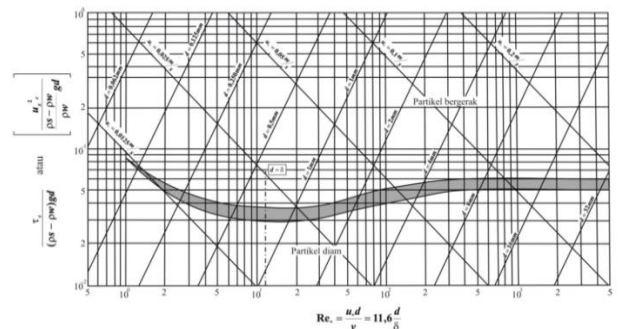
- Stage Parameter

$$T = \frac{(u_*')^2 - (u_{*CR})^2}{(u_{*CR})^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$u_*' = \left(\frac{g^{1/2}}{C'} \right) u \dots\dots\dots (3)$$

dengan u_*' = kecepatan geser dasar berhubungan dengan butiran partikel (m/det), u_{*CR} = kecepatan geser dasar kritis menurut *Shield* (m/det), T = Stage parameter, C' = koefisien *Chezy* dan u = kecepatan aliran rata-rata (m/det).

Kecepatan geser dasar kritis (u_{*CR}) dapat dihitung dengan diagram yang diberikan oleh *Shield*.



Gambar 3. Grafik kecepatan geser dasar kritis menurut *Shield*

Untuk C' dihitung dengan persamaan:

$$C' = 18 \log \left(\frac{12 R}{3 d_{90}} \right) \dots\dots\dots(4)$$

dengan R = jari-jari hidrolik (m) dan d_{90} = ukuran partikel sedimen (m).

Angkutan sedimen dasar (*bed load*) per satuan lebar sungai dapat dihitung dengan persamaan:

$$qb = \frac{0,053 T^{2,1}[(s-1)g]^{0,5} D_{50}^{1,5}}{D_*^{0,3}} \dots\dots\dots(5)$$

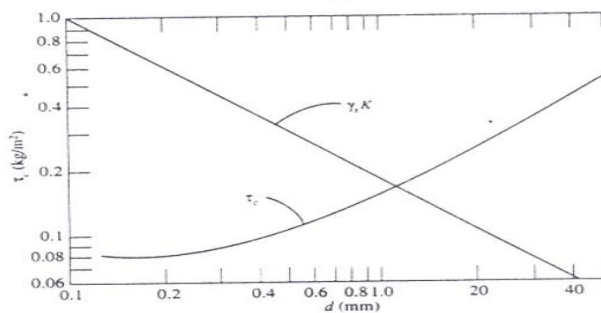
b. Persamaan *DuBoys*

DuBoys (1979) mengasumsikan bahwa partikel sedimen bergerak berlapis-lapis di sepanjang lapisan. Lapisan ini bergerak karena gaya traksi yang bekerja di sepanjang dasar. Ketebalan setiap lapisan adalah ϵ . Dalam kondisi kesetimbangan, gaya traktif harus diimbangi oleh gaya tahanan total di antara lapisan-lapisan ini, yaitu:

$$\tau = \gamma D S \dots\dots\dots(6)$$

dengan γ = berat jenis air, D = kedalaman estuary dan S = kemiringan.

Kekuatan traksi kritis di dasar (τ_c) dapat dihitung dengan diagram yang diberikan oleh *Shield*.



Gambar 4. Parameter sedimen dan gaya traksi kritis untuk persamaan *bed-load DuBoys* (Satuan metrik)

Muatan sedimen dasar (*Bed Load*) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$q_b = \frac{0,173}{d^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c) \dots\dots\dots(7)$$

dengan d = diameter partikel sedimen yang 50% lolos saringan.

Muatan sedimen dasar (*Bed Load*) per satuan lebar, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$q_m = \frac{\sqrt{q_b}}{B} C_m \dots\dots\dots(8)$$

dengan q_m = muatan sedimen dasar (*Bed Load*) per satuan lebar, B = lebar estuary dan C_m = konsentrasi berat kering sedimen.

c. Persamaan *Rottner*

Rottner (1959) mendapatkan suatu persamaan untuk menyatakan aliran sedimen dasar dalam suku-suku parameter aliran yang didasarkan atas pertimbangan dimensi dan analisis regresi. Berdasarkan data yang dihimpun oleh *Jhonson* (1943), *Rottner* menggunakan analisis regresi untuk menghasilkan efek parameter kekasaran relative d_{50}/D . Persamaan *Rottner* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$qb = \rho_s [(\zeta s - 1)g D^3]^{1/2} X \left\{ \frac{V}{[(\zeta s - 1)g D]^{1/2}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} + 0.14 \right] - 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} \right\}^3 \dots\dots\dots(9)$$

Dengan qb = debit muatan *bed load* (m^3/det), ρ_s = rapat massa sedimen (kg/m^3), ζ_s = gravitasi spesifik sedimen(kg/m^3), g = gravitasi (m/s^2), V = kecepatan rata-rata (m/s) dan d_{50} = diameter partikel sedimen yang 50% lolos saringan (m).

Analisis Debit Aliran Dominan

Debit Dominan merupakan salah satu faktor dalam proses sedimentasi. Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan debit dominan digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A V \dots\dots\dots(10)$$

dengan A = luas estuari (m) dan V = kecepatan aliran (m/s).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan beberapa rumus yang telah dijelaskan sebelumnya dan dengan jumlah 5 stasiun lokasi penelitian dengan rata-rata jarak per stasionnya 2000 m. persamaan yang digunakan yaitu persamaan *Van Rijn*, persamaan *DuBoys*, dan persamaan *Rottner*.

▪ Perhitungan pada stasiun 1

Diketahui:

- Lebar Estuari (m) = 39 m
- Kecepatan Aliran (v) = 0,453 m/s
- Kedalaman aliran (h) = 1,08 m
- Kemiringan Saluran (I) = 0,0011
- Jari-jari Hidraulik (R) = 1,023 m
- d_{50} = 0,00055 m
- d_{90} = 0,00085 m
- Massa jenis sedimen (ρ) = 2650 kg/m^3
- Massa jenis air (ρ_s) = 1000 kg/m^3 (U.S.BUREAU OF RECLAMATION, 1987)
- Berat jenis sedimen (γ_s) = 1650 kg/m^3
- Berat jenis air (γ) = 1000 kg/m^3
- Konsentrasi Sedimen (C_m) = 1×10^{-7}

a. Persamaan *Van Rijn*

$$D_* = d_{50} \left(\frac{(\rho-1)g}{v^2} \right)^{1/3}$$

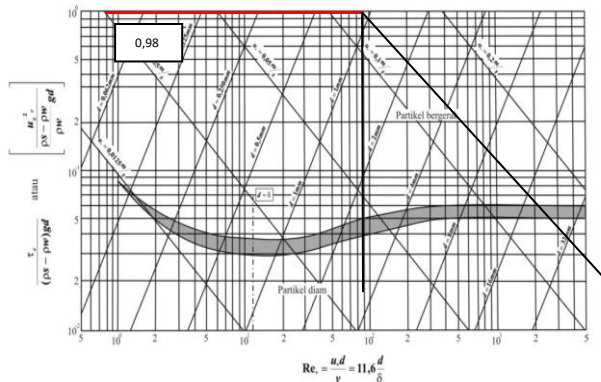
$$\begin{aligned}
&= 0,00055 \left(\frac{(2650-1)9,81}{(10^{-6})^2} \right)^{\frac{1}{3}} \\
&= 0,00055 (296199,008) \\
&= 162,909 \\
u'_* &= \left(\frac{g^{1/2}}{C_r} \right) u \\
&= \left(\frac{(9,81)^{\frac{1}{2}}}{66,285} \right) 0,453 \\
&= 0,0214 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Mencari bilangan Reynold (R)

$$\begin{aligned}
u_* &= \sqrt{g h I} \\
u_* &= \sqrt{(9,81)(1,08)(0,0011)} \\
u_* &= 0,107 \\
Re &= \frac{u_* d_{50}}{\nu} \\
Re &= \frac{(0,107)(0,00055)}{10^{-6}} \\
Re &= 58,85 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Berdasarkan grafik kecepatan geser dasar kritis menurut *Shield*, didapatkan nilai kecepatan geser dasar kritis sedimen dengan diameter butiran $d_{50} = 0,55 \text{ mm}$ adalah:

$$\frac{(U_*c)^2}{[(\rho - \rho_s)/\rho_s]gd} = 0,98$$



Gambar 5. Kecepatan Geser Dasar Kritis menurut *Shield* stasiun 1

$$\begin{aligned}
U_{*CR} &= \sqrt{0,98 \times [(\rho - \rho_s)/\rho_s]gd} \\
U_{*CR} &= \sqrt{0,98 \times \left[\frac{2650-1000}{1000} \right] (9,81)(0,00055)} \\
U_{*CR} &= \sqrt{0,98 \times 1,65 \times 9,81 \times 0,00055} \\
U_{*CR} &= \sqrt{0,008813} \\
U_{*CR} &= 0,0938 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Maka, nilai T dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
T &= \frac{(u'_*)^2 - (u_{*CR})^2}{(u_{*CR})^2} \\
T &= \frac{(0,0214)^2 - (0,0938)^2}{(0,0938)^2} \\
T &= \frac{0,000457 - 0,008813}{0,008813} \\
T &= -0,946
\end{aligned}$$

Maka, debit angkutan sedimen dasar dihitung dengan rumus:

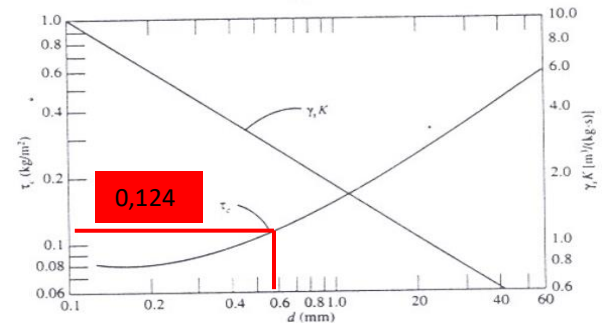
$$\begin{aligned}
qb &= \frac{0,053 T^{2,1} [(\rho-1)g]^{0,5} d_{50}^{1,5}}{D_*^{0,3}} \\
qb &= \frac{0,053 (-0,946)^{2,1} [(2650-1)9,81]^{0,5} (0,00055)^{1,5}}{(162,909)^{0,3}} \\
qb &= \frac{0,053 (-0,889)(161,204)(0,00001289)}{4,608}
\end{aligned}$$

$$qb = -2,124 \times 10^{-5} \text{ (kg/s)/m}$$

b. Persamaan *DuBoys*

$$\begin{aligned}
\tau &= \gamma D S \\
\tau &= 1000 \times 1,08 \times 0,0011 \\
\tau &= 1,188 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai τ_c dapat dilihat dari gambar di bawah ini:



Gambar 6. Parameter sedimen dan gaya traksi kritis untuk persamaan *bed-load DuBoys* (Satuan metrik) stasiun 1

Dari gambar grafik 6, didapatkan nilai $\tau_c = 0,124 \text{ kg/m}^2$

$$\begin{aligned}
qb &= \frac{0,173}{a^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c) \\
qb &= \frac{0,173}{(0,000550)^{0,75}} \times 1,188 \times (1,188 - 0,124) \\
qb &= \frac{0,173}{(0,000550)^{0,75}} \times 1,188 \times 1,064 \\
qb &= 60,88806 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (satuan volume)} \\
qb &= 60,88806 \times 2650 \\
qb &= 161.353,3656 \text{ kg/s}
\end{aligned}$$

Maka, muatan laju sedimen persatuan lebarnya adalah:

$$\begin{aligned}
q_m &= \frac{\sqrt{qb}}{B} C_m \\
q_m &= \frac{\sqrt{161.353,3656}}{39} \cdot 1 \times 10^{-7} \\
q_m &= 1,029 \times 10^{-6} \text{ (kg/s)/m}
\end{aligned}$$

c. Persamaan *Rottner*

$$\begin{aligned}
qb &= \rho_s [(\zeta s - 1)g D^3]^{1/2} \left\{ \frac{\nu}{[(\zeta s - 1)g D]^{1/2}} \left[0,667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} + 0,14 \right] - 0,778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{2/3} \right\}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
qb &= 2650 [(2650 - 1)(9,81)(1,08)^3]^{1/2} \left\{ \frac{0,453}{[(2650-1)(9,81)(1,08)]^{1/2}} \left[0,667 \left(\frac{0,00055}{1,08} \right)^{2/3} + 0,14 \right] - 0,778 \left(\frac{0,00055}{1,08} \right)^{2/3} \right\}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
qb &= 2650 [32735,745]^{1/2} \{ (0,00270)(0,14425) - (0,004961) \}^3 \\
qb &= 2650 (180,930)(-9,5503 \cdot 10^{-8}) \\
qb &= -4,579 \times 10^{-2} \text{ (kg/s)/m}
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan di stasiun selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, dan hasil perhitungan muatan sedimen dasar (*bed load*) di masing-masing

stasiun dengan menggunakan tiga persamaan: persamaan Van Rijn, persamaan DuBoys, dan persamaan Rottner, dapat dilihat pada tabel rekapitulasi berikut ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Muatan Angkutan Sedimen Dasar (*Bed Load*)

Titik	Q_{ukur} (m^3/s)	<i>Van Rijn</i> (kg/s)/m	<i>DuBoys</i> (kg/s)/m	<i>Rottner</i> (kg/s)/m
1	19,080	$-2,124 \times 10^{-5}$	$1,029 \times 10^{-6}$	$-4,579 \times 10^{-2}$
2	115,090	$-2,348 \times 10^{-5}$	$1,180 \times 10^{-5}$	$-2,933 \times 10^{-2}$
3	1.266,885	$-7,384 \times 10^{-6}$	$1,320 \times 10^{-6}$	$-1,169 \times 10^{-3}$
4	1.015,310	$-9,534 \times 10^{-5}$	$8,040 \times 10^{-7}$	$-1,508 \times 10^{-2}$
5	1.300,077	$-2,876 \times 10^{-5}$	$9,140 \times 10^{-7}$	$-2,405 \times 10^{-3}$
6	1.437,542	1,486	$2,550 \times 10^{-6}$	$-6,281 \times 10^{-4}$
7	2.455,211	$-1,342 \times 10^{-5}$	$1,100 \times 10^{-6}$	$-1,016 \times 10^{-2}$
Rata-Rata		$-2,124 \times 10^{-1}$	$1,954 \times 10^{-5}$	$-1,045 \times 10^{-1}$

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Estuari Kuala Langsa dengan panjang total lokasi yang ditinjau adalah 10 km, dan dibagi menjadi 7 titik lokasi penelitian. Untuk stasiun 1 hingga stasiun 5 masing-masing berjarak 2 km per tiap titiknya, sedangkan untuk stasiun 5 sampai 7 masing-masing berjarak 1 km per tiap titiknya. Lebar sungai berkisar antara 39 m - 542 m, kedalaman rata-rata aliran berkisar antara 1,08 m - 8,72 m dan luas daerah aliran berkisar antara 42,12 m^2 - 4.211,340 m^2 . Pada tahapan menghitung besaran angkutan sedimen dasar, didapatkan hasil yang berbeda pada tiap titik untuk masing-masing metode. Nilai besaran angkutan sedimen rata-rata yang dihasilkan yaitu untuk Metode *Van Rijn* sebesar $-2,124 \times 10^{-1}$ (kg/s)/m, Metode *DuBoys* sebesar $1,954 \times 10^{-5}$ (kg/s)/m dan Metode *Rottner* sebesar $-1,045 \times 10^{-1}$ (kg/s)/m. Hasil analisis besaran angkutan sedimen dasar menunjukkan Metode *DuBoys* memberikan hasil yang paling besar. Sedangkan untuk Metode *Van Rijn* dan *Rottner* memberikan hasil yang negative. Menurut Kurniyasari (2010), jika pada pengangkutan sedimen menghasilkan nilai positif (+) menunjukkan bahwa terjadinya pengangkutan sedimen, begitu juga sebaliknya jika menghasilkan nilai negative (-) menunjukkan bahwa tidak terjadinya pengangkutan sedimen.

Penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Olivia Mokonio, T dkk di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. Penelitian tersebut menggunakan metode *Meyer-Peter* dan *Muller*, metode *Einstein* dan metode *Van Rijn*. Untuk metode *Meyer-Peter* dan *Muller* diperoleh debit angkutan sedimen dasar sebesar $Q_b = 0,0000260 m^3/s$. Untuk metode *Einstein* diperoleh debit angkutan sedimen dasar sebesar $Q_b = 0,000057$

m^3/s . Sedangkan untuk metode *Van Rijn* didapatkan hasil negative. Hasil dari penelitian ini mendapatkan hasil yang sedikit berbeda dengan nilai yang dihasilkan dari penelitian yang dilakukan di Estuari Kuala Langsa. Sebagai perwakilan dari penelitian yang dilakukan, diambil stasiun 2 dengan menggunakan metode *DuBoys* diperoleh besaran angkutan sedimen dasar sebesar $1,180 \times 10^{-5}$ (kg/s)/m, metode ini dinilai cocok untuk kondisi di Estuari Kuala Langsa. Hanya saja penelitian yang dilakukan di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa dengan menggunakan metode *Van Rijn* tidak cocok digunakan pada kondisi Muara tersebut.

4. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

- (1). Dari nilai rata-rata debit angkutan sedimen, yang dapat digunakan untuk Estuari Kuala Langsa hanya metode *DuBoys* menghasilkan nilai debit angkutan sedimen yang tinggi yaitu 1,688256 ($kg/hari$)/m.
- (2). Hasil analisis debit sedimen dasar menunjukkan bahwa metode *Van Rijn* dan *Rottner* ternyata tidak cocok diterapkan di kondisi Estuari Kuala Langsa karena menghasilkan nilai debit yang negative, sedangkan metode *DuBoys* lebih direkomendasikan untuk menganalisis angkutan sedimen di Estuari Kuala Langsa karena menghasilkan nilai debit sedimen yang tinggi, yang menandakan terjadinya pendangkalan pada Estuari tersebut.

Saran yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

- (1). Dengan rekapitulasi rata-rata debit sedimen tersebut, maka perlu dilakukannya pengangkutan atau pengerukan sedimen agar tidak terjadi pengendapan yang berlangsung lama yang menyebabkan pendangkalan pada Estuari Kuala Langsa.
- (2). Hendaknya dibuat peraturan penjadwalan rutinitas pengerukan agar tidak terjadi pengendapan yang lumayan besar tergantung pada lamanya waktu pengendapan itu berlangsung.
- (3). Perlu dilakukan penelitian secara terus-menerus/berkelanjutan dalam menganalisis debit sedimen dasar di Estuari Kuala Langsa sehingga dapat mengetahui perkembangan sedimen di Estuari Kuala Langsa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala., (2010). *Konservasi Tanah dan Air. Ed isi Kedua*, IPB Press. Bogor.
- Hanafiah, Q., 2014. *Struktur Komunitas*

*Enchinodermata di Pantai Sindangkerta
Kecamatan Cipatujah Kabupaten
Tarikmalaya.* Skripsi UNPAS Bandung.

Lintasatjeh., 2017. *Akibat Perairan Dangkal, Kapal Rumah Sakit TNI AL Tidak Bersandar di Pelabuhan Kuala Langsa.* [diunduh 2017 Des 10]. Tersedia pada: <http://www.lintasatjeh.com/2017/12/akibat-perairan-dangkal-kapal-rumah-sakit-tni-al-tidak-bersandar-di-pelabuhan-kuala-langsa.html?m=1>

Soewarno.1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometri).* Nova. Bandung.

Van Rijn, L. C, 1984. *Sediment Transport, Part II: Suspended Load Transport.* Journal of Hydraulics Engineering, Vol 110, No. 11, ASCE