

Studi Angkutan Sedimen Layang (*Suspended Load*) Di Estuari Kuala Langsa

Surya Ningsih¹, Faiz Isma², Ellida Novita Lydia³,

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurandeh, Langsa
email: suryaningsih0398@gmail.com

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

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

ABSTRAK

Pendangkalan akibat sedimentasi menjadi salah satu permasalahan yang terjadi di Estuari Kuala Langsa. Sedimentasi yang terjadi di Estuari Kuala Langsa akan berpengaruh terhadap kondisi sedimen di Estuari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi besarnya sedimen layang yang terjadi serta menghitung debit angkutan sedimen layang menggunakan 3 metode yaitu : metode pendekatan *Lane and Kalinske*, *Einstein* dan pendekatan *Chang, Simons and Richardson*. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung di Estuari Kuala Langsa untuk mendapatkan data morfologi sungai dan sampel sedimen layang. Sampel sedimen kemudian dibawa ke laboratorium dan dipanaskan hingga kering untuk mendapatkan data hasil berat kering sedimen layang. Semua data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis, dari analisis debit angkutan sedimen layang rata-rata per detik di Estuari Kuala Langsa dengan debit lapangan terbesar $Q_{ukur} = 2455,211 \text{ m}^3/\text{s}$ diperoleh hasil : untuk metode *Lane and Kalinske* diperoleh debit angkutan sedimen $q_{sw} = 0,2938 \text{ (kg/s)/m}$. Untuk metode *Einstein* diperoleh debit angkutan sedimen $q_{sw} = 2,36 \times 10^{-3} \text{ (kg/s)/m}$. Sedangkan untuk metode *Chang, Simons and Richardson* diperoleh debit angkutan sedimen $q_{sw} = 7,01 \times 10^{-4} \text{ (kg/s)/m}$. Metode *Chang, Simons and Richardson* ini menghasilkan beberapa nilai negatif dan disimpulkan metode ini tidak sesuai untuk kondisi Estuari Kuala Langsa. pada penelitian ini metode yang lebih sesuai digunakan adalah metode *Lane and Kalinske* karena menghasilkan nilai yang lebih besar.

Kata kunci : *Sedimentasi, Sedimen layang, Estuari Kuala Langsa*

1. PENDAHULUAN

Estuari merupakan perairan yang semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Bengen, 2002). Adanya aliran air tawar yang terjadi terus menerus dari hulu sungai dan adanya proses gerakan air akibat arus pasang surut yang mengangkut mineral – mineral, bahan organik dan sedimen yang merupakan bahan dasar penunjang produktifitas perairan di wilayah estuari yang melebihi produktifitas laut lepas dan perairan air tawar yang mengakibatkan pendangkalan. Dampak dari pendangkalan akibat sedimen seperti yang pernah terjadi di Pelabuhan Kuala Langsa pada tanggal 10 dan 11 Desember 2017 yakni kapal rumah sakit KRI dr. Soeharso milik TNI AL yang tidak dapat bersandar di Pelabuhan Kuala Langsa dan harus berhenti di tengah laut dikarenakan dangkalnya perairan yang akan dilalui menuju Pelabuhan akibat sedimen yang terbawa arus dan menumpuk di perairan Kuala Langsa (Lintasadjeh.com).

Sedimen melayang (*Suspended Load*) adalah sedimen yang berada melayang–layang di dalam air, karena turbulensi aliran, jumlah sedimen yang melayang sangat erat berhubungan dengan konsentrasi sedimen di dalam air, yang dikenal dengan “ c ”, dengan satuan m^3/m^3 , /l (Loebis dkk, 1993 : 220). Sedimen

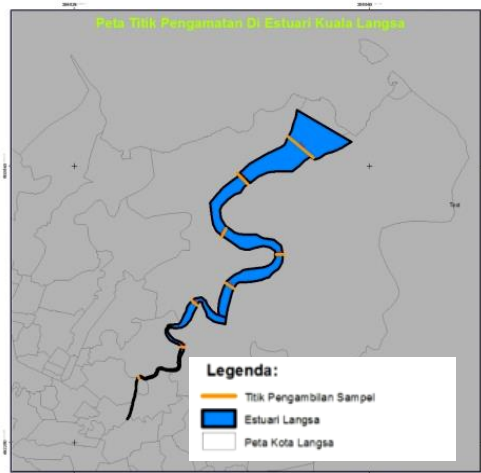
melayang juga dapat berubah menjadi sedimen dasar saat berat jenis butiran sedimen lebih tinggi dari berat jenis air. Peristiwa inilah yang mengakibatkan partikel sedimen mengendap dan terjadinya pendangkalan didasar sungai. Salah satu cara untuk mengatasi pendangkalan akibat sedimen adalah dengan upaya pengerukan dasar sungai (*dredging*) yang bertujuan untuk mengangkat partikel – partikel lumpur yang telah tersedimentasi didasar sungai. Dari banyaknya faktor masalah yang disebabkan sedimen, sehingga penelitian ini dianggap penting dilakukan untuk mengetahui besarnya sebaran sedimen layang yang ada di Estuari Kuala Langsa, mengingat pendangkalan yang terjadi di Pelabuhan Kuala Langsa sangat mengganggu aktifitas pelabuhan, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya untuk mengetahui peningkatan sebaran sedimen di Estuari Kuala Langsa. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi besarnya Sedimen Layang (*Suspended Load*) serta menghitung debit angkutan sedimen layang yang terjadi di estuari Kuala Langsa.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) krueng Langsa yang terletak di Desa Baroh Langsa Lama, Kecamatan Langsa Lama, kota Langsa

menuju muara Pelabuhan Kuala Langsa, Kota Langsa.



Gambar 1 : Titik Stasiun Pengambilan Sampel

Desa Kuala Langsa terletak ± 8 km dari pusat Kota Langsa dan berbatasan dengan Desa Telaga Tujuh di sebelah utara, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Sungai Pauh, sebelah barat berbatasan dengan Desa Lhok Bani, sebelah timur dengan Langsa Lama.

Tahapan Penelitian di Lapangan

Penelitian lapangan dilaksanakan selama 1 hari di Estuari Kuala Langsa yang bertujuan untuk mengumpulkan data – data yang diperlukan untuk mengetahui besarnya kandungan sedimen layang di Estuari Kuala Langsa. Penentuan titik lokasi dilakukan dengan menggunakan sampan Nelayan, dimulai dari mulut Estuari hingga ke bagian hilir Kuala Langsa sampai diperolehnya badan air yang tidak dipengaruhi kadar garam. Penentuan titik lokasi untuk STA 1 sampai 5 diambil setiap jarak 2 km, untuk STA 5 sampai 7 diambil setiap jarak 1 km menggunakan alat GPS Map 64s yang berfungsi untuk menentukan titik koordinat lokasi. Pengukuran kecepatan aliran di estuari dilakukan disetiap titik lokasi menggunakan *curren meter*, pengukuran ini dilakukan 3 kali di titik yang sama untuk mendapatkan data yang akurat. Pengambilan sampel air pada Estuari menggunakan alat pengambil sampel air yang diikat menggunakan tali sepanjang 10 meter kemudian air dimasukkan kedalam botol air mineral 600 ml, pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 0,2 dan 0,6 dari permukaan air setiap titik lokasi.

Tahapan Penelitian di Laboratorium

Uji laboratorium dilaksanakan selama 2 hari di laboratorium Teknik Sipil Universitas Samudera. Prosedur pelaksanaan untuk mendapatkan nilai konsentrasi sedimen adalah dengan menimbang

cawan dalam keadaan kosong, masukkan sampel sebanyak 10 ml kedalam cawan yang telah ditimbang, kemudian masukkan cawan yang berisi sampel 10 ml kedalam oven selama ± 3 jam dengan suhu 120 °C. Setelah 3 jam, timbang cawan yang berisi sampel kering dan dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$TSS = \alpha \frac{1000}{V} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana TTS = total Suspended Solid, α = massa cawan setelah dipanaskan (120 °C) dikurangi dengan massa cawan kosong dan V = volume sampel ((massa cawan + sampel sebelum dipanaskan) – cawan kosong).

Untuk mendapatkan nilai konsentrasi sedimen digunakan rumus sebagai berikut :

$$C\alpha = CT - CK \dots\dots\dots(2)$$

dengan Cα = konsentrasi sedimen, CT = Massa cawan + sampel setelah dipanaskan dengan suhu 120°C dan CK = cawan kosong.

Tabel 1. Konsentrasi sedimen

No	Titik STA	Ca
1	1	1 x 10 ⁻⁷
2	2	1,515 x 10 ⁻⁷
3	3	3,115 x 10 ⁻⁷
4	4	3,1 x 10 ⁻⁷
5	5	3 x 10 ⁻⁷
6	6	3,185 x 10 ⁻⁷
7	7	3,3 x 10 ⁻⁷

Tabel 1 menjelaskan bahwa semakin menuju ke hilir maka nilai konsentrasi sedimen akan semakin tinggi, halini dipengaruhi kadar garam yang semakin tinggi ketika air menuju ke laut lepas, serta meningkatnya debit aliran yang menyebabkan pasir – pasir halus yang melayang semakin banyak saat air menuju hilir.

Analisa saringan dilakukan menggunakan alat *sieve shaker* dengan nomor saringan no.½, no.8, no.10, no.20, no.40, no.60, no.100, no.200 dan Pan. Ayakan disusun dengan berurutan dari yang besar hingga ke Pan. Sampel yang akan diayak ditimbang sebanyak 500 gram. Setiap sampel akan diayak menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar penyaringan berlangsung dengan sempurna.

Tabel 2. Diameter sedimen D₅₀ dan D₆₅

No	Titik STA	D ₅₀ (mm)	D ₆₅ (mm)
1	1	0,00055	0,00066
2	2	0,00058	0,00064
3	3	0,00027	0,00051
4	4	0,00054	0,00081

5	5	0,00069	0,00130
6	6	0,00015	0,00041
7	7	0,00048	0,00070

Dari tabel 2 dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata diameter saringan $D_{50} = 0,000465$ m dan $D_{65} = 0,00066$ m. Menurut pengklasifikasian *Wentworth* (1922), sedimen dengan ukuran diameter $D_{50} = 0,000465$ m = 0,465 mm termasuk klasifikasi pasir kasar dengan ukuran butiran 1 mm – ½ mm, sedangkan sedimen dengan ukuran diameter $D_{65} = 0,00066$ m = 0,66 mm termasuk klasifikasi pasir sedang dengan ukuran butiran ½ mm – ¼ mm.

Rumus Muatan Sedimen Layang (*Suspended Load*)

Pendekatan *Lane and Kalinske*

Lane dan Kalinske, mengasumsikan bahwa muatan melayang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q_{sw} = q C_a P_L \exp\left(\frac{15\omega a}{U_* D}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana q_{sw} = berat sedimen per satuan waktu dan lebar, q = debit aliran per satuan lebar (m^3/s), U_* = Kecepatan geser (m/s), C_a = konsentrasi sedimen dan ω = kecepatan jatuh sesuai dengan D_{50} (m/s).

P_L Merupakan fungsi dari $\frac{\bar{c}}{c_a}$

Dimana \bar{c} = konsentrasi sedimen rata - rata terintegrasi

$$\omega = \left[\frac{g \cdot d^2}{18\nu} \right] \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana ν = viskositas kinematik dengan nilai 1.10^{-6} (Stoke's Law), g = gravitasi bumi (9,81 m/s), d = diameter sedimen lolos saringan no.50, γ_s = berat jenis sedimen dan γ = berat jenis air (62,4 lb/ft³ atau 1000 kg/m³) (U.S. Bureau of Reclamation, 1987) .

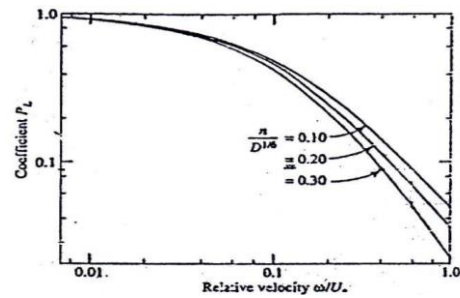
$$\gamma_s = \frac{\text{Berat Sedimen Hasil Pengangkutan}}{\text{Volume sedimen}} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana ρ = Massa jenis sedimen (kg/m³), ρ_w = Massa jenis air (kg/m³).

$$U_* = \sqrt{g \cdot h \cdot S_o} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana h = kedalaman sungai rata - rata, S_o = kemiringan dasar saluran dan D = kedalaman aliran.

Hubungan antara P_L dan kecepatan jatuh relatif $\frac{\omega}{U_*}$, dijelaskan pada grafik dibawah ini, C_a adalah konsentrasi berat kering sedimen. Ketika konsentrasi dinyatakan sebagai persentasi, maka harus dikalikan dengan satuan berat air (62,4 lb/ft³) untuk mendapatkan konsentrasi berat kering.



Gambar 2 : Grafik Hubungan antara P_L dan $\frac{\omega a}{U_*}$
Sumber : Yang (1996)

Pendekatan *Einstein*

Einstein mengasumsikan bahwa muatan melayang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

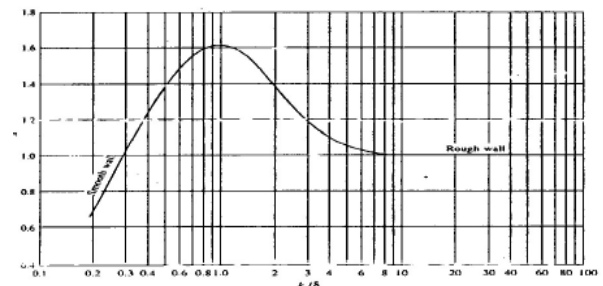
$$q_{sw} = 11,6 U_*' C_a a \left[\left(2,303 \log \frac{30,2D}{\Delta} \right) I_1 + I_2 \right] \quad (7)$$

Dimana $\Delta = d_{65}/x$

Einstein (1950) mengasumsikan bahwa $a = 2d$. Dimana d adalah ukuran butiran dari material dasar. Nilai x didapat dari gambar 2.2 dengan menghubungkan rumus (2.9) dibawah ini :

$$\frac{k_s}{\delta'} = \frac{U_*' d_{65}}{11,6\nu} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana $U_*' = U_*$ = kecepatan geser (m/s), D_{65} = diameter saringan yang 65% fraksi butirannya lolos saringan, dan ν = viskositas kinematis ($1.10^{-6} m^2/s$)



Gambar 3 : Gambar Hubungan antara $\frac{k_s}{\delta'}$ dan x
Sumber : Yang (1996)

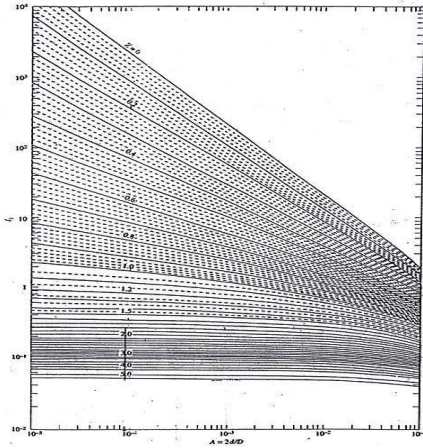
$I =$ Numerik terintegrasi

Untuk mendapatkan nilai I_1 dan I_2 dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dengan menghubungkan persamaan (2.10) dan (2.11) dibawah ini :

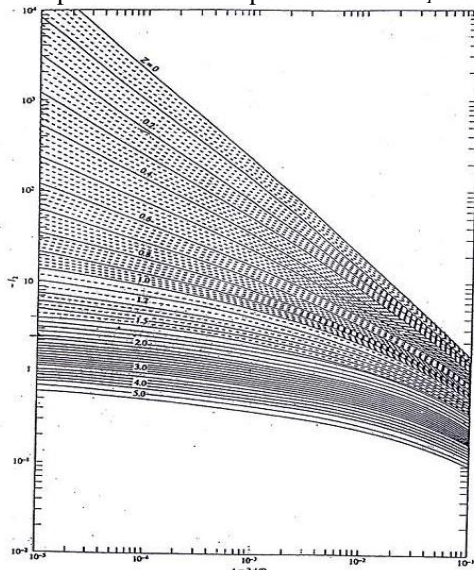
$$A = \frac{2d}{D} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana d = diameter sedimen (d_{65})

$$Z = \frac{\omega}{0,4U_*'} \dots\dots\dots(10)$$



Gambar 4 : Dengan Menggunakan Nilai A dan Z pada Grafik ini dapat dicari Nilai I_1



Gambar 5 : Dengan Menggunakan Nilai A dan Z pada Grafik ini dapat dicari Nilai I_2
Sumber : Yang (1996)

Pendekatan *Chang, Simons, and Richardson*

Chang, Simons, dan Richardson, mengasumsikan bahwa muatan melayang dapat dihitung dengan menggunakan :

$$q_{sw} = \gamma D C_a \left(V I_1 - \frac{2U_*}{k} \right) I_2 \quad \dots\dots\dots(11)$$

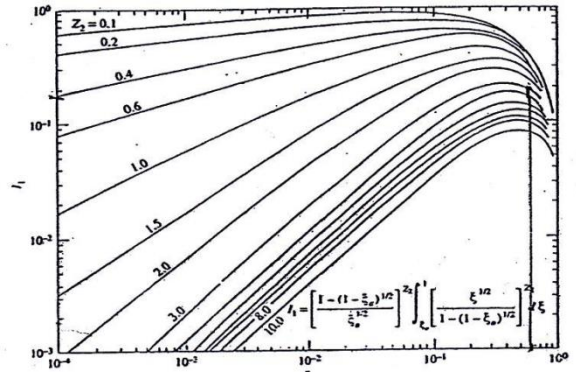
Dimana V = Rata – rata kecepatan harian

Untuk mendapatkan nilai I_1 dan I_2 dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7 dengan menghubungkan persamaan (2.13) dan (2.14) dibawah ini :

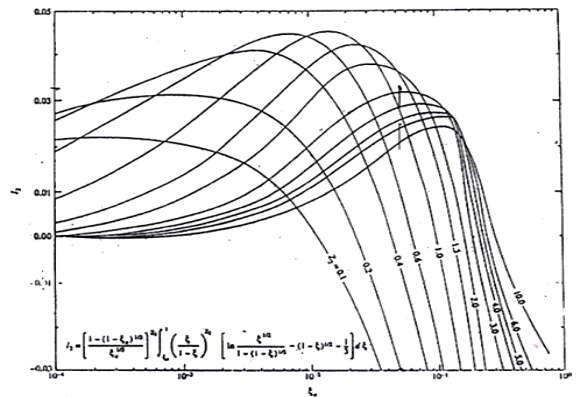
$$\xi_a = \frac{a}{D} \quad \dots\dots\dots(12)$$

Dimana $a = D \times 0,05 \dots\dots\dots(13)$

Dimana β diasumsikan $\beta = 1$ (*Einstein* 1950) dan k = konstanta Prandtl – Von Karman (0,4)



Gambar 6 : Grafik Hubungan antara ξ_a dengan Z_2 didapat Nilai I_1



Gambar 7 : Grafik Hubungan antara ξ_a dengan Z_2 didapat Nilai I_2
Sumber : Yang (1996)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data perhitungan besarnya sedimen layang ditiap titik stasiun yang terjadi di estuari Kuala Langsa dihitung menggunakan rumus Pendekatan *Lane* dan *Kalinske*, Pendekatan *Einstein* dan rumus Pendekatan *Chang, Simons* dan *Richardson*.

Pengolahan Data Pada Stasiun 1

Diketahui data – data yang didapat dilapangan maupun hasil penelitian dilaboratorium adalah sebagai berikut:

Kedalaman estuari (D)	= 1,08 m
Lebar estuari (B)	= 39 m
Kecepatan aliran (V)	= 0,453 m/s
Luas penampang (A)	= 42,12 m ²
Kemiringan dasar saluran (S_0)	= 0,0011
Debit aliran (Q)	= 19,080 m ³ /s
Koefisien manning (n)	= 0,01741
Berat jenis air (γ) = 62,4 lb/ft ³	= 1000 kg/m ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 1650 kg/m ³
Grafitasi bumi (g)	= 9,81 m/s
Kecepatan jatuh (ω)	= 0,2720 m/s
Viskositas kinematis (ν)	= 1x10 ⁻⁶ m ² /s
d_{65}	= 0,66 mm = 0,00066 m
C_a	= 1x10 ⁻⁷

Pendekatan Lane and Kalinske

$$q_{sw} = q Ca P_L \exp\left(\frac{15\omega a}{U_* D}\right)$$

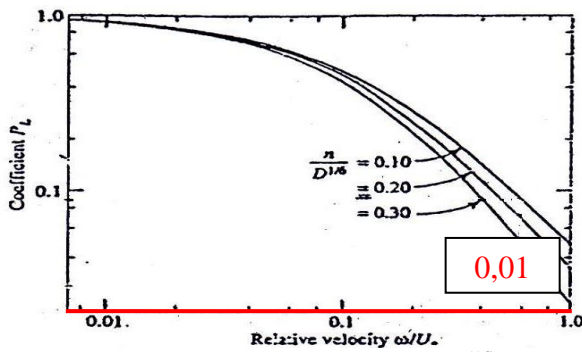
$$U_* = \sqrt{g \cdot D \cdot S_o} = \sqrt{9,81 \cdot (1,08) \cdot (0,0011)} = 0,108 \text{ m/s}$$

$$\frac{a}{D} = 0,05, \quad a = D \times 0,05 = 1,08 \times 0,05 = 0,054 \text{ m}$$

$$\exp\left(\frac{15\omega a}{U_* D}\right) = \exp\left[\frac{(15)(0,272)(0,054)}{(0,108)(1,08)}\right] = 6,612$$

$$\frac{n}{D^{1/6}} = \frac{0,01741}{(1,08)^{1/6}} = 0,017, \quad \frac{\omega}{U_*} = 2,52$$

Untuk mencari nilai PL dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8: Grafik Hubungan antara PL dan $\frac{\omega a}{U_*}$ STA 1
 Dari gambar grafik 8 Hubungan antara P_L dan $\frac{\omega}{U_*}$ (Lane and Kalinske, 1941) didapat nilai $P_L = 0,01$

$$q_{sw} = q Ca P_L \exp\left(\frac{15\omega a}{U_* D}\right)$$

$$q_{sw} = (19,080) \times (1000) \times (1 \times 10^{-7}) \times (0,01) \times (6,612) = 1,26 \times 10^{-4} \text{ (kg/s) /m}$$

Pendekatan Einstein

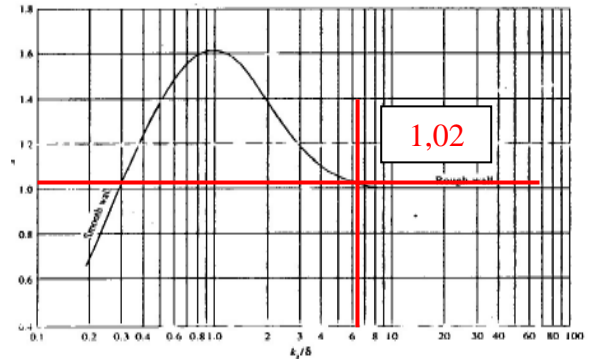
$$q_{sw} = 11,6 U_* C_a a \left[\left(2,303 \log \frac{30,2D}{\Delta} \right) I_1 + I_2 \right]$$

$$a = 2 \cdot d_{65} = 2(0,66) = 1,32 \text{ mm} = 0,00132 \text{ m}$$

$$U_*' = U_* = \sqrt{g \cdot D \cdot S_o} = \sqrt{9,81 \cdot (1,08) \cdot (0,0011)} = 0,108 \text{ m/s}$$

$$\frac{k_s}{\delta} = \frac{U_*' \cdot d_{65}}{11,6 \nu} = \frac{(0,108)(0,00066)}{(11,6)(1 \times 10^{-6})} = 6,145$$

Untuk mencari nilai x dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini :



Gambar 9. Grafik Hub antara $\frac{k_s}{\delta}$ dan x STA 1
 Dari gambar grafik 9 hubungan antara $\frac{k_s}{\delta}$ dan x didapat nilai $x = 1,02$

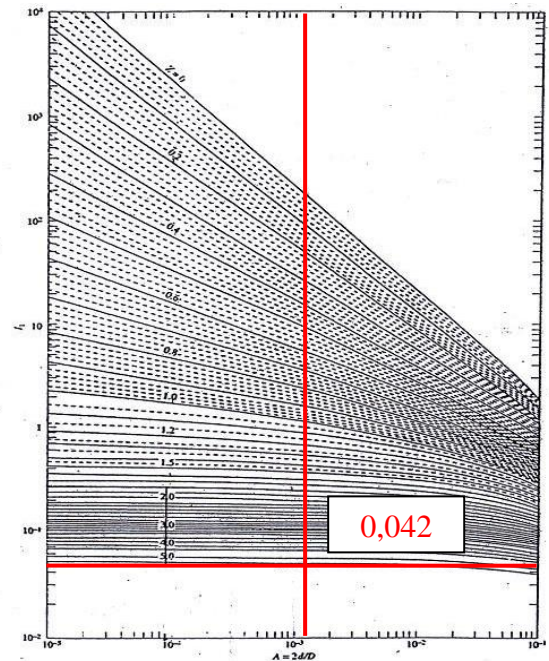
$$\Delta = \frac{k_s}{x} = \frac{d_{65}}{x} = \left(\frac{0,00066}{1,02} \right) = 0,000647$$

Asumsikan $d = d_{65}$,

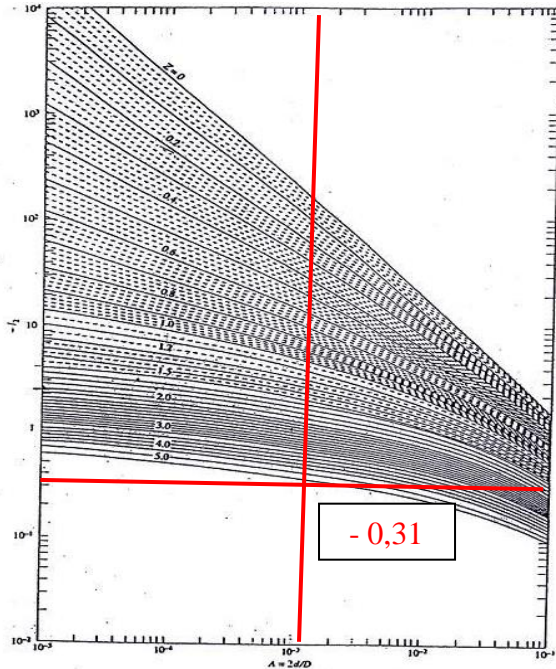
$$A = \frac{2d}{D} = \frac{0,00132}{1,08} = 1,22 \times 10^{-3}$$

$$Z = \frac{\omega}{0,4 U_*'} = \frac{0,272}{0,4 (0,108)} = 6,30$$

Untuk mencari nilai I_1 dan I_2 dapat dilihat pada gambar 10 dan 11 dibawah ini :



Gambar 10 : Grafik Hubungan antara I_1 dan A STA 1
 Dari gambar grafik 10 hubungan antara I_1 dan A dengan $Z = 6,30$ dan $A = 1,22 \times 10^{-3}$ didapat nilai $I_1 = 0,042$



Gambar 11 : Grafik Hubungan antara I_2 dan A STA 1
 Dari gambar grafik 11 hubungan antara I_2 dan A didapat nilai $I_2 = -0,31$

$$q_{sw} = 11,6 U' C_a a \left[\left(2,303 \log \frac{30,2D}{d} \right) I_1 + I_2 \right]$$

$$= 11,6 (0,108) (1 \times 10^{-7}) (1000) (0,00132)$$

$$\times \left\{ \left[2,303 \log \frac{30,2(1,08)}{0,00066} \right] (0,042) - 0,31 \right\}$$

$$= 2,394 \times 10^{-8} \text{ (kg/s) / m}$$

Pendekatan Chang, Simons, and Richardson

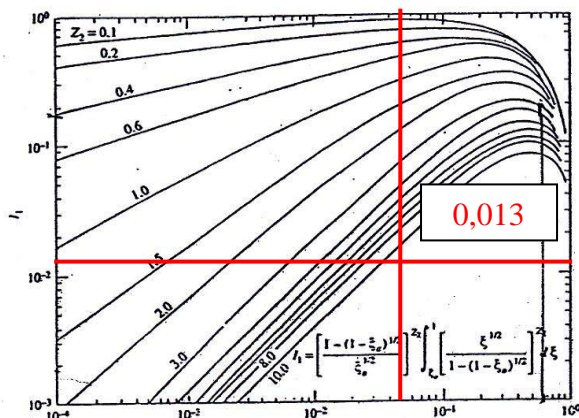
$$q_{sw} = \gamma D C_a \left(V I_1 - \frac{2U^*}{k} I_2 \right)$$

$$\frac{a}{D} = 0,05, \quad a = D \times 0,05 = 1,08 \times 0,05 = 0,054 \text{ m}$$

$$\xi_a = \frac{a}{D} = \frac{0,054}{1,08} = 0,05$$

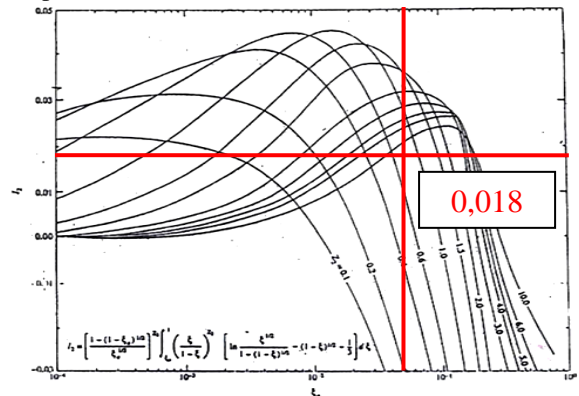
$$Z_2 = \frac{2\omega}{\beta U^* k} = \frac{2(0,272)}{(1)(0,108)(0,4)} = 12,59$$

Untuk mencari nilai I_1 dan I_2 dapat dilihat dari gambar 12 dan 13 dibawah ini:



Gambar 12 : Grafik Hubungan antara ξ_a dan I_1 STA1

Dari gambar grafik 12 hubungan antara ξ_a dan I_1 didapat nilai $I_1 = 0,013$



Gambar 13 : Grafik Hubungan antara ξ_a dan I_2 STA1

Dari gambar grafik 13 hubungan antara ξ_a dan I_2 didapat nilai $I_2 = 0,018$

$$q_{sw} = \gamma D C_a \left(V I_1 - \frac{2U^*}{k} I_2 \right)$$

$$q_{sw} = (1000) (1,08) (1 \times 10^{-7}) \left[(0,453)(0,013) - \frac{2(0,108)(0,018)}{0,4} \right]$$

$$q_{sw} = -4,12 \times 10^{-6} \text{ (kg/s) / m}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dengan menggunakan metode dan cara yang sama seperti perhitungan diatas akan disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi yang ada dibawah ini :

Tabel 3. Rekapitulasi Debit Sedimen Layang (Suspended Load)

Lokasi	Q_{ukur} (m ³ /s)	Lane and Kalinske (kg/s/m)	Einstein (kg/s/m)	Chang, Simons and Richardson (kg/s/m)
Titik 1	19,080	$0,126 \times 10^{-4}$	$2,394 \times 10^{-8}$	$-4,12 \times 10^{-6}$
Titik 2	115,090	$2,2 \times 10^{-3}$	$4,44 \times 10^{-7}$	$-9,5 \times 10^{-6}$
Titik 3	1266,88	$9,66 \times 10^{-2}$	$6,8 \times 10^{-6}$	$1,67 \times 10^{-4}$
Titik 4	1015,31	$9,94 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-7}$	$-8,3 \times 10^{-6}$
Titik 5	1300,78	$2,61 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-7}$	$-1,9 \times 10^{-5}$
Titik 6	1437,54	0,2938	$2,36 \times 10^{-3}$	$7,01 \times 10^{-4}$
Titik 7	2455,21	0,1021	$6,4 \times 10^{-7}$	$-1,1 \times 10^{-6}$
Rata-rata Detik		$8,86 \times 10^{-2}$	$3,38 \times 10^{-4}$	$1,18 \times 10^{-4}$
Rata-rata Detik		7656,865	29,236	10,190

Dari tabel 3 menjelaskan bahwa debit angkutan sedimen layang terbesar terjadi pada stasiun 6 dengan

nilai yang didapat dari metode *Lane and Kalinske* sebesar 0,2938 (kg/s)/m, dengan menggunakan metode *Einstein* sebesar $2,36 \times 10^{-3}$ (kg/s)/m dan dengan metode *Chang, Simons and Richardson* sebesar $7,01 \times 10^{-4}$ (kg/s)/m. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai kecepatan jatuh titik ini dengan nilai 0,0202 m/s, koefisien manning dengan nilai 0,01608 serta kemiringan saluran dengan nilai 0,00063. Dari tabel diatas dapat dilihat juga bahwa debit angkutan sedimen terendah menggunakan persamaan *Chang, Simons and Richardson* dengan nilai $1,18 \times 10^{-4}$ (kg/s)/m.

Penelitian sejenis juga pernah dilakukan pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi – Banyuasin yang bertujuan menghitung besarnya sedimen layang yang terjadi di Muara Sungai Lilin dengan hasil perhitungan untuk debit sedimen melayang (q_{sw}) pada potongan 1 (STA 0) dengan persamaan *Lane* dan *Kalinske* adalah 0,0107 (kg/s)/m, dengan persamaan *Einstein* adalah 0,00457 (kg/s)/m, dan dengan persamaan *Chang, Simons dan Richardson* adalah 0,000519 (kg/s)/m. Sedangkan pada potongan ke 5 (STA 4) hasil yang diperoleh dari persamaan *Lane* dan *Kalinske* adalah 0,0102 (kg/s)/m, dengan persamaan *Einstein* adalah 0,00679 (kg/s)/m, dan dengan persamaan dari *Chang, Simons dan Richardson* nilainya adalah 0,000696 (kg/s)/m. Tetapi pada penelitian yang dilakukan di Muara Sungai Lilin ini lebih sesuai menggunakan rumus *Chang, Simons and Richardson*. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Estuari Kuala Langsa yang lebih sesuai menggunakan metode *Einstein* dikarenakan nilai yang dihasilkan sesuai dengan morfologi Estuari Kuala Langsa.

4. PENUTUP

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari nilai rata – rata harian debit angkutan sedimen menggunakan metode *Lane and Kalinske* menghasilkan nilai debit yang tinggi yaitu 7656,865 (kg/hari)/m.
2. Persamaan *Chang, Simons and Richardson* menghasilkan nilai negatif pada beberapa STA yang artinya tidak terjadi proses sedimentasi pada saluran tersebut. Oleh karena itu persamaan ini tidak dapat digunakan pada penelitian di estuari Kuala Langsa.
3. Nilai rata – rata harian debit angkutan sedimen menggunakan metode *Einstein* menghasilkan nilai 29,236 (kg/hari)/m. Persamaan ini tidak menghasilkan nilai negatif tetapi tidak dapat digunakan di Estuari Kuala Langsa karena menghasilkan nilai yang cukup rendah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G., 2002. *Ekosistem dan Sumber Daya Pesisir dan Laut serta Pengelolaan Terpadu dan Berkelanjutan*. Makalah Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu. PKSSPL – IPB. Bogor.
- Lintasadjeh., 2017. *Akibat Perairan Dangkal, Kapal Rumah Sakit TNI AL Tidak Bersandar di Pelabuhan Kuala Langsa*. [diunduh 2017 Des 10]. Tersedia pada: <http://www.lintasadjeh.com/2017/12/akibat-perairan-dangkal-kapal-rumah-sakit-tni-al-tidak-bersandar-di-pelabuhan-kuala-langsa.html?m=1>
- Wentworth, C.J., 1922. *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediment*. Journal of Geology, Vol. XXX: 377-392.
- Yang, C.T., 1996, *Sediment Transport Theory and Practice*, McGraw – Hill, Singapore.