

## Prediksi Transport Sedimen di Perairan Teluk Tahuna Kabupaten Kepulauan Sangihe

Eunike Irene Kumaseh<sup>1\*</sup>, Yuliana Varala Tatontos<sup>2</sup>, Costantein Imanuel Sarapil<sup>3</sup>

Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Jurusan Perikanan dan Kebaharian,  
Politeknik Negeri Nusa Utara

Jl. Kesehatan No. 1, Kecamatan Tahuna, Kabupaten Kepulauan Sangihe,  
Sulawesi Utara 95812 Indonesia

\*Corresponding author, e-mail : eunikeirene89@gmail.com<sup>1</sup>

**ABSTRAK:** Secara geografis, Teluk Tahuna diapit oleh 2 muara sungai yaitu Muara Sungai Tidore, yang dekat dengan Pelabuhan Nusantara Tahuna, dan Muara Sungai Towo'e. Hal ini memungkinkan terjadinya sedimentasi. Sehingga, perlu diketahui besarnya angkutan sedimen yang terjadi di perairan Teluk Tahuna. Metode penelitian yang digunakan yaitu membandingkan metode Engelund-Hansen dengan hasil pengukuran di lapangan. Pengambilan sedimen menggunakan sediment trap dan diukur selama 2 minggu sekali sebanyak 5 kali. Sedimen dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah untuk memperoleh ukuran diameter sedimen. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun, Stasiun 1 dekat muara sungai Tidore, Stasiun 2 pada bagian tengah perairan, dan Stasiun 3 dekat muara sungai Towo'e. Hasil prediksi transport sedimen di Perairan Teluk Tahuna dengan metode Engelund-Hansen yaitu pada Stasiun 1  $q_T = 0,00000291 \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{s)}$ , Stasiun 2  $q_T = 0,00000697 \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{s)}$ , dan Stasiun 3  $q_T = 0,00000789 \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{s)}$ . Perhitungan transport sedimen yang paling tinggi adalah di Stasiun 3. Pengukuran laju sedimentasi yaitu pada Stasiun 1 sebesar  $0,0000029 \text{ m}^3/\text{hari}$ , Stasiun 2 sebesar  $0,0000053 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan pada Stasiun 3 sebesar  $0,0000072 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Rata-rata hasil pengukuran yang paling tinggi juga ada di Stasiun 3, yaitu dekat Muara Sungai Towo'e. Hasil prediksi Metode Engelund-Hansen hampir sama dengan hasil pengukuran laju sedimen di lapangan. Jadi, Metode Engelund-Hansen cocok digunakan untuk memprediksi transport sedimen di Perairan Teluk Tahuna.

**Kata kunci:** transpor sedimen; laju sedimen; Teluk Tahuna.

### *Sediment Transport Prediction in Tahuna Bay Sangihe Regency*

**ABSTRACT:** Geographically, Tahuna Bay has 2 river mouths, the Tidore river mouth, which is close to the Tahuna Harbor, and Towo'e river mouth. This allows sedimentation. So, it is necessary to know the calculation of sediment transport. The research method is comparing the Engelund-Hansen method with the results of measurements. Sediment rate measured by sediment trap and once in 2 weeks for 5 times. Sediments were taken to the Soil Mechanics Laboratory. The location was divided into 3 stations. The results of prediction of sediment transport in Tahuna Bay with the Engelund-Hansen method are Station 1  $q_T = 0,00000291 \text{ (m}^3 / \text{m}^2\text{s)}$ , Station 2  $q_T = 0,00000697 \text{ (m}^3 / \text{m}^2\text{s)}$ , and Station 3  $q_T = 0,00000789 \text{ (m}^3 / \text{m}^2\text{s)}$ . The highest calculation of sediment transport is at Station 3. The average measurement of sedimentation rate at Station 1 of  $0,0000029 \text{ m}^3 / \text{day}$ , Station 2 of  $0,0000053 \text{ m}^3 / \text{day}$  and at Station 3 is  $0,0000072 \text{ m}^3 / \text{day}$ . The highest average measurement results are also at Station 3, which is near the Towo'e River Estuary. The predicted results of the Engelund-Hansen Method are almost the same as those of the sediment rate measurements in the field. Engelund-Hansen Method can be use to predict the sediment transport in Tahuna bay.

**Keywords:** sediment transport; sediment rate; Tahuna bay;

### PENDAHULUAN

Transportasi sedimen merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi permasalahan di pelabuhan, bangunan pantai seperti bangunan pemecah gelombang (Romdania, 2010).

Sedimentasi dan erosi pada suatu pantai bergantung pada besarnya jumlah transpor sedimen (Yudowaty, Atmodjo, & Wulandari, 2013), sedimen yang masuk dan meninggalkan pantai (Sadono, Satriadi, & Helmi, 2014). Dinamika sedimen dalam suatu lingkungan merupakan manajemen yang benar dan penting dalam kegiatan mitigasi wilayah pesisir (Rahmawan, *et al.*, 2020). Prediksi laju transportasi sedimen merupakan hal terpenting dalam studi morfologi pantai dan lingkungan laut (Rahman dan Suntoyo, 2012).

Kabupaten Kepulauan Sangihe merupakan bagian integral dari Propinsi Sulawesi Utara dengan ibukota Tahuna, jarak sekitar 142 mil Laut dari Ibukota Propinsi Sulawesi Utara, Manado, terletak antara 20 4' 13" – 40 44' 22" Lintang Utara dan 1250 9' 28" – 1250 56' 57" Bujur Timur, berada diantara Pulau Sulawesi dan Mindanao (Republik Philipina), sehingga Kabupaten Kepulauan Sangihe dapat dikategorikan "Daerah Perbatasan". Selain sebagai daerah perbatasan, dua karakteristik lain yang cukup signifikan membedakan dengan Kabupaten/Kota lain yaitu kabupaten ini merupakan daerah kepulauan dan daerah Rawan Bencana Alam (Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sangihe, 2014).

Kota Tahuna merupakan pusat kegiatan perekonomian masyarakat yang ada di Kabupaten Kepulauan Sangihe. Salah satu sarana penunjang yang ada di kota Tahuna yaitu Pelabuhan Nusantara Tahuna. Aktifitas transportasi laut yang ada di pelabuhan ini sangat aktif dengan adanya kapal penumpang Tahuna – Manado setiap hari, juga dengan adanya kapal – kapal petikemas yang lebih dikenal dengan sebutan "Tol Laut".

Secara geografis, Teluk Tahuna diapit oleh 2 muara sungai yaitu Muara Sungai Tidore dan Muara Sungai Towo'e, seperti yang terlihat pada Gambar 1, sehingga, berpotensi terjadinya sedimentasi yang akan mengganggu jalur pelayaran yang ada di Teluk Tahuna. Berkaitan dengan hal tersebut, maka untuk mengetahui besarnya laju sedimentasi yang terjadi di perairan Teluk Tahuna, perlu untuk dilakukan penelitian yang lebih mendalam.

Wesselman *et al.* (2019) meneliti tentang pengaruh kondisi geometri *washover* pada angkutan sedimen di *Wadden islands* di Belanda, Jerman dan Denmark dengan menggunakan pemodelan *XBeach*. Elgueta-Astaburuaga dan Hassan (2019) melakukan penelitian eksperimen di *flume* tentang angkutan sedimen dengan perubahan suplai sedimen di dasar. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi transpor sedimen di Teluk Tahuna, dimana merupakan jalur pelayaran bagi kapal – kapal yang masuk ke kota Tahuna, ibukota Kabupaten Kepulauan Sangihe. Penelitian ini membandingkan perhitungan Total Transpor Sedimen dengan metode Engelund-Hansen dan hasil pengukuran laju sedimen di lapangan. Sehingga, dapat diketahui Total Transportasi Sedimen di Perairan Teluk Tahuna. Hal ini bermanfaat untuk pembangunan yang ada di wilayah pesisir Kota Tahuna. Manansang, *et al.* (2018) menyatakan bahwa perhitungan abrasi dan sedimentasi menjadi hal yang penting dalam perencanaan untuk membangun daerah pantai.

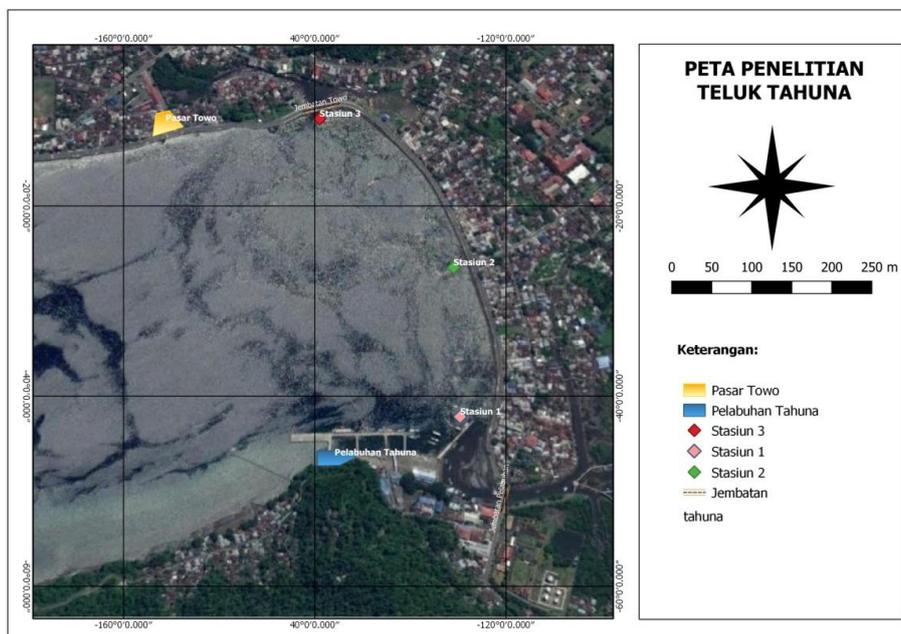


**Gambar 1.** Teluk Tahuna dengan kedua muara sungai.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei – September 2019 di Perairan Teluk Tahuna Kabupaten Kepulauan Sangihe. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 titik pengambilan sampel seperti yang terlihat pada Gambar 2. Dimana, Stasiun 1 merupakan wilayah dekat muara sungai Tdiore dan pelabuhan Tahuna. Stasiun 2 merupakan wilayah di tengah perairan Teluk Tahuna, dan Stasiun 3 merupakan wilayah di bagian utara perairan, dekat muara sungai Towoé.

Di setiap titik dipasang perangkat sedimen (*sediment trap*) yang terbuat dari pipa dan diukur tinggi sedimen menggunakan mistar per 2 minggu sekali selama 5 kali pengukuran. Konstruksi perangkat sedimen terdiri atas besi sepanjang 150 cm dan pipa sebagai perangkat sedimen. Besi ditanam sekitar 100 cm ke dasar laut. Jarak dari substrat ke pipa perangkat sedimen sejauh 20 cm (Manoppo, 2014). Menurut Hidayat (2014), konstruksi perangkat sedimen merupakan *suspended sampler* yang dibuat untuk menangkap sedimen melayang (*suspended load*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Lokasi penelitian



Gambar 3. Perangkat Sedimen

Menurut Manoppo, et al. (2014), laju sedimentasi dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$v = \frac{\pi r^2 h}{t}$$

Keterangan:  $v$  = laju sedimentasi,  $\pi$  = konstanta,  $r$  = jari-jari pipa,  $h$  = tinggi sedimen dalam pipa, dan  $t$  = lama waktu.

Kemudian, rata – rata laju sedimentasi dihitung dengan menggunakan rumus rata-rata berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan:  $\bar{x}$  = rata – rata,  $x_i$  = suku ke –  $i$ , dan  $n$  = total data (Walpole, et al., 2012).

Pengukuran diameter sedimen dilakukan dengan pengambilan sampel sedimen pada perangkat sedimen di setiap stasiun. Sedimen dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado untuk mengukur diameter sedimen melalui analisa ayakan.

Analisa ayakan atau analisa saringan adalah mengayak dan menggetarkan sampel sedimen dalam suatu satu set ayakan dimana lubang – lubang ayakan tersebut semakin kecil secara berurutan. Mula – mula sampel dikeringkan, kemudian semua gumpalan dipecah menjadi partikel – partikel yang lebih kecil lalu diayak dalam percobaan di laboratorium. Setelah cukup waktu untuk mengayak dengan cara getaran, massa tanah yang tertahan pada setiap ayakan ditimbang. Bagian padat yang tertahan pada setiap ayakan dikumpulkan sendiri – sendiri. Kemudian, masing – masing ayakan beserta sedimennya dikeringkan dalam oven, dan kemudian berat sedimen kering tersebut ditimbang. Hasil – hasil dari analisis ayakan biasanya dinyatakan dalam persentase dari berat total (Das, et al., 1995).

Data transport sedimen dianalisis dengan metode komparatif yaitu hasil pengukuran laju sedimen di lapangan dibandingkan dengan hasil perhitungan menurut Engelund-Hansen. Menurut Yang, et al. (2009), perhitungan transport sedimen menggunakan metode perhitungan yang dikemukakan oleh Engelund-Hansen sebagai berikut.

$$q_T = 0,05U^2 \sqrt{\frac{d_{50}}{(s-1)g} \left( \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho)gd_{50}} \right)^{1,5}}$$

Keterangan:  $q_T$  = Total transport sedimen,  $U$  = kecepatan aliran,  $d_{50}$  = diameter sedimen,  $s$  = berat jenis sedimen,  $g$  = gravitasi,  $\rho_s$  = massa jenis,  $\tau_b$  = tegangan geser dasar,  $\rho$  = massa jenis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran diameter sedimen pada ketiga Stasiun di Teluk Tahuna melalui analisa ayakan ditunjukkan dalam Tabel 1. Berdasarkan hasil olahan data dari ketiga stasiun pada Tabel 2, ketiganya menunjukkan bahwa jenis sedimen di perairan Teluk Tahuna adalah jenis pasir halus (*Fine sand*). Ukuran  $d_{50}$  pada ketiga Stasiun berkisar antara 0,24 – 1,18 mm.

**Tabel 1.** Distribusi ukuran butiran

	St.1	St.2	St.3
% Gravel:	0,00	0,00	0,00
% Coarse Sand :	0,85	6,24	1,40
% Medium Sand :	5,19	17,24	16,67
% Fine Sand:	87,52	76,48	80,66
% Fines:	6,44	0,04	1,26

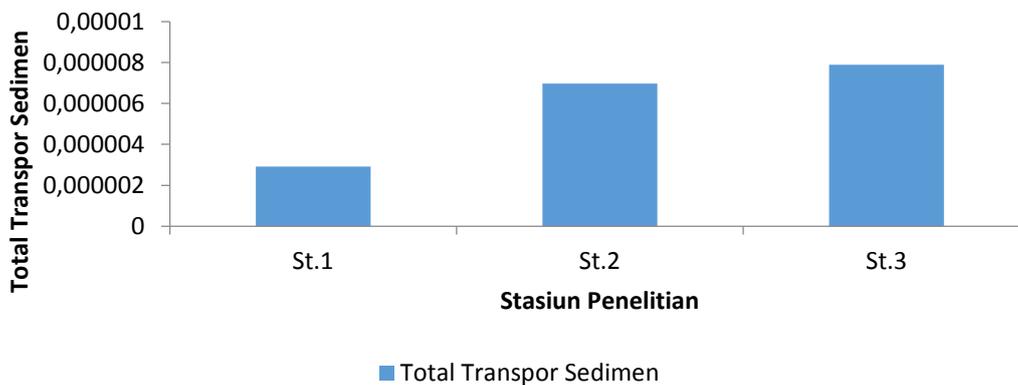
**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Diameter Sedimen

Ukuran Sedimen	St. 1	St. 2	St.3
$d_{35}$ (mm)	0,155	0,22	0,22
$d_{50}$ (mm)	1,18	0,27	0,24
$d_{65}$ (mm)	0,20	0,32	0,28
$d_{90}$ (mm)	0,30	1,20	0,60

Hasil prediksi transport sedimen pada ketiga Stasiun berdasarkan Metode Engelund-Hansen ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Prediksi Transpor Sedimen berdasarkan Metode Engelund-Hansen

Total Sedimen	St. 1	St. 2	St.3
$d_{50}$ (m)	0,0118	0,0027	0,0024
$h$ (m)	3,5	4	3,5
$\tau_b$ (N/m <sup>2</sup> )	3,09	2,07	2,08
$q_T$ (m <sup>3</sup> /m* s)	0,00000291 m <sup>3</sup> /m* s	0,00000697 m <sup>3</sup> /m* s	0,00000789 m <sup>3</sup> /m* s



**Gambar 5.** Grafik perhitungan transport sedimen dengan Metode Engelund-Hansen.

Berdasarkan pada Gambar 5, transport sedimen yang paling tinggi adalah di Stasiun 3, yaitu dekat Muara Sungai Toweé yaitu  $q_T = 0,00000789 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$ . Dibandingkan dengan hasil penelitian Rahmawan, *et al.* (2020), laju sedimentasi di muara Sungai Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat berkisar antara 60,85 – 62,16 g.m<sup>2</sup>hari<sup>-1</sup> tergolong tinggi. Mechram, Mawardi & Sudira (2012) membuat prediksi besarnya sedimentasi dengan aplikasi Model AVSWAT2000 di Sub DAS Keduang: DAS Bengawan Solo Hulu yaitu sebesar 375,07 ton/th atau 1,03 ton/hari. Artinya, transpor sedimen di wilayah pesisir Teluk Tahuna masih tergolong rendah. Sekalipun masih tergolong rendah, namun jika angkutan sedimen ini terus bertambah, maka hal tersebut dapat menyebabkan nilai akumulasi sedimen yang semakin besar. Hal ini juga dapat berpengaruh terhadap jalur pelayaran kapal – kapal nelayan yang hendak masuk ke wilayah ini. Karena, sebagian besar masyarakat yang tinggal di pesisir Teluk Tahuna berprofesi sebagai nelayan. Menurut Sarapil & Lungari (2017), kesiapan teknologi alat tangkap nelayan di pesisir Teluk Tahuna masih rendah. Marhendi & Ningsih (2018), menyatakan bahwa sedimentasi terjadi karena proses erosi di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS). Sehingga, diperlukan juga kerjasama dari Pemerintah dan masyarakat untuk memperhatikan lingkungan muara sungai Towe'e. Dalam kasus ini, perlu kajian lebih lanjut untuk meneliti kegiatan masyarakat di hulu DAS Sungai Towe'e.

**Perhitungan Laju Sedimentasi dengan Pengukuran Langsung**

Hasil pengukuran tinggi sedimen di dekat muara sungai Tidore, yang dekat dengan Pelabuhan niaga Nusantara Tahuna, yaitu sebagai berikut.  $diameter = d = 5.5 \text{ cm}$ ,  $jari - jari = r = 2.75 \text{ cm} = 0.0275 \text{ m}$ , dimana selang pengukuran yaitu 2 minggu = 14 hari.

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Laju Sedimen di St.1

Pengukuran ke-	Tinggi Sedimen (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Laju Sedimentasi (m <sup>3</sup> /hari)
1	0,015	0,000036	0,0000025
2	0,035	0,000083	0,0000059
3	0,002	0,0000047	0,00000034
4	0,01	0,000024	0,0000017
5	0,025	0,000059	0,0000042
Rata – rata			0,0000029

Pada Tabel 5, hasil pengukuran pada St.1, dapat dilihat bahwa tinggi sedimen yang paling besar ada pada pengukuran kedua, yaitu sebesar 0,035 m dengan laju sedimentasi 0,0000059 m<sup>3</sup>/hari. Nilai ini dianggap kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian Soeyanto & Arifiyana (2018), rerata pergerakan muatan sedimen di perairan Muara Sungai Riko sebesar  $\pm 4,25 \times 10^{-3}$  kg/detik atau  $\pm 367,7$  kg per hari.

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Laju Sedimen di St.2

Pengukuran ke-	Tinggi Sedimen (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Laju Sedimentasi (m <sup>3</sup> /hari)
1	0,015	0,000036	0,0000025
2	0,01	0,000024	0,0000017
3	0,012	0,000028	0,000000204
4	0,01	0,000024	0,0000017
5	0,11	0,000261	0,000019
Rata – rata			0,0000053

Pada Tabel 6, hasil pengukuran pada St.2, dapat dilihat bahwa nilai yang paling besar ada pada Pengukuran kelima, yaitu tinggi sedimen sebesar 0,11 m dan laju sedimentasi sebesar 0,0000053 m<sup>3</sup>/hari. Jika nilai tersebut dibandingkan dengan hasil penelitian Saud (2008) tentang prediksi sedimentasi di Kali Mas Surabaya, maka nilai pengukuran pada St.2 masih terbilang kecil, dimana hasil prediksi sedimentasi Kali Mas Surabaya menunjukkan besarnya suspended load = 58,05 m<sup>3</sup>/hari, bed load = 35,60 m<sup>3</sup>/hari, dan total load = 913,65 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran Laju Sedimen di St.3

Pengukuran ke-	Tinggi Sedimen (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Laju Sedimentasi (m <sup>3</sup> /hari)
1	0,05	0,000118731	0,0000085
2	0	0	0
3	0,06	0,000142478	0,0000102
4	0,017	0,0000404	0,0000029
5	0	0	0
Rata – rata			0,0000072

Pada Tabel 7, hasil pengukuran pada St.3, hasil pengukuran yang paling besar ada pada Pengukuran Ketiga, yaitu tinggi sedimen sebesar 0,06 m dengan laju sedimentasi sebesar 0,00001 m<sup>3</sup>/hari. Jika hasil tersebut dibandingkan dengan hasil penelitian Marhendi & Ningsih (2018), maka dapat dikatakan bahwa hasil pengukuran pada Tabel 7 masih tergolong kecil, dimana hasil prediksi peningkatan sedimentasi di Waduk Mrica oleh Marhendi & Ningsih (2018) yaitu sebesar 0,04 ton/hari atau 40 kg/hari.

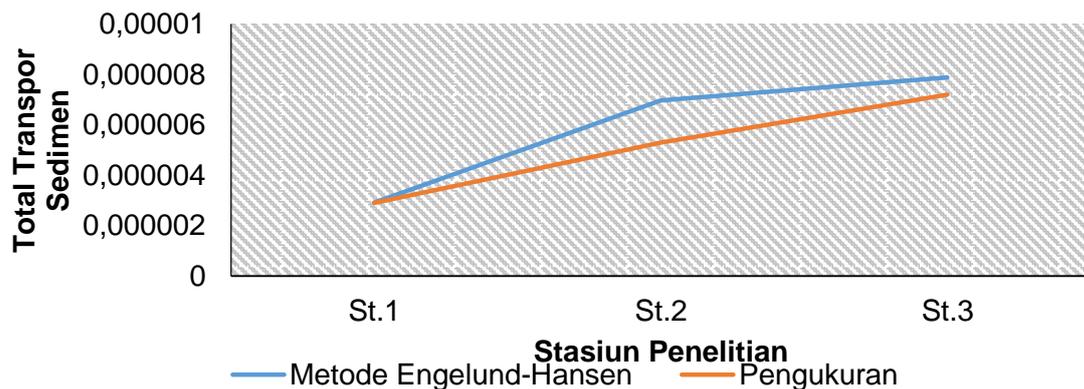
**Tabel 8.** Rata – rata Pengukuran Laju Sedimen di Perairan Teluk Tahuna.

Stasiun	Rata – rata Laju Sedimen ( $m^3/hari$ )
1	0,0000029
2	0,0000053
3	0,0000072

Pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa ketiga hasil pengukuran pada setiap stasiun menunjukkan nilai yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh arus, gelombang, hujan dan lain sebagainya. Tetapi, penelitian ini tidak membahas faktor–faktor tersebut. Sehingga, dapat dilakukan kajian mendalam untuk penelitian selanjutnya yang memperhitungkan faktor arus, gelombang dan hujan. Hasil pengukuran untuk laju sedimen yang paling tinggi adalah pada Stasiun 3, yaitu dekat Muara Sungai Towoé. Menurut Soeyanto & Arifiyana (2018), pasang surut mempengaruhi penyebaran konsentrasi sedimen pada muara, dimana lumpur merupakan sedimen kohesif yang sangat dipengaruhi oleh salinitas.

### Perbandingan antara Metode Engelund-Hansen dan Metode Pengukuran

Hasil pengukuran menunjukkan angka yang hampir sama dengan hasil prediksi transport sedimen dengan menggunakan metode Engelund-Hansen. Artinya, Metode Engelund-Hansen cocok untuk digunakan dalam perhitungan transport sedimen di Perairan Teluk Tahuna.

**Gambar 6.** Perbandingan Metode Engelund-Hansen dan Hasil Pengukuran.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi transport sedimen di Perairan Teluk Tahuna dengan metode Engelund-Hansen yaitu pada Stasiun 1  $q_T = 0,00000291 (m^3/m \cdot s)$ , Stasiun 2  $q_T = 0,00000697 (m^3/m \cdot s)$ , dan Stasiun 3  $q_T = 0,00000789 (m^3/m \cdot s)$ . Kemudian, rata – rata hasil pengukuran laju sedimentasi di Stasiun 1 yaitu  $0,0000029 m^3/hari$ . Rata – rata laju sedimentasi di Stasiun 2 yaitu  $0,0000053 m^3/hari$ . Rata – rata laju sedimentasi di Stasiun 3 yaitu  $0,0000072 m^3/hari$ . Hasil pengukuran yang paling tinggi juga ada di Stasiun 3, yaitu dekat Muara Sungai Towoé. Pemerintah dapat memperhatikan angkutan sedimen yang terjadi di sekitar muara Towoé, dengan mengendalikan pembuangan sampah yang dilakukan di muara sungai tersebut. Hasil prediksi transport sedimen dengan menggunakan Metode Engelund-Hansen mendekati hasil pengukuran laju sedimen di lapangan. Artinya, Metode Engelund-Hansen cocok digunakan untuk memprediksi transport sedimen di Perairan Teluk Tahuna.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula SK

Nomor 07/E/KPT/2019 dan Perjanjian/ Kontrak Nomor 035/SP2H/LT/DRPM/2019 Tahun 2019. Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Politeknik Negeri Nusa Utara yang telah membantu jalannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sangihe, 2014. Kepulauan Sangihe Dalam Angka: Tahunana.
- Das, B.M., Endah, N. & Mochtar, I.B. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip–Prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga: Jakarta
- Elgueta-Astaburuaga, M.A. & Hassan, M.A., 2019. Sediment storage, partial transport, and the evolution of an experimental gravel bed under changing sediment supply regimes. *Geomorphology*, 330:1-12
- Hidayat, M., & Widyorini, N. 2014. Analisis Laju Sedimentasi di Daerah Padang Lamun Dengan Tingkat Kerapatan Berbeda di Pulau Panjang, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3):73-79.
- Manansang, M.K., Hendratta, L.A., & Dundu, A.K. 2018. Analisis Pengaruh Breakwater Terhadap Transpor Sedimen Pantai Sindulang 1 Sampai Tumumpa 2. *Jurnal Sipil Statik*, 6(2):113-124.
- Manoppo, L., Marsoedi, Muhammad, S., & Berhimpon, S. 2014. Sedimentation Rate and Total Suspended Solid (TSS) in Melombo Area, Salurang Village, Sangihe Archipelago Regency. *International Journal of Engineering Inventions*, 3(7):48–55
- Marhendi, T. 2018. Prediksi Peningkatan Sedimentasi Dengan Metode Angkutan Sedimen (Studi Kasus Sedimentasi Di Waduk Mrica). *Techno*, 19(2):87-94.
- Mechram, S., Mawardi, M., & Sudira, P. 2012. Aplikasi Model AVSWAT2000 untuk Prediksi Limpasan Permukaan, Erosi, dan Sedimentasi di Sub Das Keduang: Das Bengawan Solo Hulu. *Agritech*, 32(3):325-330.
- Rahman, T. & Suntoyo. 2012. Prediksi Transportasi Sedimen Akibat Gerakan Gelombang Irreguler. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2):318–334
- Rahmawan, G.A., Wisha, U.J., Gemilang, W.A. & Husrin, S. 2020. Prediksi Akumulasi Sedimen Berdasarkan Survei Batimetri dan Hidrodinamika di Pesisir Teluk Mandeh, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1):105-116. DOI: 10.14710/jkt.v23i1.6076
- Romdania, Y. 2010. Analisis Kasus Sedimentasi di Tiga Titik Kawasan Water Front City. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 14(1):57-66.
- Sadono, A. J., Satriadi, A., & Helmi, M. 2014. Prediksi Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2022 Dengan Menggunakan Pemodelan Numerik Nemos (Nearshore Evolution Modeling System) Di Pantai Sigandu Kabupaten Batang Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Oceanography*, 3(2):173-180.
- Sarapil, C.I., & Lungari, F.F. 2017. Analisis Kesiapan Teknologi Komponen Humanware Kelompok Nelayan di Tidore dan Santiago Berdasarkan Jenis Alat Tangkap. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 3(2):55-59. DOI: 10.5281/jit.v3i2.101
- Saud, Ismail. 2008. Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya. *Jurnal Aplikasi*, 4(1): 20-26
- Soeyanto, E., & Arifiyana, A. 2018. Dinamika Proses Sedimentasi di Perairan Muara Sungai Riko, Teluk Balikpapan. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 3(1):63-72.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. 2012. Probability & Statistics for Engineers & Scientists 9<sup>th</sup> edition. Prentice Hall: Boston
- Wesselman, D., de Winter, R., Oost, A., Hoekstra, P. & van der Vegt, M. 2019. The effect of washover geometry on sediment transport during inundation events. *Geomorphology*, 327:28-47.
- Yang, C. T., Marsooli, R., & Aalami, M. T. 2009. Evaluation of total load sediment transport formulas using ANN. *Elsevier: International Journal of Sediment Research*, 24(3): 274-286
- Yudowaty, S.O., Atmodjo, W., & Wulandari, S.Y. 2013. Studi Transpor Sedimen di Pantai Slambaran Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 1(2):197-196.