



PREDIKSI TOTAL SEDIMEN PADA PELABUHAN TANJUNG API-API UNTUK Pengerukan

Reni Andayani^{1*}, Zuul Fitriana Umari²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti

*Corresponding Author , Email: reni_andayani@univ-tridinanti.ac.id

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Api-api berada di muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin berbatasan dengan Selat Bangka dan memiliki luas lahan 8 (delapan) hektar. Pelabuhan Tanjung Api-Api merupakan pelabuhan regional yang menghubungkan Provinsi Sumatera Selatan dengan Provinsi Bangka Belitung yaitu dengan Pelabuhan Tanjung Kalian Bangka. Pelabuhan Tanjung Api-api yang berada di muara sungai dan tidak memiliki breakwater menyebabkan tingginya sedimentasi yang terlihat jelas pada dermaga dan kolam putar. Hal ini menyebabkan terjadinya kesulitan kapal untuk melakukan manuver dan waktu kapal untuk bersandar juga menjadi tidak efisien. Pelabuhan Tanjung Api-api juga belum melakukan pengerukan, terutama karena tidak diketahui secara pasti jumlah atau total sedimen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui total sedimen berupa kadar suspended load (sedimen layang) dan bed load (sedimen dasar) di Pelabuhan Tanjung Api-api dengan metode Frijlink. Hasil penelitian yang dilakukan dengan pengambilan sampel suspended load (sedimen layang) pada permukaan, didapatkan kadar sedimen layang sebesar $1,157 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{det}$. Sampel bed load (sedimen dasar) diambil pada kedalaman 2,5 meter, kemudian dilakukan analisis laboratorium untuk mendapatkan berat jenis dan diameter lolos butir. Dari perhitungan dengan Metode Frijlink didapatkan debit sedimen dasar dan total sedimen sebesar $0,00156 \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan volume timbunan dalam setahun sebesar $140.799.854 \text{ m}^3$ (bulk).

Kata Kunci : Pelabuhan; Suspended Load; Bed Load

ABSTRACT

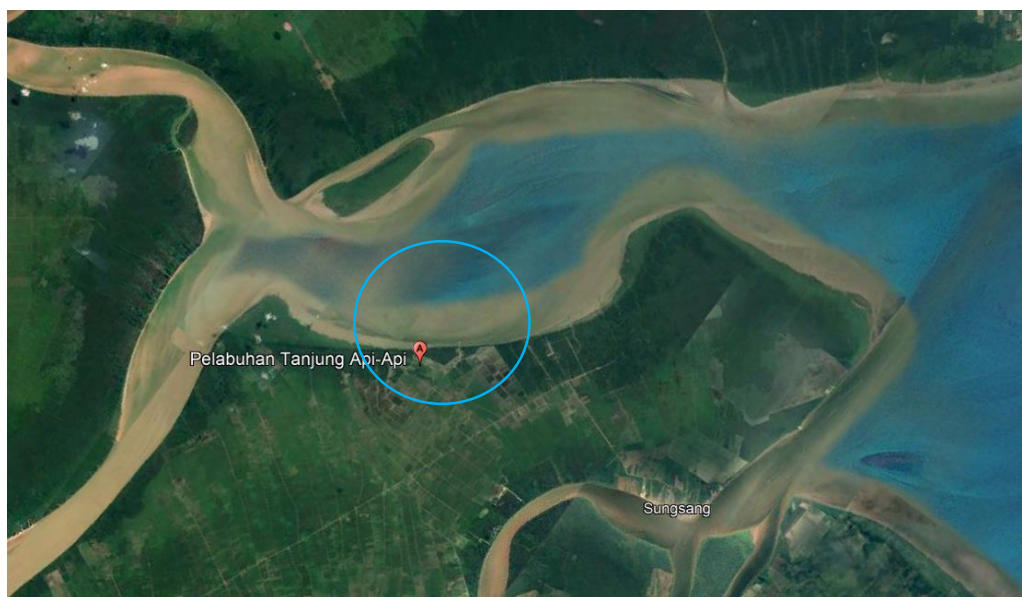
Tanjung Api-api Port is located at the mouth of the Musi River, Kabupaten Banyuasin , borders the Bangka Strait and has a land area of 8 (eight) hectares. Tanjung Api-Api Port is a regional port that connects South Sumatra Province with Bangka Belitung Province, namely the Tanjung Kalian Bangka Port. Tanjung Api-api Port, which is at the mouth of a river and does not have a breakwater, causes high sedimentation which is clearly visible on the wharf and turning basin. This causes difficulties for the ship to maneuver and the time for the ship to dock also becomes inefficient. Tanjung Api-api Port also has not carried out dredging, mainly because the amount or total sediment is not known with certainty. The purpose of this study was to determine total sediment levels in the form of suspended load and bed load at Tanjung Api-api Port using the Frijlink method. The results of research conducted by taking suspended load samples on the surface, obtained elevated sediment levels of $1,157 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{sec}$. The bed load samples were taken at a depth of 2.5 meters, then laboratory analysis was carried out to obtain the specific gravity and diameter of the passing grains. From calculations using the Frijlink method, the bed load discharge and total sediment are $0.00156 \text{ m}^3/\text{s/m}$ and landfill volume in a year is $140,799,854 \text{ m}^3$ (bulk).

Keywords : Port; Suspended Load; Bed Load

PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Api-api berada di muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin berbatasan dengan Selat Bangka terletak pada koordinat -2,3733995 LS, 104,8062186 LT. Pelabuhan Tanjung Api-Api merupakan pelabuhan regional yang menghubungkan Provinsi

Sumatera Selatan dengan Provinsi Bangka Belitung yaitu dengan Pelabuhan Tanjung Kalian Bangka. Pelabuhan Tanjung Api-api menempati lahan seluas 8 hektar.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pelabuhan Tanjung Api-api yang berada di muara Sungai Musi dan tidak memiliki *breakwater* menyebabkan tingginya sedimentasi yang terlihat jelas pada dermaga dan kolam putar. Sungai Musi memiliki lebar rata-rata 504 meter dan lebar 1.350 meter pada Pulau Kemaro (Putri & Hermawati, 2022). Hal ini menyebabkan terjadinya kesulitan kapal untuk melakukan manuver dan waktu kapal untuk bersandar juga menjadi tidak efisien. Pelabuhan Tanjung Api-api juga belum melakukan pengerukan, terutama karena tidak diketahui secara pasti jumlah atau total sedimen. Kerugian terbesar dari pendangkalan tersebut adalah banjir dan terhambatnya lalu lintas kapal pada saat air surut (Andayani & Umari, 2020).

Asdak (2010), pergerakan sedimen saat memasuki penampang sungai disebut angkutan sedimen. Prediksi total sedimen dapat diperoleh dengan mengetahui kadar *suspended load* dan melakukan perhitungan empiris *bed load* yang kemudian dijumlahkan. Muatan layang (*suspended load*) yaitu partikel yang bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus menerus melayang bersama aliran (Diarsari, 2014), sementara sedimen dasar (*bed load*) merupakan partikel kasar yang bergerak sepanjang sungai (Andayani & Yulianti, 2019). Kecepatan aliran air merupakan faktor utama yang berpengaruh dengan daya tampung angkutan sedimen dan pergerakan sedimen (Kamarudin, et al, 2017). Kondisi muara Sungai Musi yang merupakan lokasi Pelabuhan Tanjung Api-api merupakan sungai yang memiliki ketersediaan debit sepanjang tahun termasuk pada musim kemarau. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui total sedimen di Pelabuhan Tanjung Api-api dan volume timbunan.

Pada penelitian sebelumnya, peneliti hanya meneliti *bed load* di muara Sungai Ogan, namun dalam penelitian ini peneliti mengukur kadar *suspended load* di Pelabuhan Tanjung Api-api dengan metode Frijlink. Dasar metode Frijlink adalah rumus atau persamaan untuk mengetahui nilai dari sedimen dasar dalam menghitung konfigurasi dasar sungai tertentu (Ikhsan & Windamukti, 2021). Proses sedimentasi ini dapat merubah stabilitas dasar sungai

sehingga akan mempengaruhi kondisi morfologi sungai [Sumampouw et al, 2022]. Proses sedimentasi pada sungai meliputi proses erosi, pengangkutan, pengendapan, dan pemadatan dari sedimen itu sendiri (Makawimbang, et al, 2022). Selain itu pada penelitian ini peneliti juga mengukur kecepatan arus sungai menggunakan *current meter* dan tidak menggunakan analisis curah hujan untuk mendapatkan debit sungai.

METODE PENELITIAN

Tahap awal dari penelitian ini adalah melakukan studi literatur berupa membaca sebanyak mungkin hasil penelitian yang berkaitan dengan pelabuhan dan sedimentasi. Setelah didapat rujukan langkah selanjutnya adalah dilakukan presurvey di lokasi penelitian yang berada di Pelabuhan Tanjung Api-api. Tahapan presurvey atau survey pendahuluan ini sangat penting, terutama untuk menentukan lokasi pengambilan sampel *suspended load* dan *bed load*. Pada penelitian ini terdapat 2 macam data yang akan diambil.

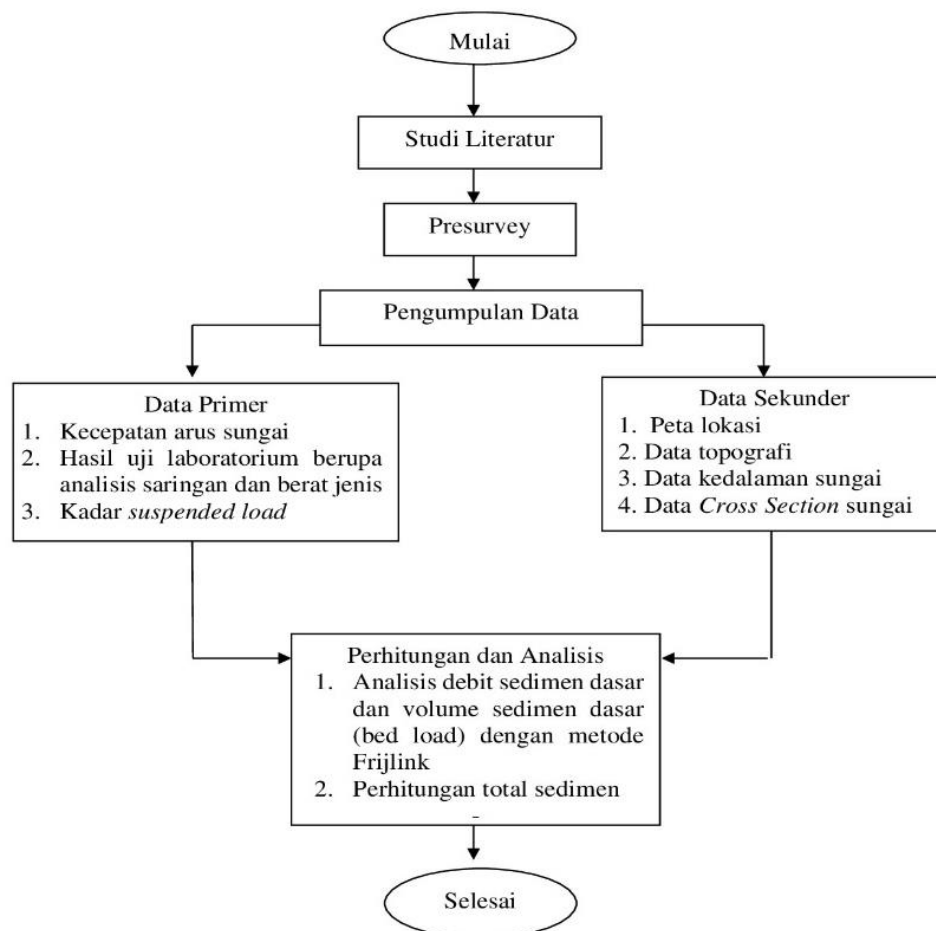
1. Data Primer, berupa
 - a. Data kecepatan arus sungai. Data ini didapat dengan menggunakan alat *current meter* yang diambil langsung di lokasi penelitian.
 - b. Data hasil uji laboratorium sampel *bed load* yang diambil dengan alat *water sampler*. Sampel yang didapat kemudian dilakukan pengeringan menggunakan sinar matahari dan oven, yang selanjutnya dilakukan uji analisis saringan sesuai diameter yang dirujuk pada metode Frijlink dan perhitungan berat jenis.
 - c. Hasil kadar sampel *suspended load*. Sampel *suspended load* diambil pada arus permukaan yang kemudian dilakukan pengendapan sehingga dapat terukur.
2. Data Sekunder, berupa peta lokasi data topografi, data kedalaman sungai dan data cross section yang didapat dari
 - a. Peta lokasi, didapat dari analisis menggunakan google earth.
 - b. Data topografi, data kedalaman sungai dan data cross section didapat dari Unit Pelaksana Teknis dan Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP).

Uji laboratorium akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tridinanti. Pengujian yang dilakukan berupa uji saringan untuk mendapatkan diameter nominal, uji berat jenis sedimen dan uji kadar *suspended load*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa *current meter*, *water sampler*, *oven*, alat analisis saringan, vibrator, picnometer dan gelas ukur. Penelitian di laboratorium dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Pengeringan air yang berisi sedimen dasar dilakukan sampai mendekati kelembapan atau kurang lebih selama 1 minggu dengan sinar matahari dan selanjutnya dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam agar didapatkan kering yang maksimal.
2. Sampel air permukaan yang berisi sedimen layang dimasukkan ke dalam kelas ukur 1000 ml, diukur pengendapan dan dilakukan pencatatan waktu endap.
3. Gerus sampel sedimen dasar agar tidak ada yang menggumpal saat dilakukan proses analisis saringan.
4. Sieve analisis atau analisis saringan dengan penggetar selama 10 menit, menggunakan saringan dengan nomor 4,8,16,30,50, 100,200 dan pan.

5. Pemeriksaan masing-masing saringan untuk melihatkan sampel sedimen yang tertahan di masing-masing saringan.
6. Penimbangan dan pencatatan nomor saringannya agar diketahui sedimen yang lolos setelah dilakukan penyaringan.
7. Perhitungan berat jenis, dengan penimbangan berat cawan, cawan+ tanah kering, berat labu+ air.

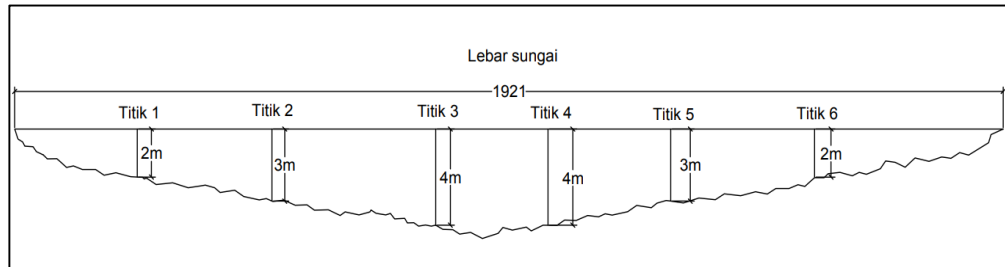
Setelah didapatkan hasil uji laboratorium, selanjutnya dilakukan analisis dan perhitungan. Pada perhitungan *bed load* dilakukan perhitungan berupa debit sedimen dasar dan volume sedimen dasar yang menggunakan data sekunder dan data primer. Misalnya data topografi yang diperlukan untuk menghitung kemiringan garis energi. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Frijlink, yang direkomendasikan berbagai penelitian mengenai sedimentasi selain metode Meyer Peter Muller yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Untuk analisis *suspended load*, dilakukan pengendapan hingga mendapatkan hasil yang dapat diukur dengan satuan yang kemudian dikonversi sehingga dapat dilakukan penjumlahan dengan *bed load*. Hasil dari perhitungan didapat total sedimen per tahun yang dapat dijadikan nilai rujukan dalam pengerukan sedimentasi. Bagan alir dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di wilayah Pelabuhan Tanjung Api-api pada yaitu pada wilayah muara Sungai Musi. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada kolam pelabuhan yang memiliki kedalaman 2 hingga 4 meter. Sebelum dilakukan pengambilan sampel, maka dilakukan pengukuran kedalaman dengan menggunakan bandul dan dibuat penggambaran *cross section* seperti pada gambar 1.



Gambar 3. Kedalaman Kolam Putar Tanjung Api-api Wilayah Muara Sungai Musi

Dari gambar 1 didapat kedalaman rata rata yaitu 3 meter. Perhitungan kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan alat *current meter* dan didapatkan hasil kecepatan rata-rata sebesar 0,4 m/det.

1. Sedimen layang (*Suspended Load*)

Muatan sedimen layang merupakan partikel yang terus bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus melayang bersama aliran dengan ukuran partikel lebih kecil dari 0,1 mm. Sampel air yang mengandung *suspended load* diambil di bagian permukaan dimana sedimen masih mengikuti arus. Sampel sedimen kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur, dicatat waktunya. Setelah 24 jam endapan yang telah terjadi kemudian diukur, termasuk sisa air yang belum terjadi penguapan pada gelas ukur.



Gambar 4. Sampel Sedimen Layang (*Suspended Load*)

Dari hasil pengendapan selama 1 hari (24 jam) didapat kadar sedimen layang sebesar $1,157 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{det}$.

2. Analisis Sedimen Dasar (Bed Load)

Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan pada kedalaman 2,5 meter, dengan asumsi sedimen masih bergerak, menggelinding, melompat dan belum mengendap sehingga masih bisa ditangkap dengan alat *water sampler*.



Gambar 5. Pengambilan Sampel Sedimen Dasar (*Bed Load*)

Air yang berisi sedimen dasar diletakkan pada pan dan dilakukan pengeringan alami menggunakan sinar matahari.



Gambar 6. Pengeringan Sampel Sedimen Dasar

Setelah terdapat penyusutan, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 110°C .



Gambar 7. Pengeringan Sampel Sedimen Dasar dengan Oven

Hasilnya kemudian digerus, dilakukan pemanasan menggunakan picnometer untuk dihitung berat jenis dan dilakukan analisis saringan.



Gambar 8. Proses Perhitungan Berat Jenis Sedimen Dasar

4. Analisis Berat Jenis Sedimen

Sampel sedimen dasar diambil di bagian sungai dengan kedalaman 3 meter yang berlokasi di Pelabuhan Tanjung Api-Api

Tabel 1. Perhitungan Berat Jenis Sedimen

No	Simbol	Berat	Satuan	Keterangan
1	W1	24,1	gr	Berat Labu
2	W2	67,1	gr	Berat Labu +Sedimen
3	W3	145,7	gr	Berat Labu+Air+Sedimen
4	W4	123,9	gr	Berat Labu+Air
5	W5	43	gr	Berat Kering
6	γ_s	2,028302		Berat Jenis

$$\gamma_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) + (W_4 - W_3)}$$

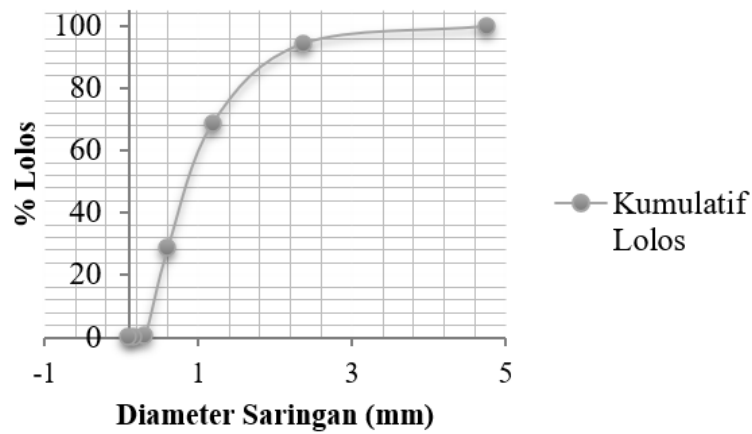
$$\gamma_s = \frac{67,1 - 24,1}{(67,1 - 24,1) + (123,9 - 145,7)}$$

$$\gamma_s = 2,03$$

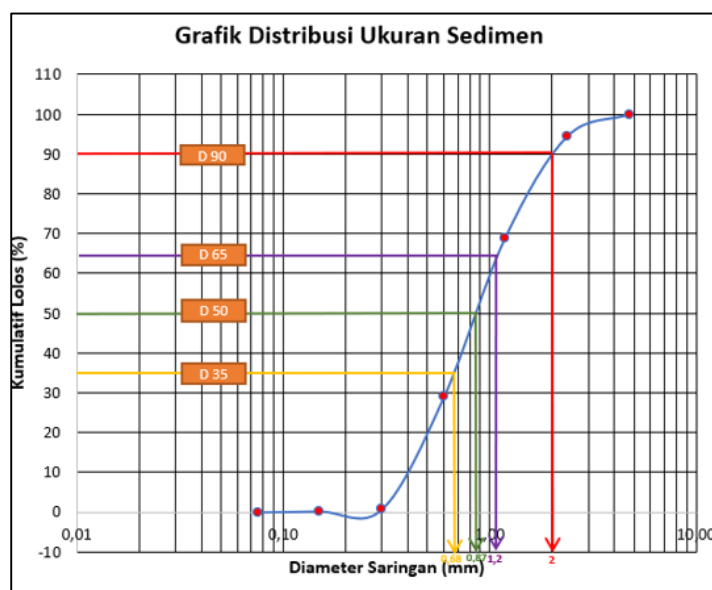
Selanjutnya dilakukan uji analisis saringan (sieve analysis) menggunakan saringan no 4,8,16,30, 50,100, 200 dan pan untuk setiap lokasi pengambilan sampel.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Sedimen Tanjung api-api

No	Diameter Saringan (mm)	Agregat Tertinggal		Jumlah Agregat Tertinggal (Gram)	% Kumulatif	
		Gram	%		Tertinggal	Lolos
4	4,75	0	0	0	0	100
	2,36	2,4	5,5	2,4	5,58	94,42
	1,18	11	25,6	13,4	31,16	68,84
30	0,6	17,1	39,8	30,5	70,9	29,07
50	0,3	12,2	28,4	42,7	99,3	0,70
100	0,15	0,2	0,5	42,9	99,8	0,23
200	0,075	0	0,0	42,9	99,8	0,23
	Pan	0,1	0,2	43	100,0	0,00
Jumlah		43,0	100,0			



Gambar 9. Kurva Kumulatif Lolos Butir



Gambar 10. Plotting Nilai D Pada Kurva Kumulatif Lolos Butir

Dari hasil plotting didapatkan nilai :

$$D_{90} = 2$$

$$D_{65} = 1,2$$

$$D_{50} = 0,87$$

$$D_{35} = 0,68$$

Setelah di dapat hasil perhitungan dari analisis laboratorium yang dibutuhkan, selanjutnya menghitung parameter pendukung lainnya, yang diperlukan untuk menghitung debit sedimen dasar dan volume sedimen dasar menggunakan Metode Frijlink.

- a. Lebar sungai = 1921 m
- b. Kecepatan aliran = 0,4 m/det
- c. Kedalaman Sungai (h) rata-rata = 3 m
- d. Berat Jenis Sedimen = 2,03
- e. Rapat massa butiran = 2030 kg/m³
- f. Rapat massa air tawar = 1000 kg/m³
- g. Gravitasi (g) = 9,81 m² /dtk
- h. Kemiringan dasar sungai : 0,000025
- i. Luas penampang = 5763 m²
- j. Keliling penampang basah = 1927 m
- k. Radius Hidraulik = 3 m

Nilai Kekasaran Butiran (K_s) :

$$K_s = \frac{V}{R^{2/3} \chi I^{1/2}}$$

$$K_s = 38,46$$

Koefisien akibat kekasaran butiran (K's)

$$D_{90} = 2 \text{ (diambil nilai terbesar)}$$

$$D_{50} = 0,87 \text{ (diambil nilai terbesar)}$$

$$K's = \frac{26}{D_{90}^{1/6}} = 73,25$$

$$\text{Ripple factor } (\mu) = (K_s/K's)^{3/2} = 0,38$$

Setelah perhitungan parameter-parameter diatas, kemudian dilakukan perhitungan debit sedimen dasar dengan Metode frijlink :

$$q_b = 5 \exp(-0,27 \Psi^*) d_{50} \sqrt{g \cdot \mu \cdot R \cdot I}$$

$$S_s = p_s/p_w = 2,03$$

$$\Psi^* = (S_s - 1) d_{50} / \mu \cdot R \cdot I = 28,07$$

$$\text{Maka } q_b = 0,00156 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$\begin{aligned}\text{Total sedimen} &= \text{sedimen layang} + \text{sedimen dasar} \\ &= 0,00156 \text{ m}^3/\text{s} + 1,157 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{det.} \\ &= 0,00156 \text{ m}^3/\text{s/m}\end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas sedimen untuk seluruh lebar saluran} = 0,00156 \text{ m}^3/\text{s} \times 1921\text{m} = 2,9965 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (solid)}$$

Volume timbunan dalam setahun :

$$\begin{aligned}Q_{sb}(1+v.r) &= 2,9965 \times 365 \times 24 \times 3600 \times (1+0,49) \\ &= 140.799.854 \text{ m}^3 \text{ (bulk)}\end{aligned}$$

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan pengambilan sampel suspended load (sedimen layang) pada permukaan, didapatkan kadar sedimen layang sebesar $1,157 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3/\text{det}$. Sampel bed load (sedimen dasar) diambil pada kedalaman 2,5 meter, kemudian dilakukan analisis laboratorium untuk mendapatkan berat jenis dan diameter lolos butir. Dari perhitungan dengan Metode Frijlink didapatkan debit sedimen dasar dan total sedimen sebesar $0,00156 \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan volume timbunan dalam setahun sebesar $140.799.854 \text{ m}^3$ (bulk).

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R., & Umari, Z. F. (2020). *Muatan Sedimen Dasar (Bed Load) pada Muara Sungai Sekanak Kota Palembang*. Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil, 6(3), 133-143.
- Andayani, R., & Yulianti, D. (2019). *Analisis debit muatan sedimen dasar pada muara Sungai Ogan*. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7(1).
- Asdak C (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Diansari, R. (2014). *Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Suspended Load) Pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi banyuasin*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(2), 225-231.
- Ikhsan, J., & Windamukti, P. (2021, February). *Study of Bed Load Transport in Code River*. In 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020) (pp. 102-107). Atlantis Press.
- Kamarudin, M. K. A., Toriman, M. E., Wahab, N. A., Rosli, H., Ata, F. M., & Faudzi, M. M. (2017). *Sedimentation study on upstream reach of selected rivers in Pahang River Basin, Malaysia*. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 7(1), 35-41.
- Makawimbang, A. F., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2022). *Analisis Pengaruh Transpor Sedimen Terhadap Stabilitas Morfologi Sungai Sario*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 12(2), 151-166.

Putri, Y. E., & Hermawati, H. (2022). *Penggunaan Program Hec-Ras Dalam Pengendalian Banjir Sungai*. Jurnal Deformasi, 7(2), 117-126..

Sumampouw, C. Y., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2022). *Analisis Prediksi Erosi Dan Sedimentasi Sungai Tikala Segmen Jembatan Gantung Banjer-Jembatan Miangas*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 12(2), 113-126.



*Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*