PENGARUH KECEPATAN ARUS, CEPAT RAMBAT GELOMBANG, DAN UKURAN PARTIKEL SEDIMEN TERHADAP VOLUME ANGKUTAN SEDIMEN

Oleh

Aditya Dharma Putra[1)], Rifardi[2)] and Musrifin Ghalib[2)]
adityadp07@gmail.com

Abstract

This study was conducted from March to April 2016 in the Laboratory of Physical Oceanography Marine Science Department Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau. This study aimed to explain a relationship between current velocity and wave propagation speed, and sediment particle size to the results of sediment transport volume. The method used was an experimental design with 4 treatments. Current velocity and wave propagation speed were consists of 2 level factors (V1 and V2) and sediment particle size were consists of 2 level factors (D1 and D2). Observations used the flume tank and wave generator for 10 minutes. The results show that there was an effect of current velocity, wave propagation, and sediment particle size to sediment transport volume. If the current velocity increase so sediment transport volume also increased. While if sediment particle size increase the sediment transport volume decreased. Observations in the laboratory and calculation of sediment transport that used an Engelund-Hansen formula showed differences. Differences caused by oceanographic factors such as water and sediment density, gravity, water depth, salinity and consistency.

Keywords: The Volume of Sediment Transport, Current, Wave, Particle, Velocity.

1. Student of Fisheries and Marine Sciences Faculty, University of Riau
2. Lecturer at the Fisheries and Marine Sciences Faculty, University of Riau

PENDAHULUAN

Transpor sedimen merupakan salah satu fenomena alam yang sering dijumpai pada berbagai macam saluran terbuka, laut, sungai-sungai dan *reservoar* (waduk). Rifardi (2012) menyatakan bahwa transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus.

Gelombang dapat menyebabkan aliran bolak-balik (*oscilatory flow*) yang pada dasarnya adalah aliran tidak tetap (*unsteady flow*). Transportasi sedimen di muara sungai disebabkan oleh arus pasang surut dan gelombang. Aliran oleh gelombang ini membedakan mekanisme transportasi sedimen di pantai dengan di sungai (Widjojo, 2010).

Menurut Sverdrup *et al*. (1961) bahwa arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Sehingga hal ini memungkinkan timbulnya fenomena-fenomena perairan yang sangat menarik untuk dikaji.

Kecepatan aliran dan gelombang dapat mempengaruhi volume angkutan sedimen dalam selang waktu tertentu. Pengaruh aliran dan gelombang tersebut dapat dilihat dari ukuran partikel sedimen yang seragam.

Penelitian bertujuan untuk menjelaskan hubungan kecepatan arus dan cepat rambat gelombang,dan ukuran partikel sedimen terhadap hasil volume angkutan sedimen.Selain itu penelitian ini juga menggambarkan teori-teori yang ada tentang sifat sedimen dengan kecepatan pada diameter tertentu. Manfaat penelitian ini adalah mampu memberikan informasi tentang gambaran proses pengangkutan sedimen yang terjadi di perairan. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian lain tentang transpor sedimen yang langsung dilakukan di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian inidilaksanakan pada bulan Maret - April 2016. Analisis fraksi sedimen dilakukan di Laboratorium Oseanografi Kimia dan penelitian mengenai volume angkutan sedimen dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kombinasi perlakuan. Kecepatan arus dan cepat rambat gelombang (perlakuan V) dan ukuran partikel sedimen (perlakuan D) masing-masing memiliki 2 taraf faktor. Dari hubungan antara perlakuan V dan perlakuan D maka didapat 4 kombinasi perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Antara Kecepatan Arus dan Cepat Gelombang dengan Ukuran Partikel Sedimen

V \ D	D1	D2
V1	V1D1	V1D2
V2	V2D1	V2D2

Keterangan :
V1: Kecepatan arus (0,3 m/s) dan cepat rambat gelombang (1,18 m/s)
V2: Kecepatan arus(0,1 m/s) dan cepat rambat gelombang (1,18 m/s)
D1: Ukuran partikel sedimen (1 mm/Ø0)
D2: Ukuran partikel sedimen (0,5 mm/Ø1)

Sampel sedimen diambil dari Perairan Kecamatan Bungus Provinsi Sumatera Barat. Karakteristik sedimen yang dihitung yaitu *mean size*, *skewness*, *sorting*, dan *kurtosis*. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu, salinitas, pH dan kedalaman air.

Gelombang adalah perambatan gangguan atau usikan dari suatu sumber dimana terjadi transfer energi dari sumber tersebut ke ruang sekitarnya.Panjang gelombang (L) adalah jarak antara dua puncak ataupun lembah gelombang. Periode gelombang adalah waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak ataupun lembah gelombang untuk melalui suatu titik tertentu (Galib, 2012).Karena jarak yang ditempuh dalam satu periode (t = T) adalah sama dengan satu gelombang ($s = \lambda$) maka:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

Dimana :
v = cepat rambat gelombang (m/s)
T = periode gelombang (s)
λ =panjang gelombang (m)

Sedimen sebanyak 500 gram dimasukkan kedalam *flume tank*hingga sampai ke dasar saluran ketika kondisi air masih tenang, lalu pembangkit gelombang mulai diputar secara manual dengan kecepatan yang konstan. Pada penelitian ini perlakuan yang diberikan yaitu 1 kayuhan per detik dan 2 kayuhan per detik sehingga menghasilkan dua macam kecepatan arus dan gelombang. Setelah itu dilakukan pengamatan selama 10 menit untuk setiap perlakuaannya. Jarak yang digunakan untuk melihat proses transportasi sedimen yaitu 2 meter.

Sedimen yang terangkut ke hilir *flume tank* selama waktu yang telah ditentukan kemudian diambil dengan menggunakan alat penangkap sedimen yang berupa saringan. Sedimen diambil sampai tidak ada lagi yang tersisa di dalam *flume tank*. Sedimen kemudian dikeringkan, dan ditimbang lagi beratnya untuk mendapatkan hasil volume angkutan sedimen. Perlakuan ini kemudian diulang kembali dengan kecepatan arus dan gelombang serta ukuran partikel sedimen yang berbeda. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan agar mendapatkan data yang lebih akurat.

Untuk memperkuat hasil yang didapat maka dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus volume angkutan sedimen. Perhitungan volume angkutan sedimen menggunakan formulaEngelund-Hansen.

$$q_t = 0{,}05\gamma_s V^2 \sqrt{\frac{D}{g\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w}-1\right)}} \left(\frac{\tau_o}{(\gamma_s - 1)D}\right)^{3/2}$$

dimana :
$\tau_o = \gamma_w.R.S$
γ_w = berat jenis air (gr/cm^3)

γ_s = berat jenis butiran (gr/cm^3)
R = Jari-jari hidraulik (m)
D = diameter butiran (m)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)
V = kecepatan aliran (m/s)
q_t = debit angkutan (kg/s)

Data volume angkutan sedimen dari setiap pengukuran dari masing-masing perlakuan ditabulasi. Sedangkan hasil perhitungan menggunakan rumus Engelund-Hansen juga dimasukkan ke dalam tabel lalu dianalisis secara deskriptif, selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengamatan volume angkutan sedimen yang dilakukan secara langsung.

Analisis variansi dilakukan terhadap data volume angkutan sedimen, kecepatan arus dan cepat rambat gelombang, dan ukuran partikel sedimen. Sebelum dianalisis variansi terlebih dahulu data tersebut diuji normalitas dan uji homogenitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kualitas air sebelum dilaksanakan eksperimen terkait penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi air sebagai media untuk melakukan penelitian.Hasil pengukuran parameter kualitas air yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter	Nilai
Suhu	29^{o}C
Salinitas	3 ppt
pH	6
Kedalaman	0,19 m

Parameter kualitas air yang diukur menunjukkan kondisi pada saat dilakukannya penelitian ini. Salinitas air sebesar 3 ppt merupakan salinitas muara sungai yang memiliki salinitas berkisar antara 0,5-30 ppt. Effendi (2003) menyatakan bahwa kisaran salinitas air laut adalah 30-35 ppt, muara 0,5-35 ppt dan air tawar <0,5 ppt.

Nilai pH yang didapatkan menunjukkan pH pada muara sungai. Menurut Susana (2009) nilai pH dalam perairan bervariasi mulai dari arahsungai sampaidi laut, semakin ke laut nilainya semakintinggi. Nilai pH di muara Sungai Cisadane berkisar antara 6,65–8,20.Suhu pada saat melakukan penelitian juga termasuk kedalam karakteristik muara sungai. Supiyati *et al.* (2012) menyatakan bahwa suhu di muara Sungai Hitam Bengkulu berkisar antara 27-31^{o}C.

Berdasarkan hasil pengamatan transportasi sedimen untuk melihat volume angkutan sedimen dalam kurun waktu tertentu yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Pengamatan Transportasi Sedimen

Perlakuan	Volume Angkutan Sedimen (m^3)			Total Perlakuan	Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
V1D1	$1{,}12 \times 10^{-4}$	$1{,}17 \times 10^{-4}$	$1{,}15 \times 10^{-4}$	$3{,}44 \times 10^{-4}$	$1{,}15 \times 10^{-4}$
V1D2	$1{,}46 \times 10^{-4}$	$1{,}55 \times 10^{-4}$	$1{,}52 \times 10^{-4}$	$4{,}53 \times 10^{-4}$	$1{,}51 \times 10^{-4}$
V2D1	$4{,}97 \times 10^{-5}$	$4{,}85 \times 10^{-5}$	$4{,}91 \times 10^{-5}$	$1{,}47 \times 10^{-4}$	$4{,}91 \times 10^{-5}$
V2D2	$6{,}36 \times 10^{-5}$	$6{,}3 \times 10^{-5}$	$6{,}42 \times 10^{-5}$	$1{,}91 \times 10^{-4}$	$6{,}36 \times 10^{-5}$

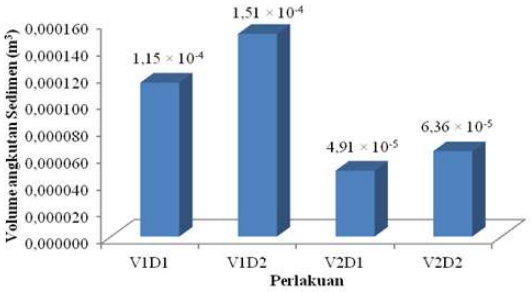
Kecepatan arus, cepat rambat gelombang, dan besar butiran berpengaruh terhadap besarnya angkutan sedimen yang dihasilkan. Selama kurun waktu 10 menit, volume angkutan sedimen terbesar dihasilkan pada perlakuan V1D2 dengan rata-rata volume angkutan sedimen yang dihasilkan sebesar $1{,}51 \times 10^{-4}$ m^3. Sedangkan volume angkutan sedimen terkecil dihasilkan pada perlakuan V2D1 dengan rata-rata volume angkutan sedimen yang dihasilkan sebesar $4{,}91 \times 10^{-5}$ m^3.

Jika ditinjau dari pola transportasi sedimen yang terjadi pada saat pengamatan, pola transportasi sedimen *bedload* dan *suspension* (suspensi) membawa partikel-partikel sedimen yang seragam bersama dengan arus dan gelombang. Nugroho*et al.* (2014) menyatakan bahwa mekanisme transportasi *bedload* terjadi pada fraksi yang kasar melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggelinding), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan saltasi.

Semakin besar kecepatan arus dan cepat rambat gelombang, volume angkutan sedimen yang dihasilkan semakin besar. Pengaruh yang diberikan oleh arus dan gelombang terlihat dari pergerakan sedimen pada saat pengamatan. Ketika arus dan gelombang yang diberikan kecil pergerakan sedimen cenderung lambat, sedangkan pada saat arus dan gelombang yang diberikan lebih besar pergerakan sedimen lebih cepat.

Pengaruh yang diberikan ukuran partikel sedimen terhadap volume angkutan sedimen tidak sebesar pengaruh yang diberikan oleh kecepatan arus dan cepat rambat gelombang. Hal ini terlihat dari hasil uji lanjut yang menunjukkan selisih angka volume angkutan sedimen yang dihasilkan oleh ukuran partikel sedimen Ø0 dan Ø1 lebih kecil dibandingkan dengan angka volume angkutan sedimen yang dihasilkan oleh kecepatan arus dan cepat rambat gelombang (V1 dan V2).

Pengaruh yang diberikan oleh perlakuan terhadap volume angkutan sedimen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Diagram Hasil Volume Angkutan Sedimen

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa V1 (kecepatan arus 0,3 m/s dan cepat rambat gelombang 1,18 m/s) memiliki pengaruh yang paling besar terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan. Hal itu terlihat dari besar volume angkutan sedimen pada perlakuan V1D1 dan V1D2 yang lebih besar dibandingkan pada perlakuan V2D1 dan V2D2 yang kecepatan arus dan cepat rambat gelombangnya lebih kecil.

Berdasarkan analisis data dengan Anova dapat diketahui bahwa kecepatan arus, cepat rambat gelombang dan ukuran partikel sedimen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap volume angkutan sedimen . Pada uji normalitas nilai sig > 0,05 yang berarti data memenuhi syarat untuk diuji statistik parametris. Pada uji homogenitas nilai sig > 0,05 yang berarti data sudah bersifat homogen.

Pada uji anova yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai sig < 0,01 dan F hit > F tabel yang berarti kecepatan arus, cepat rambat gelombang dan ukuran partikel sedimen berpengaruh sangat nyata terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan. Berdasarkan uji lanjut dapat dilihat bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan. Perlakuan V1D2 memberikan pengaruh yang paling besar diantara perlakuan lainnya terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan.

Berdasarkan perhitungan volume angkutan sedimen yangdilakukan menggunakan rumus Engelund-Hansenkemudian dibandingkan dengan pengamatan langsung di laboratorium,didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Dengan Rumus Engelund-Hansen

Perlakuan	Hasil perhitungan rumus (m^3)	Hasil pengamatan (m^3)
V1D1	$1,5 \times 10^{-2}$	$1,15 \times 10^{-4}$
V1D2	$3,2 \times 10^{-2}$	$1,51 \times 10^{-4}$
V2D1	$1,6 \times 10^{-3}$	$4,91 \times 10^{-5}$
V2D2	$3,5 \times 10^{-3}$	$6,36 \times 10^{-5}$

Perhitungan volume angkutan sedimen yang telah dilakukan menunjukkan perbedaan dengan hasil pengamatan langsung terhadap volume angkutan sedimen. Parameter yang digunakan dalam perhitungan menggunakan rumus seperti kecepatan arus dan ukuran partikel sedimen juga memberikan pengaruh yang sama terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan. Perbedaan yang ada disebabkan oleh faktor oseanografi seperti berat jenis air dan sedimen, gravitasi, kedalaman air, salinitas dan konsistensi pada saat melakukan pengayuhan untuk menghasilkan arus dan gelombang.

Adinegara (2005) menyatakan bahwa rumus-rumus pengangkutan sedimen dalam perkembangannya didasarkan atas data-data yang sesuai dengan keadaan sebenarnya termasuk semua kondisi aliran yang berbeda, akan memberikan hasil yang mendekati dengan kenyataan. Oleh karena itu yang hasilnya paling mendekati hasil pengukuran dapat digunakan untuk meramalkan besarnya pengangkutan sedimen pada keadaan aliran yang berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kecepatan arus, cepat rambat gelombang, dan ukuran partikel sedimen memberikan pengaruh terhadap volume angkutan sedimen yang dihasilkan. Semakin besar kecepatan arus dan cepat rambat gelombang maka semakin besar volume angkutan sedimen yang dihasilkan, sedangkan semakin kecil ukuran partikel sedimen maka semakin besar volume ngkutan sedimen yang dihasilkan.

Kombinasi kedua faktor tersebut memberikan hasil volume angkutan sedimen yang berbeda-beda. Kombinasi kecepatan arus dan gelombang terbesar dengan besar butiran terkecil menghasilkan volume angkutan sedimen dengan nilai yang paling tinggi. Hasil perhitungan volume angkutan sedimen dengan rumus Engelund-Hansen diperoleh nilai yang berbeda dengan pengamatan langsung di laboratorium. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor oseanografi seperti berat jenis air dan sedimen, gravitasi, kedalaman air, salinitas dan konsistensi pada saat melakukan pengayuhan untuk menghasilkan arus dan gelombang.

Pengamatan volume angkutan sedimen yang dilakukan pada penelitian ini masih menggunakan alat pembangkit gelombang yang manual untuk menghasilkan arus dan gelombang sehingga sulit untuk konsisten dalam menghasilkan gelombang yang seragam. Untuk itu penulis menyarankan agar di penelitian selanjutnya dapat menggunakan alat pembangkit gelombang yang otomatis sehingga arus dan gelombang yang dihasilkan lebih seragam.

DAFTAR PUSTAKA

Adinegara, S. 2005. Volume Angkutan Dipengaruhi Oleh Kecepatan Aliran. Jurnal Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan. Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius

Galib, M. 2012. Oseanografi Fisika Deskriptif. Pekanbaru. Faperika Press.

Nugroho, S.H, Basit, A.. 2014. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir di Teluk Weda Maluku Utara. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 6(1) 70-78. Pusat Penelitian Laut Dalam (LIPI). Ambon

Rifardi. 2012. Ekologi Sedimen Laut Modern (edisi revisi). Unri Press. Pekanbaru. 167 halaman.

Supiyati, Halaludin, dan Arianty, G. 2012. Karakteristik dan Kualitas Air di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan Software Som Toolbox 2. Jurnal Ilmu Fisika Indonesia 1 (2) 27-36. Universitas Bengkulu. Bengkulu

Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. Jurnal Teknologi Lingkungan 5(2) 82-89. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta

Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. and Fleming, R.H.,1961. The Oceans, Their Physics, Chemistry andGeneral Biology. Prentice-Hall, INC. EnglewoodCliffs, N.J. 1087 pp.

Widjojo, S. 2010. Transportasi Sedimen Oleh Kombinasi Aliran Permanen Beraturan dan Gelombang Seragam. Jurnal Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta