

**TRANSPOR SEDIMEN
DI PELABUHAN KENDAL, KABUPATEN KENDAL
Deti Karuniasari, Purwanto, Warsito Atmojo^{*)}**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : detikaruniasari@ymail.

Abstrak

Interaksi arus daerah pantai terhadap garis pantai mengakibatkan terjadinya angkutan sedimen di wilayah pantai (*Coastal Sediment Transport*). Bentuk angkutan sedimen yang terjadi di pelabuhan Kendal berupa angkutan sedimen sejajar pantai (*Longshore Sediment Transport*) yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Transport sedimen inilah yang menimbulkan permasalahan sedimentasi pada suatu pelabuhan yang dapat membuat pendangkalan, akibat pendangkalan maka akan mengganggu kelancaran dari aktivitas pelabuhan tersebut. Pelabuhan Kendal merupakan pelabuhan yang akan difungsikan bukan hanya sebagai tempat berlabuhnya kapal penumpang melainkan juga akan dikelola untuk dijadikan pelabuhan peti kemas dan kapal-kapal besar. Tujuan dilakukannya penelitian ini mengetahui tinggi gelombang pecah (H_b), besar energi dan arah *longshore current* serta mengetahui transport sedimen yang dipengaruhi *longshore current* (arus sejajar pantai) yang dibangkitkan oleh gelombang pecah di Pelabuhan Kendal. Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer tersebut meliputi data sedimen dan data gelombang. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin tahun 2011, dan Peta Rupa Bumi BAKOSURTANAL skala 1:25.000. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan transport sedimen yaitu dengan menggunakan rumus empiris yang didapat dari pengaruh gelombang. Peramalan gelombang diperoleh dari data angin dengan menggunakan metode SMB. Berdasarkan hasil penelitian diketahui tinggi gelombang pecah berkisar 0,54940 – 0,63664 meter yang akan membangkitkan gelombang pecah sehingga terjadi arus sejajar pantai yang besarnya berkisar 0,46773 - 0,46807 m/detik dengan arah datang arus cenderung dari timur menuju barat yang dapat mengangkut sedimen. Potensi angkutan sedimen signifikan Pelabuhan Kendal berkisar 4559,47921 – 36323,13631 m³/tahun atau 12,49085 -99,50849 m³/hari.

Kata kunci : *pelabuhan, gelombang, arus sejajar pantai, transport sedimen.*

Abstract

The interaction of the current shoreline coastal sediment transport resulted in coastal region (Coastal Sediment Transport) . Form of sediment transport that occurs on a port Kendal is kind of longshore sediment transport (Longshore Sediment Transport) generated by breaking waves. Sediment transport is a cause sedimentation problems on a port that can make silting. The silting it will interfere with the smooth running of the port activity. Kendal port is a port that will function not only as a passenger ship berthing but also managed to be port containers and large ships. The purpose of this research to know break wave height (H_b), great energy and direction of longshore current and also knowing about sediment transport potential that influenced longshore current (flows parallel to the coast) generated by breaking waves at the Port of Kendal. The material used in this study included primary data and secondary data. The primary data include sediment data and wave data. The secondary data used in this study is the data Wind in 2011, and the map sheet RBI BAKOSURTANAL scale of 1:25.000. The research methods are use to determine the sediment transport is by using an empirical formula derived from the influence of waves. Forecasting wind waves from the data obtained using the SMB. Based on the research result breaking waves height ranging from 0,54940 – 0,63664 meters which will generated breaking waves resulting long shore current ranging from 0,46773 - 0,46807 m/second that can transport sedimen with the direction of the flow coming to the east from the west tend. The potential for significant sediment transport in Kendal Port ranged 4559, 47921 – 36323,13631 m³/year or 12,9085 -99,50849 m³/day

Keywords: *port, wave, longshore current, sediment transport.*

I. Pendahuluan

Muara Sungai Banger yang terletak di Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu muara sungai yang Kabupaten Kendal adalah salah satu wilayah pesisir yang memiliki potensi tinggi di Indonesia. Kabupaten Kendal terletak pada 109°40' - 110°18' Bujur Timur dan 6°32' - 7°24' Lintang Selatan. Perairan pelabuhan Kendal mengalami pendangkalan akibat proses sedimentasi. Sedimentasi yang cukup besar tersebut menyebabkan bagian dasar pelabuhan menjadi dangkal, tepatnya di dalam kolam pelabuhan dan sisi luar bangunan pantai (BAPPEDA Kendal, 2010).

Bentuk transpor sedimen yang terjadi di pelabuhan Kendal berupa transpor sedimen sejajar pantai (*Longshore Sedimen Transport*) yang dibangkitkan oleh arus sejajar pantai akibat gelombang. Kondisi hidrooseanografi merupakan aspek yang berpengaruh secara langsung terhadap proses-proses transport sedimen seperti arus, gelombang dan pasang surut. Informasi mengenai gelombang sangat diperlukan dalam perencanaan bangunan pantai dan pengelolaan lingkungan laut dan budidaya di wilayah pesisir gelombang yang masuk ke perairan dangkal dan membentuk gelombang pecah akan mengakibatkan *longshore current* yang membawa angkutan sedimen dan dapat menimbulkan akresi dan abrasi yang dapat mengganggu atau bahkan merusak bangunan pantai di Pelabuhan Kendal. Perlu dikaji agar dapat ditinjau dan dianalisis potensi angkutan sedimen dasar serta pengaruhnya terhadap akresi (penambahan badan pantai atau sedimentasi) dan abrasi (pengikisan badan pantai) di pelabuhan Kendal untuk pengembangan pembangunan pelabuhan Kendal.

II. Materi dan Metode Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan berupa data gelombang, data sedimen dan data perairan Pelabuhan Kendal. Data sekunder atau data pendukung yang peneliti peroleh dari berbagai instansi yakni :

- a. Data ramalan pasut Kendal 1 bulan Agustus (2011) DISHIDROS
- b. Data pengamatan pasut Kendal 1 bulan Agustus (2011) Dinas Perhubungan Kendal
- c. Data ramalan angin tahun 2011 BMKG Semarang

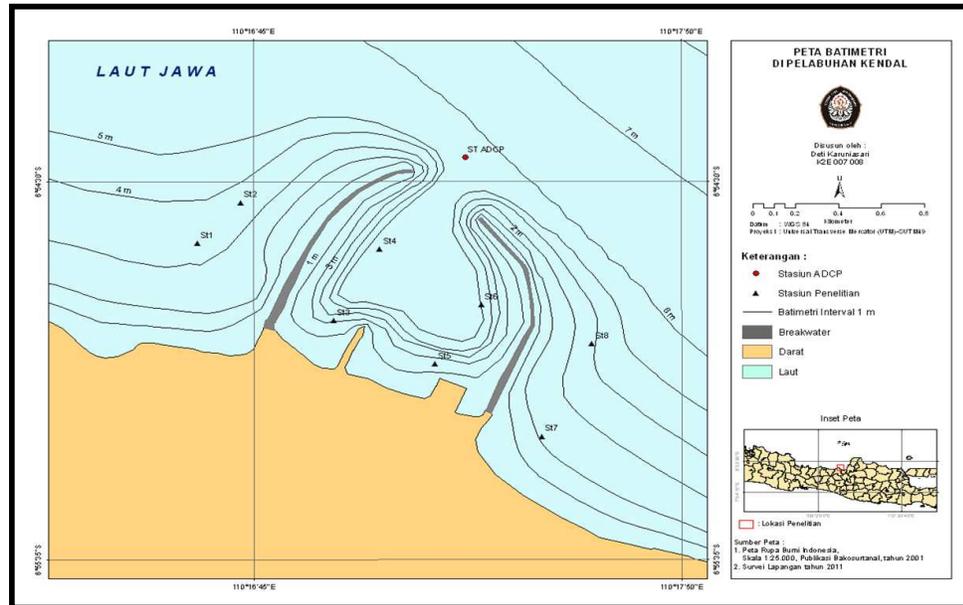
Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

No	Nama Alat	Ketelitian	Fungsi
1	ADCP Sontex Argonaut	-	Mengukur gelombang
2	GPS Garmin	0,001 °	Menentukan posisi
3	Kamera digital	5 MP	Dokumentasi penelitian
4	Perahu	-	Alat bantu transportasi pengambilan sampel
5	Grab Sampler	-	Mengambil Sampel Sedimen Dasar
6	Plastik	-	Tempat sampel sedimen dasar
7	Jam	-	Mencatat periode pengukuran pasut
8	Alat Tulis	-	Mencatat data
9	Komputer	-	Pengolahan data
10	Peta Batimetri	skala 1:250.000	Pembuatan peta lokasi penelitian
12	ArcGis 9.2	-	Pembuatan peta
13	WindRose	-	Pengolahan data angina
14	Autocad LD 2004	-	Membuat fetch

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Menurut Suryabrata (1992) merupakan metode penelitian untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti atau dikaji pada waktu terbatas dan tempat tertentu untuk mendapatkan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal. Dalam hal ini, yang diteliti adalah tinggi gelombang pecah, arus sejajar pantai dan besar angkutan sedimen di pelabuhan Kendal. Pengambilan sampel menggunakan cara *sample purposive method*. Pengambilan sampel dengan metode ini dilakukan dengan pertimbangan tidak memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar selain itu perencanaan pada daerah yang mewakili perairan keseluruhan di pelabuhan Kendal. Titik pengambilan sampel yang dibutuhkan dalam penelitian dilakukan di 8 stasiun, 4 stasiun didalam kolam pelabuhan, 2 stasiun di barat kolam pelabuhan dan 2 stasiun di timur kolam pelabuhan (tabel 4). Penentuan titik-titik ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa pengamatan di dalam dan luar kolam pelabuhan dapat mewakili keadaan keseluruhan Pelabuhan Kendal.

Pengambilan data lapangan yang berupa data gelombang dengan menggunakan ADCP yang dipasang di sebelah utara diluar kolam pelabuhan dengan koordinat 109°40' - 110°18' Bujur Timur dan 6°32'-7°24' Lintang Selatan. Penentuan data koordinat menggunakan GPS (Global Positioning System). Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 26-29 Agustus 2011 di Pelabuhan Kendal, Kabupaten Kendal. Selanjutnya pengolahan data dilakukan di laboratorium Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Tembalang Semarang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengolahan data gelombang yang diperoleh dihitung nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$H_s = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)}{n}$$

$$T_s = \frac{(T_1 + T_2 + \dots + T_n)}{n}$$

Data gelombang dibuat mawar gelombang (*wave rose*) untuk melihat arah dan kecepatan gelombang pada lokasi penelitian. (Triatmodjo, 2008)

Analisis data angin selama periode 10 tahun pada bulan Agustus dimulai tahun 2001–2011 dengan menggunakan *software windrose*.

Peramalan gelombang dari data angin dengan metode peramalan gelombang menggunakan metode *SVENDRUP-MUNK-BRETCHIEDER* (SMB) (CERC, 1984).

Besar kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai ME (*Mean Error*) dan MRE (*Mean Relative Error*) adalah :

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_c - h_o)_i$$

$$MRE = \left| \frac{h_c - h_o}{h_o} \right| \times 100\%$$

Keterangan:

- n = jumlah data pengukuran lapangan
- h_c = besar nilai hasil model
- h_o = besar nilai hasil pengukuran lapangan.

Data gelombang representative (H_s) dan (T_s) yang didapat digunakan untuk menghitung nilai sudut gelombang pecah (α_b). Menurut Triatmodjo (2008) persamaannya :

$$\frac{\sin \alpha_b}{Lb} = \frac{\sin \alpha_o}{L};$$

Data gelombang yang diperoleh dari pengamatan lapangan diolah untuk memperoleh nilai kecepatan arus sepanjang pantai, dengan persamaan:

$$V = 1.17(g \times Hb)^{\frac{1}{2}} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Cara memprediksi transpor sedimen sepanjang pantai dengan menggunakan rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang di daerah yang ditinjau. Rumus empiris ini merupakan hubungan sederhana antara transpor sedimen dengan komponen fluks energy gelombang sepanjang pantai dalam bentuk persamaan:

$$P_1 = \frac{\rho g H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b}{8}$$

CERC (1984) memberikan hubungan untuk Q_s dengan satuan m^3 /tahun yaitu:

$$Q_s = 1290 P_1$$

Persamaan untuk Q_s dengan satuan m^3 /hari menjadi sebagai berikut:

$$Q_s = 3,534 P_1$$

Keterangan:

Q_s = angkutan sedimen sepanjang pantai (m^3 /hari)

P_1 = komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (Nm/d/m)

ρ = rapat massa air laut (kg/m^3)

H_b = tinggi gelombang pecah (m)

C_b = cepat rambat gelombang pecah (m/d) = $\sqrt{gd_b}$

α_b = sudut datang gelombang pecah

K, n = konstanta

(Triadmodjo, 1999).

Sampel sedimen dari lokasi-lokasi penelitian dianalisa ukuran butirnya dengan menggunakan metode analisa granulometri. Setelah kadar sedimen diketahui, selanjutnya dilakukan penamaan sedimen dengan menggunakan Skala Wenworth.

III. Hasil dan Pembahasan

Gelombang

Hasil pengukuran lapangan selama 26- 29 Agustus 2011 di Pelabuhan Kendal, diperoleh hasil pengukuran untuk tinggi gelombang (H) berkisar antara 0.18-0.91 m (Lampiran 3), sementara untuk periode gelombang (T) berkisar antara 0.1-2.9 detik (Lampiran 3), tinggi gelombang signifikan (H_s) 0.48 m dan Periode gelombang signifikan (T_s) 4.1 detik. Gelombang di Pelabuhan Kendal termasuk kedalam gelombang yang di bangkitkan oleh angin, karena mempunyai periode (T_s) 4.1 detik, hal ini didukung oleh klasifikasi gelombang berdasarkan periodenya yaitu berkisar antara 1-10 detik (Munk, 1951 dalam Sugianto, 2010)

Hasil pengamatan terhadap tinggi dan periode gelombang tersebut menunjukkan bahwa tinggi gelombang yang di bentuk relatif kecil dengan periode gelombang yang singkat. Hal ini dikarenakan pengukuran gelombang dilakukan pada musim timur dimana kecepatan angin relative lebih kecil dibandingkan musim Barat. Berdasarkan tinggi dan periode gelombang, perairan pelabuhan Kendal termasuk tipe gelombang laut transisi (perairan menengah). Hal ini sesuai dengan pernyataan Triadmodjo (1999) bahwa gelombang yang memiliki kedalaman relatif antara $0.05 < d/L < 0.5$ termasuk gelombang perairan menengah, sehingga gelombang yang terjadi di Pelabuhan Kendal karakteristiknya di pengaruhi oleh angin. Arah gelombang pada Pelabuhan Kendal cenderung sama dengan arah angin musim timur yaitu dari arah timur menuju ke arah barat.

Tinggi gelombang pecah (H_b) dari data lapangan adalah 0,63644 m sedangkan dari data konversi angin sebesar 0,54940 m dengan besar sudut datang gelombang pecah hasil data lapangan adalah $7,65630^\circ$ sedangkan hasil data konversi angin sebesar $8,12956^\circ$ terhadap garis pantai yang menyebabkan terjadinya arus sepanjang pantai (*longshore current*), sesuai dengan pernyataan Triadmodjo yang menyatakan bahwa apabila gelombang datang ke perairan dangkal akan mengakibatkan gelombang pecah yang membentuk sudut (α_b) $> 5^\circ$ terhadap garis pantai, maka akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang pantai. Kecepatan arus sepanjang pantai hasil data lapangan 0.32953 m/detik sedangkan hasil data konversi angin sebesar 0.12470 m/detik, dimana arus sepanjang pantai ini disebabkan oleh gelombang yang datangnya menyudut terhadap pantai. Arus pantai ini terjadi terutama di daerah *surfzone*, yaitu daerah antara gelombang mulai pecah sampai ke garis pantai. Gelombang yang menuju pantai menyebabkan perpindahan energi dari laut kepantai dan pada saat gelombang pecah di daerah

breakerzone, energi tersebut sebagian berubah menjadi arus sepanjang pantai dan sebagian yang lainnya lagi menyebabkan terjadinya turbulensi yang hebat di lokasi gelombang pecah tersebut. Kombinasi antara turbulensi yang tinggi dan arus sejajar pantai inilah yang menyebabkan angkutan sedimen sepanjang pantai (Triatmodjo, 2008), oleh karena gelombang datang dari arah timur menuju barat maka arus sejajar pantai yang membawa angkutan sedimen ini pun bergerak dari arah timur ke arah barat.

Angkutan Sedimen

Lokasi Pelabuhan Kendal dekat dengan daerah pantai, sehingga faktor-faktor dominan pembangkit arus adalah angin, gelombang, dan aktivitas pelabuhan serta masyarakat. Pada bulan Agustus, angin datang dari arah timur dengan kecepatan angin dominan sebesar 2.5 – 5 m/detik. Angin yang bergerak diatas permukaan air dapat membangkitkan gelombang laut.

Transport sedimen di Pelabuhan Kendal ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Potensi angkutan sedimen signifikan hasil data lapangan perhari sebesar 48,04451 m³ dan pertahun 17537,48329 m³, sedangkan hasil potensi angkutan sedimen dari konversi angin didapatkan perhari 51,24432 m³ dan pertahun 18705,50837 m³. Nilai ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang ikut berpengaruh. Faktor-faktor tersebut diantaranya arus, pasang surut, tinggi dan periode gelombang serta ukuran butir sedimen tersebut. Di pelabuhan Kendal terdapat bangunan pelindung pantai yang berupa *breakwater* (bangunan pemecah gelombang) yang juga difungsikan sebagai kolam pelabuhan, oleh karena *longshore current* yang membawa angkutan sedimen bergerak dari arah timur menuju barat maka terjadilah akresi pada sekitar daerah *breakwater* bagian timur dan terjadi abrasi pada *breakwater* di sisi barat.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa tinggi gelombang pecah yang didapat dari rumus empiris data lapangan sebesar 0,63644 m sedangkan tinggi gelombang pecah hasil data konversi angin sebesar 0,54940 m. Sudut datang gelombang pecah >5^o sehingga dapat menimbulkan arus sejajar pantai.

Kecepatan arus sepanjang pantai hasil data lapangan 0,9803 m/detik sedangkan hasil data konversi angin sebesar 0,83118 m/detik dimana arus sepanjang pantai ini disebabkan oleh gelombang pecah. Arah *longshore current* (arus sejajar pantai) cenderung sama dengan arah datang gelombang yaitu dari arah timur menuju ke arah barat.

Potensi transport sedimen tersuspensi signifikan di Pelabuhan Kendal hasil data lapangan sebesar 17537,48329m³/tahun atau 48,04451 m³/hari, sedangkan potensi transport sedimen tersuspensi signifikan hasil konversi angin sebesar 18705,50837m³/tahun atau 51,24432m³/hari.

V. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kepala Bappeda Kendal dan kepala dinas perhubungan Kendal yang telah memberikan informasi, pengarahan dan memberikan bantuan sehingga penulis mendapatkan data penelitian di lapangan. Serta kepada dosen pembimbing atas bimbingannya.

Daftar Pustaka

- BAPPEDA Kendal. 2010. *Penyusunan Kajian Analisa Breakwater Kabupaten Kendal Tahun 2010*
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Gintingdan M.J Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pantai dan Laut Secara Terpadu*. P.T Pradnya Paramita, Jakarta.
- Ningsih, N.S. 2002. *Diktat Kuliah Gelombang Laut (OS-473)*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 125 hlm.
- Suryabrata, S. 1983. *Metodologi Penelitian*, Rajawali Press, Jakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2008. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta