

STUDI PENGARUH GELOMBANG TERHADAP TRANSPORT SEDIMEN DI PERAIRAN TIMBULSLOKO KABUPATEN DEMAK JAWA TENGAH

Elia Hendri Astuti, Aris Ismanto, Siddhi Saputro*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Email : aris.ismanto@gmail.com; saputrosiddhi@gmail.com

ABSTRAK

Desa Timbulsloko adalah salah satu daerah yang terkena dampak erosi dan abrasi di Pesisir Utara Provinsi Jawa Tengah. Suatu pantai akan mengalami erosi atau sedimentasi tergantung pada kesetimbangan sedimen. Laju transportasi sedimen di daerah pantai di pengaruhi oleh ukuran butir sedimen, kemiringan pantai, gelombang dan arus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa gelombang di Perairan Timbulsloko dipengaruhi oleh angin sehingga menimbulkan arus sejajar pantai. Arus sejajar pantai tersebut menimbulkan transport sedimen dasar di lokasi penelitian.

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data sedimen dan data gelombang. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin tahun 2010-2014, Peta LPI DISHIDROS skala 1 : 500.000, dan data pasang surut tahun 2015. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan transport sedimen menggunakan rumus $Q_s=0,401xP_I$. Peramalan gelombang diperoleh dari data angin dengan menggunakan metode distribusi angin. Hasil penelitian dikelompokkan setiap musim barat, peralihan I timur, dan peralihan II. Hasil penelitian tinggi gelombang berkisar antara 0 – 1,01 meter yang akan membangkitkan gelombang pecah sehingga terjadi arus sejajar pantai yang besarnya berkisar 0 – 1,83 m/detik. Nilai arus sejajar pantai selama 5 tahun lebih tinggi ke arah kanan. Potensi angkutan sedimen signifikan Perairan Timbulsloko berkisar 0 – 1051,34 m³/hari atau 0 – 383739 m³/tahun. Transport sedimen total selama 5 tahun bernilai 1109,11 (m³/hari) dan 404826,35 (m³/tahun). Transport sedimen tersebut lebih besar menuju ke kanan (negatif).

Kata kunci: *Sedimen, Gelombang, Transport Sedimen, Timbulsloko*

ABSTRACT

Timbulsloko Village is one of the area that have erosion and abrasion problem's in Northern Coast Central Java. Erosion or sedimentation in the beach are happening depends on equilibrium sediment. The rate of sediment transport in coastal area depends by sediment grain size, slope, waves and currents measurement. This research aims to understand that waves in Timbulskoko Waters caused by wind then make longshore current. This longshore current raise up sediment transport in the location.

The materials in this research are primary data and secondary data. The primary data cover sediment and waves data. The Secondary data cover the wind data on 2010-2014, a map LPI DISHIDROS scale 1:500.000, and tide data on 2015. Research methodology determine transport sediment use the formula $Q_s=0,401xP_I$. Waves prediction is processes by wind data with wind distribution method. The results of the study arranged every season west, transition I, east, and transition II. The results of modeling high waves ranged 0 – 1,01 meters will raise up the waves break then create

longshore current ranged 0 – 1,83 m/second. The longshore current amount along 5 years is hinger go to the right side. Potential sediment transportation significant in Timbulsloko 0 – 1051,34 m³/day or 0 – 383739 m³/year. This transport sediment in dominant go to the right side (negative).

Keywords : Sediment, Wave, Sediment Transport, Timbulsloko

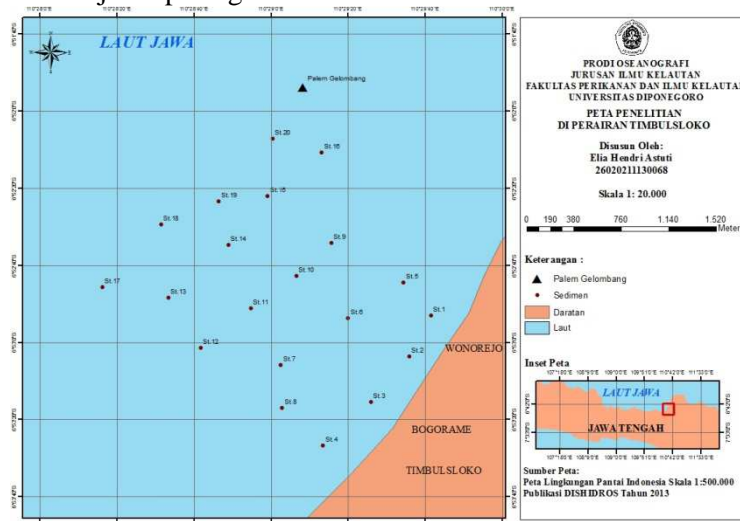
I. PENDAHULUAN

Wilayah pantai merupakan daerah yang masih mendapat pengaruh laut seperti gelombang, arus dan pasang surut. Gelombang sebagai salah satu faktor oseanografi yang berpengaruh terhadap transport sedimen (Triatmodjo, 1999). Widjojo (2010) menambahkan bahwa gelombang yang menuju pantai akan pecah di perairan dangkal menimbulkan arus sejajar pantai ataupun tegak lurus pantai. Gelombang yang pecah ini akan mengaduk sedimen pantai, sehingga terjadi perpindahan sedimen dasar. Pernyataan tersebut ditegaskan oleh Triatmodjo (1999) bahwa perpindahan sedimen yang terus-menerus akan menyebabkan sedimentasi di suatu bagian pantai sekaligus menyebabkan abrasi pada bagian lain di perairan yang bersangkutan.

Pada tahun 1980 di Desa Timbulsloko terjadi konversi lahan pertanian dan mangrove untuk pembukaan tambak menyebabkan hilangnya pesisir sekitar 400 – 1300 meter (Astra, et al., 2014). Hilangnya daratan yang tergerus merupakan fenomena abrasi. Manengkey (2011) menambahkan bahwa abrasi di pantai dipicu oleh pembangunan struktur di daerah garis pantai. Struktur tersebut akan menghalangi aliran alami dan secara langsung memengaruhi keseimbangan pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa gelombang di Perairan Timbulsloko dipengaruhi oleh angin sehingga menimbulkan arus sejajar pantai. Arus sejajar pantai tersebut menimbulkan transport sedimen dasar di lokasi penelitian.

II. Materi dan Metode Penelitian
Meteri

Penelitian ini dilakukan di Perairan Timbulsloko. Pengambilan data di lapangan yang dilaksanakan pada tanggal 4 - 6 April 2015. Lokasi penelitian terletak pada koordinat 6° 52' 8,40" LS - 6° 53' 27,60" LS dan 110° 28' 12,00" BT - 110° 29' 24,00" BT. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah menggunakan data primer berupa data gelombang lapangan dan data sedimen yang mewakili kondisi lokasi penelitian. Data pendukung berupa Peta LPI terbitan DISHIDROS tahun 2013 dan data pasang surut Perairan Semarang yang diasumsikan sama dengan pasang surut perairan Timbulsloko untuk koreksi kedalaman perairan. Data pendukung lainnya adalah data angin 5 tahun BMKG Maritim Semarang yang diolah menggunakan distribusi angin. Pengolahan distribusi data angin tersebut menghasikan tinggi dan periode signifikan yang digunakan untuk pemodelan *spectral wave*. Hasil pemodelan gelombang selanjutnya digunakan untuk menggambarkan arah gelombang yang datang menuju lokasi penelitian.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Menurut Santoso (2005), metode kuantitatif merupakan proses penelitian yang dimulaidengan problematik yang dihadapi peneliti. Problematik tersebut dikaji secara teoritis dan diadakan pengumpulan data untuk mendapatkan analisis permasalahan.

Penempatan palem gelombang dilakukan pada koordinat 6°51'53,81" LS dan 110°29'8,16" BT. pada kedalaman 1,5 meter. Pada satu titik di lokasi sebelum gelombang pecah diaman lokasipalem gelombang mewakili kondisi gelombang yang terjadi di daerah penelitian. Penentuan koordinat dilakukan menggunakan GPS. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *purposive sampling*. Yudhawati (2012) menyatakan bahwa metode *purposive sampling* adalah pengambilan sampel yang mewakili keadaan seluruh daerah penelitian. Sampel sedimen yang diambil mewakili lapisan teratas dari sedimen dasar.

Gelombang lapangan diamati secara langsung selama 3 hari, jam 14.00-18.00 WIB. Interval pengukuran adalah dengan interval pengukuran setiap 2 detik. Penentuan jam pengukuran berdasarkan survey pengamatan angin sebelum dilakukan pencatatan gelombang. Angin yang mempunyai kecepatan lebih dari 10 knot diperoleh setelah jam 14.00 WIB. Sedimen dasar diambil menggunakan *grab*. Sampel yang didapat dikeringkan untuk menghilangkan air dalam sedimen. Berat sampel yang digunakan dalam analisa adalah 200 gram. Peramalan gelombang menggunakan metode distribusi kecepatan angin. Nilai kecepatan dan arah angin BMKG 2010-2014 diolah dari nilai kecepatan maksimal untuk mendapatkan H_s dan T_s saat angin sedang dan angin agak kuat (Sugianto, 2013). Rumus menghitung nilai tinggi dan periode signifikan yaitu:

$$H_s = 0,0016 U^2 + 0,0406(U) \dots\dots\dots (1)$$

$$T_s = 0,15U + 2,892 \dots\dots\dots (2)$$

(Sugianto, 2013).

Data lapangan terdiridari tinggi dan periode gelombang. Data tersebut diurutkan dari tertinggi ke terendah. Nilai (H_n) merupakan rerata gelombang tertinggi. Nilai H_1 sampai H_n diurutkan untuk dicari nilai tertingginya atau H_{max} . Nilai minimum atau H_{min} merupakan nilai terendah dari H_1 sampai H_n . Nilai H_s signifikan (H_s) yang digunakan adalah H_{33} . Besar H_s adalah tinggi rerata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang. Cara tersebut juga digunakan untuk menghitung T_{max} , T_s , dan T_{min} . Model gelombang menggunakan modul *Hydrodynamics* (HD) dan *Spectral Waves* (SW). Data inputan model berupa data batimetri, pasang surut, dan data tinggi gelombang signifikan, periode gelombang signifikan, dan arah datang gelombang.

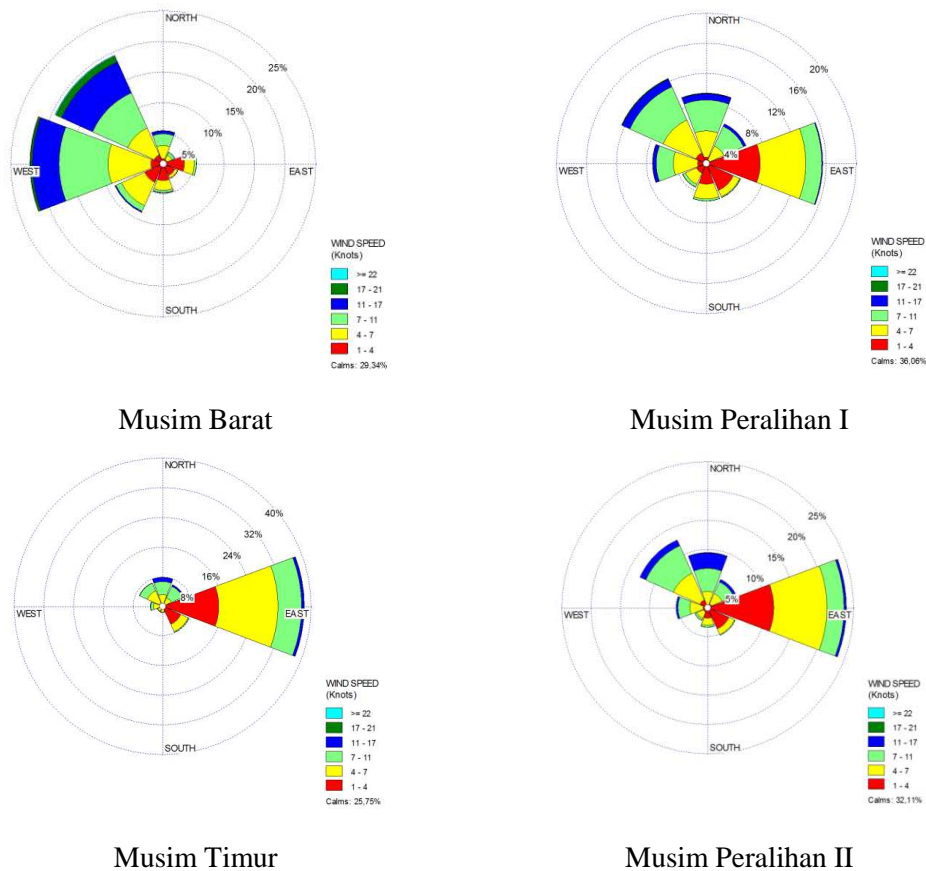
Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya yaitu perbandingan antar tinggi dan panjang gelombang. Cara mencari gelombang pecah adalah menggunakan grafik empiris. Arus sepanjang pantai dapat ditimbulkan oleh gelombang pecah yang membentuk sudut terhadap garis pantai. Parameter terpenting di dalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut gelombang pecah (Triatmodjo, 1999). Analisis ukuran butir sedimen menggunakan metode pengayakan dan pipetan. Sedimen yang telah disaring dan dipipet dicari nilai presentase sedimennya menggunakan

segitiga Shepard. Transportsedimensepanjangpantai dihitungmenggunakanrumusempiris setiap musim. Perbedaan arah tranport sedimen dilabeling dengan tanda positif dan negatif untuk mendapatkan neto sedimen tranport. Data pasang surut dari BMKG Maritim Semarang Bulan April 2015 diolah dengan metode *admiralty*. Metode tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai komponen pasang surut. Nilai tersebut digunakan untuk mencari bilangan *formzahl* dan *chart datum* (Z_0) (Poerbandonodan Djunasjah, 2005).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arah Angin

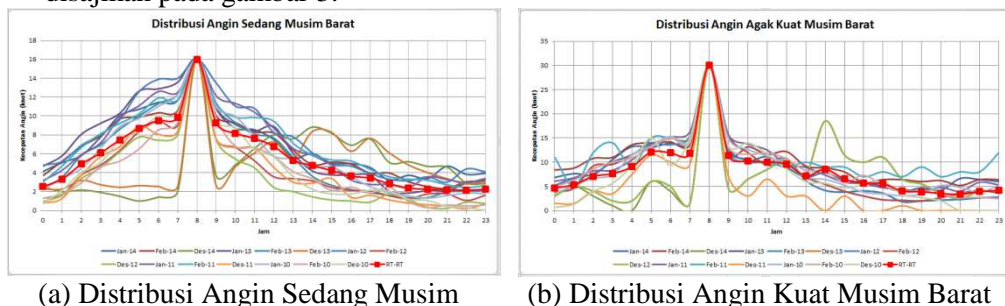
Data angin yang terdiri dari nilai sudut dan kecepatan diolah menggunakan *software windrose*. Arah angin setiap musim yaitu :



Gambar 2. Windrose Setiap Musim 2010-2014 (Pengolahan Data, 2015).

Perhitungan Distribusi Angin

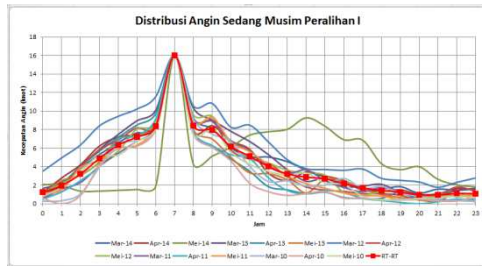
Hasil pengolahan distribusi angin sedang dan angin kuat selama 5 tahun dikelompokkan setiap musim dan ditampilkan dalam grafik. Graffik distribusi angin disajikan pada gambar 3.



(a) Distribusi Angin Sedang Musim

(b) Distribusi Angin Kuat Musim Barat

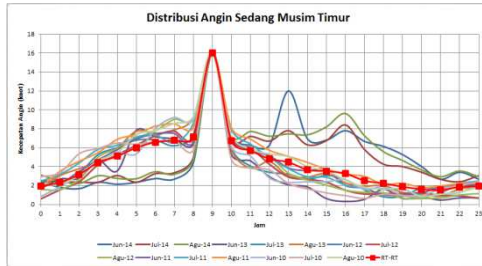
Barat



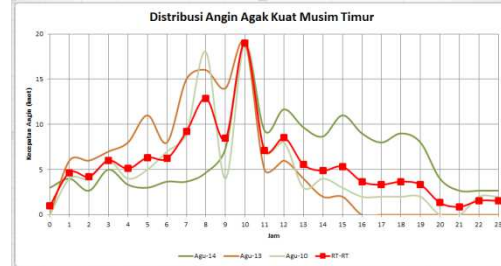
(c) Distribusi Angin Sedang Musim Peralihan I



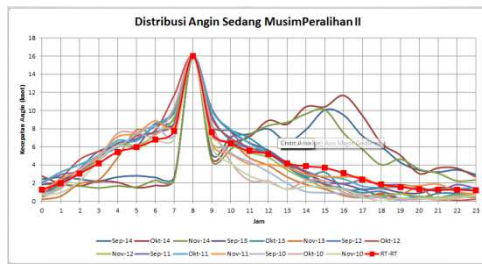
(d) Distribusi Angin Agak Kuat Musim Peralihan I



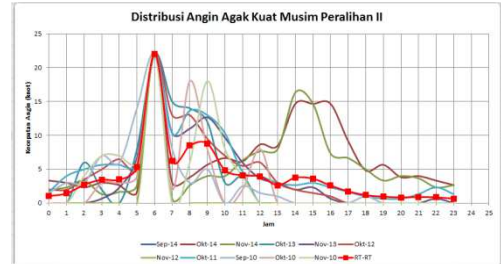
(e) Distribusi Angin Sedang Musim Timur



(f) Distribusi Angin Agak Kuat Musim Timur



(g) Distribusi Angin Sedang Musim Peralihan II



(h) Distribusi Angin Agak Kuat Musim Peralihan II

Gambar 3. Distribusi Angin (Pengolahan Data, 2015).

Tabel 1. Nilai H_s dan T_s Setiap Musim Distribusi Angin

No.	Musim	Kec. Angin (m/dt)	H_s (m)	T_s (dt)
1.	Barat	15,42	1,01	5,21
2.	Peralihan I	13,36	0,83	4,90
3.	Timur	9,77	0,55	4,36
4.	Peralihan II	11,31	0,66	4,59

(Pengolahan Data, 2015).

Gelombang yang terjadi di perairan Timbulok dikategorikan gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Hasil peramalan distribusi angin yang terjadi menunjukkan bahwa pada musim barat tinggi dan periode gelombang nilai H_s adalah 1,01 m dan T_s adalah 5,21 detik, musim peralihan I H_s sebesar 0,83 m dan T_s adalah 4,90 detik. Pada musim Timur nilai H_s adalah 0,55 m dan T_s sebesar 4,36 detik. Pada musim peralihan II H_s adalah 0,66 m dan T_s nilainya 4,59 detik. Periode yang terjadi berkisar 1-10 detik. Munk (1951 dalam Sugianto 2010) menyatakan bahwa gelombang yang mempunyai periode gelombang antara 1 – 10 detik adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Peramalan gelombang dikelompokkan menjadi 4 musim, yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Data tersebut dikelompokkan menjadi 4 musim agar diperoleh karakteristik gelombang berdasarkan musim selama 5 tahun. Nilai

d/Lhasil perhitungan didapatkan bahwa tipe kedalaman laut di Perairan Timbulsloko berkisar $0,05 < d/L < 0,5$ yang merupakan kategori perairan menengah.

Gelombang Pecah

Hasil perhitungan gelombang representatif setiap musim diperoleh tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman gelombang pecah(D_b), dan sudut gelombang pecah (α_b). Hasil perhitungan disajikan pada tabel 2.

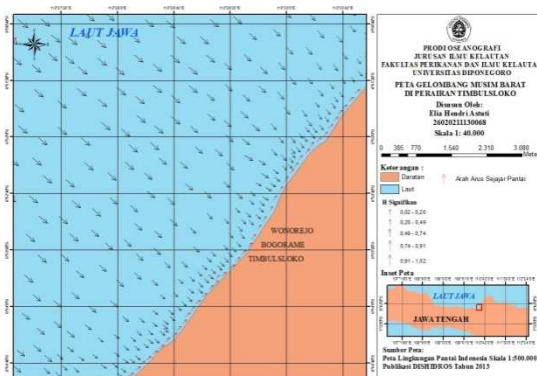
Tabel 2. Gelombang Pecah

No	Musim	$\alpha_0(^{\circ})$	H_b (m)	D_b (m)	$\alpha_b (^{\circ})$	Keterangan α_b
1.	Barat	320	1,11	1,31	35,73	(-)
2.	Peralihan I	330	0,95	1,06	25,19	(-)
3.	Timur	110	0,66	0,74	39,99	(+)
4.	Peralihan II	20	0,76	0,86	15,49	(+)

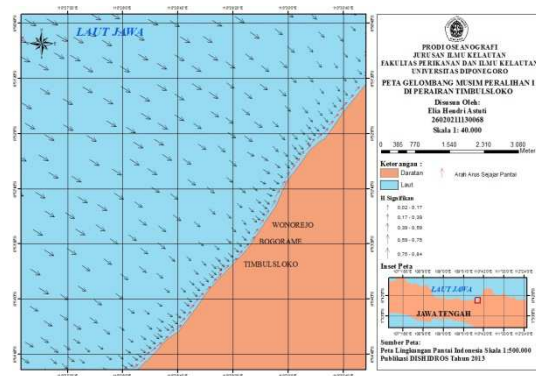
(Pengolahan Data, 2015).

Hasil perhitungan distribusi angin menghasilkan gelombang yang menyebabkan arus susur pantai. Pada Musim Barat didapatkan bahwa gelombang datang dari sudut 320° didapatkan tinggi gelombang pecah 1,11 meter di kedalaman 1,31 meter. Sudut yang terbentuk sebesar $35,73^{\circ}$ ke arah barat sehingga arus bergerak dari barat menuju timur. Pada Musim Peralihan I gelombang datang dari 330° menghasilkan tinggi gelombang pecah 0,95 meter di kedalaman 1,06 meter. Sudut yang terbentuk sebesar $25,19^{\circ}$ ke arah barat sehingga arus bergerak dari barat menuju timur. Pada Musim Timur gelombang datang dari 110° menghasilkan tinggi gelombang pecah 0,66 meter. Sudut yang terbentuk sebesar $39,99^{\circ}$ ke arah timur sehingga arus bergerak dari timur menuju barat. Pada musim Peralihan II sudut datang gelombang yaitu 20° menghasilkan tinggi gelombang pecah 0,76 meter di kedalaman 0,86 meter. Sudut yang terbentuk sebesar $15,49^{\circ}$ ke arah timur sehingga arus bergerak dari timur menuju barat. Triatmodjo (1999) menambahkan bahwa gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar.

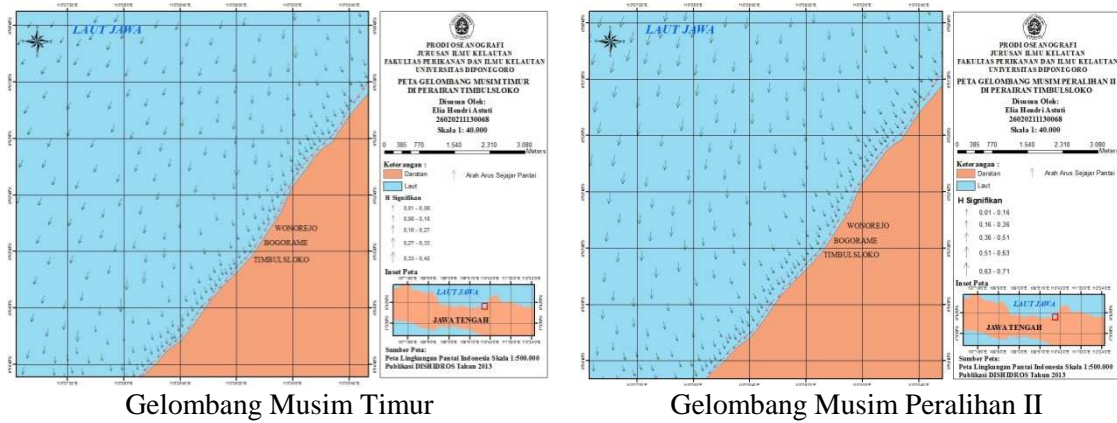
Hasil analisis gelombang yang menuju Perairan Timbulsloko membentuk sudut datang gelombang pecah. Sudut datang pada Musim Barat sebesar $35,73^{\circ}$. Sudut datang pada Musim Peralihan I sebesar $29,15^{\circ}$. Sudut datang pada Musim Timur sebesar $39,99^{\circ}$. Sudut datang pada Musim Peralihan II sebesar $15,49^{\circ}$. Selama 4 musim sudut datang gelombang pecah yang dihasilkan lebih dari 5° . Hal tersebut menjelaskan bahwa di lokasi penelitian terjadi arus sejajar pantai. Gelombang dari laut dalam menuju ke pantai mengalami pendangkalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi gelombang di laut dalam lebih kecil dari pada tinggi gelombang pecah. Dauhan (2013) menambahkan bahwa perambatan gelombang menuju perairan dangkal semakin mengurangi kecepatan tapi energinya justru bertambah besar sehingga tinggi gelombang juga menjadi semakin bertambah besar. Arah gelombang setiap musim disajikan pada gambar 4.



Gelombang Musim Barat



Gelombang Musim Peralihan I



Gambar 4. Pemodelan gelombang (pengolahan data, 2014).

Arus Sejajar Pantai

Arus sejajar pantai selama empat musim digambarkan dalam bentuk grafik yang disajikan pada tabel 3.

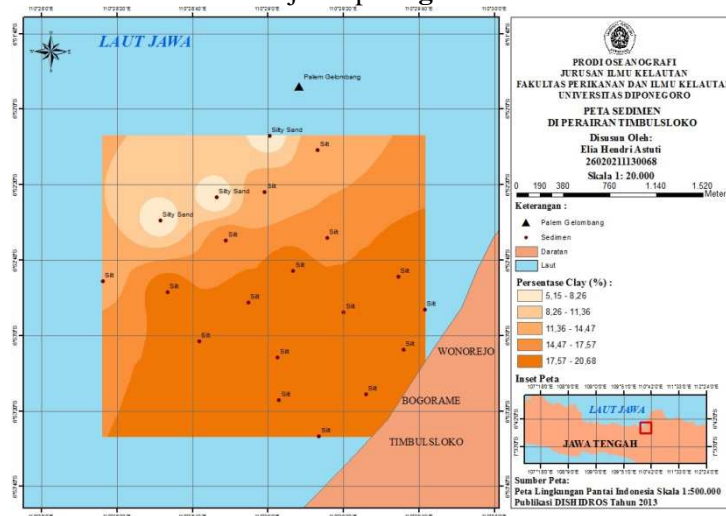
Tabel 3. Gelombang Pecah Arus Sejajar Pantai Setiap Musim.

No	Musim	V (m/dt)	Keterangan
1.	Barat	1.83	(-)
2.	Peralihan I	1.38	(-)
3.	Timur	1.46	(+)
4.	Peralihan II	0.82	(+)

(Pengolahan Data, 2015).

Angkutan Sedimen

Sampel sedimen sebanyak 20 stasi dianalisis menggunakan skala Wenworth. Peta sedimen di Perairan Timbulsloko disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Peta Sedimen (Pengolahan Data, 2015)

Besar angkutan sedimen per hari dan per tahun disajikan pada **tabel 4.**

Tabel 4. Besar Angkutan Sedimen per Hari dan per Tahun

No	Keterangan	Angkutan Sedimen Per Hari (m ³ /hari)	Angkutan Sedimen Per Tahun (m ³ /tahun)	Keterangan
1.	Barat	1051,34	383739,37	(-)
2.	Peralihan I	565,51	206410,59	(-)
3.	Timur	288,12	105163,01	(+)
4.	Peralihan II	219,62	80160,59	(+)
Sedimen Net		1109,11	404826,35	(-)

(Pengolahan Data, 2015).

Gelombang menimbulkan arus sejajar pantai menyebabkan sedimen dasar ikut bergerak menuju pantai. Pada saat arus menuju pantai sedimen berupa pasir terbawa arus dengan cara meloncat-loncat dan berhenti di suatu kedalaman tertentu membentuk. Pasir yang terbawa arus tersebut menumpuk di lokasi membentuk sebuah gumuk pasir di bawah laut. Kecepatan arus berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman sehingga sedimen dalam bentuk pasir tidak mampu terangkut lagi, sehingga sedimen yang terbawa adalah *silt* dengan cara melayang layang di perairan.

Pasang Surut

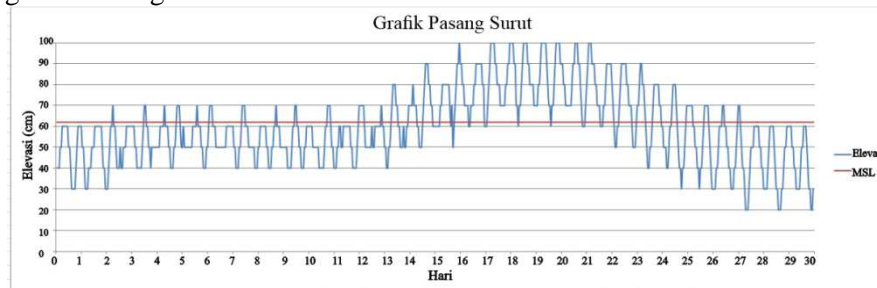
Perhitungan konstanta pasang surut dilakukan dengan metode *admiralty*. Data prediksi selama 30 hari bulan April 2015 dengan interval bacaan setiap 1 jam. Komponen pasang surut yang dihasilkan dari pengolahan metode *admiralty* disajikan pada **tabel 4.**

Tabel 4. Komponen Pasang Surut

No	Komponen Pasut	Nilai (cm)
1.	F	1,25
2.	Z ₀	32,3

(Pengolahan Data, 2015).

Tipe pasang surut yang terjadi di Perairan Timbulloko adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda.



Gambar 7. Grafik Pasang Surut (Pengolahan Data, 2015).

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah berlangsung dapat disimpulkan bahwa gelombang di Perairan Timbulloko dipengaruhi angin karena nilai T_s selama 4 musim berkisar antara 1-10 detik. Gelombang yang datang membentuk sudut lebih dari 5° sehingga terjadi arus sejajar pantai. Arus tersebut menimbulkan transport sedimen pada Musim Barat 1051,34 (m³/hari) dan 383739,37 (m³/tahun), Musim Peralihan I sebesar 565.51 (m³/hari) dan 206410.59 (m³/tahun), Musim Timur sebesar 288.1178 (m³/hari) dan 105163.01 (m³/tahun), dan Musim Peralihan II 219.6181 (m³/hari) dan 80160.59 (m³/tahun). Transport sedimen total bahwa selama 5 tahun bertanda negatif 1109,11 (m³/hari) dan negatif 404826,35 (m³/tahun). Hal tersebut menunjukkan bahwa transport sedimen di Perairan Timbulloko lebih besar menuju ke kanan (negatif).

DAFTAR PUSTAKA

- Astra, A. S., Etwin K. S., Arief M. H., Mochammad B. M. 2014. Laporan Kegiatan Keterlibatan Masyarakat Dalam Pengelolaan Kawasan Pesisir dan Laut Studi Kasus : Kawasan Perlindungan Pesisir Desa Timbulloko, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Wetlands International Indonesia. Bogor.
- Dauhan, S. K, H. Tawas, H. Tangkudung, J. D. Mamoto. 2013. Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep Oki. Jurnal Sipil Statik ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Manengkey, H. W. K. 2011. Sebaran Ukuran Butiran Sedimen Gisik Sekitar Groin Pantai Kalasey. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis, Universitas Sam Ratulangi, Vol. VII (3).
- Poerbandono, Djunasjah E. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama. Bandung.
- Santoso, G. 2005. Metodologi Penelitian. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.
- Sugianto, D.N. 2010. Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Paciran, Jawa Timur. Jurnal Ilmu Kelautan Vol. 15 (3) 143-152 ISSN 0853-7291. FPIK Undip Semarang.
- Sugianto, D. N. 2013. Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Jawa. Program Doktor Teknik Sipil. FT Undip. Semarang.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Widjojo, S. JB. 2010. Transportasi Sedimen oleh Kombinasi Aliran Permanen Beraturan dan Gelombang Seragam. Media Teknik Sipil. ISSN 1412-0976. UNS. Surakarta.
- Yudowati, S.O, Warsito, A., Sri Y. W. 2012. Studi Transportasi Sedimen Di Pantai Slamanan Pekalongan. J-Oce 197-196. FPIK Undip Semarang.