

STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PERAIRAN KELING KABUPATEN JEPARA

Nunut Parasian Siregar, Petrus Subardjo, Heryoso Setiyono*)

Program Studi Oseanografi
Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK UNDIP, Semarang
Telp/Fax(024)7474698 *e-mail: nunut_parasian@windowslive.com

ABSTRAK

Pantai merupakan wilayah yang mengalami perubahan fisik baik perubahan maju maupun perubahan mundur garis pantai. Perubahan yang terjadi di pantai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor alam dan aktivitas manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai perubahan garis pantai serta daerah yang mengalami akresi maupun abrasi yang terjadi di perairan Keling dalam kurun waktu 2003-2013. Penelitian dilaksanakan di Perairan Keling Kabupaten Jepara pada tanggal 15 Oktober sampai dengan 20 Oktober 2013. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Untuk pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling method* mengambil 24 sampel sedimen. Hasil penelitian menunjukkan abrasi yang terjadi di perairan Keling dalam kurun waktu 2003-2013 adalah seluas 223.212,72 m² dengan laju rata-rata tiap tahunnya adalah sebesar 20.292,07 m²/tahun sedangkan perubahan akresi yang terjadi dalam kurun waktu 2003-2013 adalah sebesar 39.773,85 m² dengan laju rata-rata tiap tahunnya 3.615,80 m²/tahun. Kondisi gelombang dalam waktu 2003-2013 dominan berasal dari timur dan barat laut dengan tinggi gelombang sebesar 0,617 m dengan periode 3,01 detik. Sedimen Perairan Keling didominasi oleh pasir dan untuk sedimen dasar didominasi oleh lanau.

Kata kunci: Abrasi, Akresi, Perubahan Garis Pantai, Perairan Keling Kabupaten Jepara

ABSTRACT

Shore is an area experiencing physical change either forward change or backward change in its shoreline. The change happened in the shore are influenced by several factors such as natural factor and human activity factor. The purpose of research is to give information about shoreline change and information about the area that experiences accretion and abrasion happened in Keling Waters in time era 2003 – 2013. Research is done in Keling waters, Jepara Regency on October 15th until October 20th 2013. Research used kuantitatif method. The sampling method used in research was purposed sampling method, by taking sediment in 24 points location. The research result shows that the abrasion happened in Keling waters in time era 2003 – 2013 is 223.212,72 m² in range and the average velocity is 20.292,07 m²/year, whereas the accretion in time era 2003 – 2013 is 39.773,85 m² in range and the average velocity is 3.615,80 m²/year. The wave condition in time era 2003 – 2013 dominantly comes from east and northwest with the height of wave is 0,617 m and the period is 3,01 s. Keling waters is dominated by sand and the sea bottom sediment is dominated by silt.

Keywords: Abrasion, Accretion, Shoreline Change, Keling Waters, Jepara Regency

Pendahuluan

Wilayah pantai merupakan wilayah yang mudah mengalami perubahan fisik. Perubahan tersebut dapat terlihat dari maju atau mundurnya garis pantai. Perubahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas manusia dan fenomena alam. Aktivitas pemanfaatan wilayah pantai sebagai kawasan pemukiman, industri, daerah wisata memberikan dampak yang serius terhadap bentuk garis pantai. Di sisi lain fenomena alam yang dimaksud di antaranya angin, gelombang, arus, pasang surut. Perubahan garis pantai baik maju atau mundur memberikan banyak permasalahan, di antaranya bertambah atau berkurangnya luas lahan yang dapat dimanfaatkan, dan terancamnya aktivitas manusia. Hal ini menjadi perhatian utama bagi kalangan masyarakat pesisir dan juga pemerintah.

Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses abrasi dan akresi. Abrasi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sedimen yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi.

Dalam pengamatan daerah pantai yang luas dan perubahannya yang cepat diperlukan teknologi yang dapat mempercepat proses penyediaan informasi. Teknologi yang dimaksud adalah penginderaan jauh khususnya Landsat 7 ETM⁺ (Lillesand dan Kiefer, 1979 dalam Widyastuti, 2007).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi dalam kurun waktu 2003-2013 di perairan Keling Jepara.

Materi dan Metode

Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) tahap, yaitu pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Oktober 2014 di perairan Keling. Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data citra *Landsat* perekaman 2003 dan 2013, data pengukuran gelombang, pasang surut, sampel sedimen dan kemiringan pantai serta beberapa data tambahan seperti data angin tahun 2003-2013 dan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI).

Tahap awal dari interpretasi citra diawali dengan pemotongan (*cropping*) sesuai dengan daerah penelitian yang diambil untuk memperjelas lokasi penelitian sekaligus mempermudah dalam pengenalan pola maupun kunci interpretasi lainnya. Pemotongan citra yang terhadap data citra pantai Keling tahun 2003 dan 2013.

Data angin 2003-2013 diperoleh dari stasiun BMKG Maritim Semarang. Pengolahan data angin dilakukan dengan menggunakan metode SMB (*Sverdrup-Munk-Bretschneider*).

Data gelombang pada penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran gelombang selama tiga hari dengan menggunakan alat *Acoustic Doppler Current Profile* (ADCP).

Data karakteristik gelombang yang didapat seperti tinggi gelombang dan periode gelombang, dianalisis dengan menggunakan penentuan gelombang representatif menurut Triatmodjo (1999) sebagai berikut:

$$n=33,3\% \times \text{Jumlah data}$$

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

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

keterangan:

H_s : Tinggi Gelombang Signifikan (m)

T_s : Periode Gelombang Signifikan (s)

H_{1...n} : Tinggi Gelombang ke 1,2,...,n (m)

T_{1...n} : Periode Gelombang ke 1,2,...,n (s)

n : Jumlah Data

Nilai H_s dihitung dari 33,3% tinggi gelombang tertinggi dan T_s dihitung dari 33,3% periode gelombang besar.

Dari hasil pengolahan data gelombang akan diperoleh kecepatan arus sejajar pantai di mana arus sejajar pantai akan erat kaitannya sebagai parameter yang menangkut material sedimen tegak lurus garis pantai.

Data pengukuran pasang surut diolah dengan menggunakan metode *admiralty* di mana akan menghasilkan bilangan *formzhal* yang akan menunjukkan karakteristik pasang surut di perairan Keling

Analisis ukuran butir sedimen dilakukan dengan cara penyaringan dan pipetan untuk melihat tekstur sedimen berdasarkan ukuran butiran.

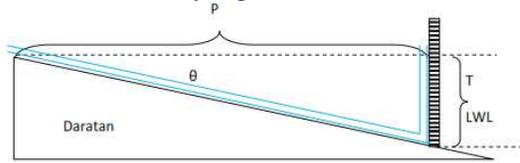
Tabel 1. Daftar Laju Endapan Partikel Sedimen menurut Krumbein & Pettijohn (1961) dalam Wibisono (2005)

Ukuran Butir (mm)	Waktu			Jarak Tenggelam (cm)
	Jam	Menit	Detik	
0,0625	-	-	58	20
0,0312	-	1	56	10
0,0156	-	7	42	10
0,0078	-	31	-	10
0,0039	2	3	-	10

Tabel 2. Ukuran Besar Butir untuk Sedimen menurut Skala Wentworth (Pettijohn, 1975)

Nama Partikel	Diameter (mm)
Bongkah (<i>Boulder</i>)	>256
Kerakal (<i>Cobble</i>)	64 - 256
Kerikil (<i>Pebble</i>)	4 - 64
Butiran (<i>Granule</i>)	2 - 4
Pasir sangat kasar (<i>v. coarse sand</i>)	1 - 2
Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,5 - 1
Pasir sedang (<i>medium sand</i>)	0,25 - 0,5
Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0,125 - 0,25
Pasir sangat halus (<i>v. fine sand</i>)	0,0625 - 0,125
Lanau	0,004 - 0,0625
Lempung	< 0,004

Pengukuran kemiringan/profil pantai ini menggunakan metode Blong (Dackombe dan Gardiner, 1983) yang diilustrasikan oleh Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Ilustrasi Pengukuran Kemiringan Pantai

Keterangan gambar :

- P : panjang horisontal
- T : tinggi vertikal
- LWL : lowest water level (surut terendah)
- : selang berisi air
- : bambu berskala

Hasil dan Pembahasan

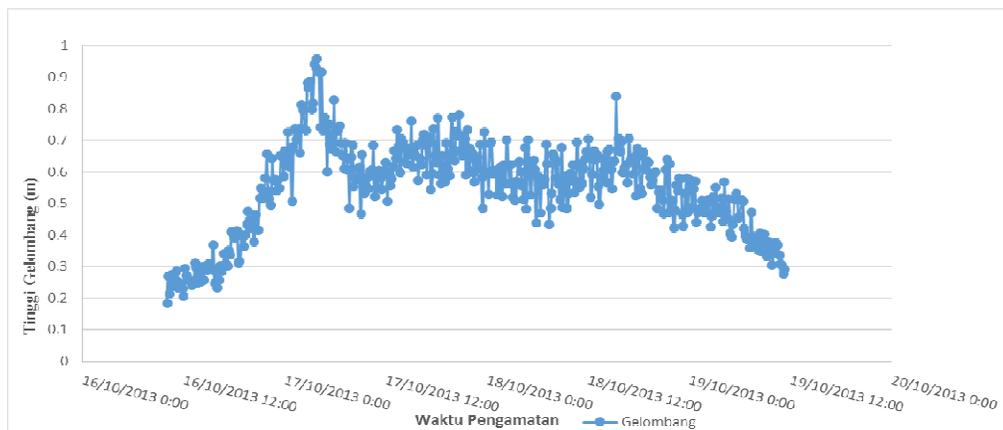
Gelombang dan *Longshore Current*

Pengukuran gelombang yang dilakukan dengan menggunakan ADCP memberikan informasi tinggi gelombang dan periode gelombang. Perekaman data tinggi gelombang dan periode gelombang dilakukan selama tiga hari.

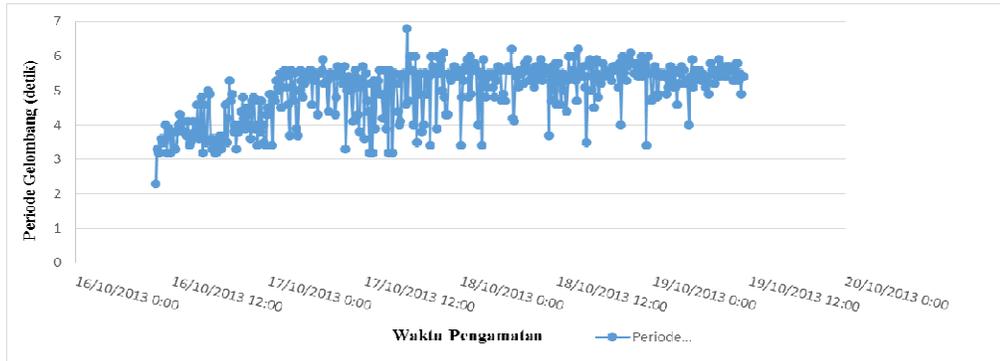
Analisa karakteristik gelombang pengukuran di lapangan didapatkan tinggi gelombang signifikan (H_s) adalah 0.695 meter dan periode gelombang signifikan (T_s) adalah 5.686 detik. Rata-rata tinggi gelombang yaitu 0.547 meter, rata-rata periode 4.965 detik. Tinggi gelombang maksimum mencapai 0.959 meter, periode maksimum mencapai 6.8 detik. Tinggi gelombang minimum 0.183 meter dan periode minimum 2.3 detik.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Periode dan Gelombang Lapangan

Data	H (meter)	T (detik)
Signifikan	0.695	5.686
Rata-Rata	0.547	4.965
Maksimum	0.959	6.8
Minimum	0.183	2.3



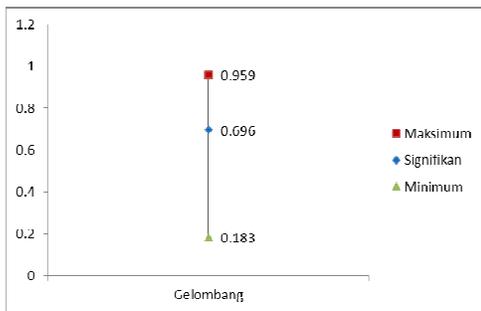
Gambar 2. Tinggi Gelombang Pengukuran Lapangan



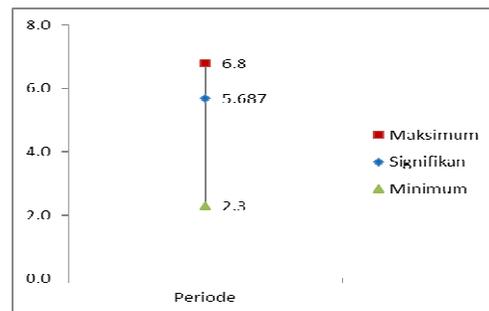
Gambar 3. Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

Tabel 4. Karakteristik Gelombang Berdasarkan Perhitungan H_s dan T_s Pengukuran Lapangan.

Data	H_s	T_s	d (m)	L (m)	H_b	db	Longshore Current
Lapangan	0.695	5.6	9	43.48	1.005	1.15	1.08534



Gambar 4. Tinggi Gelombang Representatif Pengukuran Lapangan



Gambar 5. Periode Gelombang Representatif Pengukuran Lapangan

Hasil pengolahan data angin menjadi data gelombang selama 11 tahun (2003-2013) menunjukkan bahwa tinggi gelombang pada musim barat adalah sebesar 0,68 meter dengan periode 3,19 detik. Pada musim peralihan I diperoleh tinggi gelombang 0,58 meter dengan periode 2,98 detik. Untuk musim timur tinggi gelombang sebesar 0,49 meter dengan periode gelombang 2,79 detik. Pada musim peralihan II diperoleh tinggi gelombang 0,55 meter. Dari pemaparan tersebut didapatkan bahwa tinggi gelombang terbesar terjadi pada musim barat diikuti dengan musim peralihan I, peralihan II, dan musim timur. Berdasarkan nilai dari periode gelombang, gelombang di perairan pantai Keling termasuk kepada gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Hal ini dijelaskan oleh Munk (1951) dalam Sugianto (2010) menyatakan bahwa gelombang yang memiliki periode 1-10 detik dapat dikategorikan sebagai gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Distribusi angin akan selalu berubah-ubah tiap musimnya di mana pada musim peralihan kecepatan angin relatif lebih lemah dibandingkan pada musim barat dan musim timur (Bayong, 2004).

Dampak gelombang terhadap garis pantai adalah adanya *longshore current* (arus sejajar pantai) yang ditimbulkan oleh gelombang pecah yang akan membawa material sedimen tegak lurus garis pantai. Arus sejajar pantai akan terbentuk apabila sudut gelombang $> 5^\circ$.

Pasang Surut

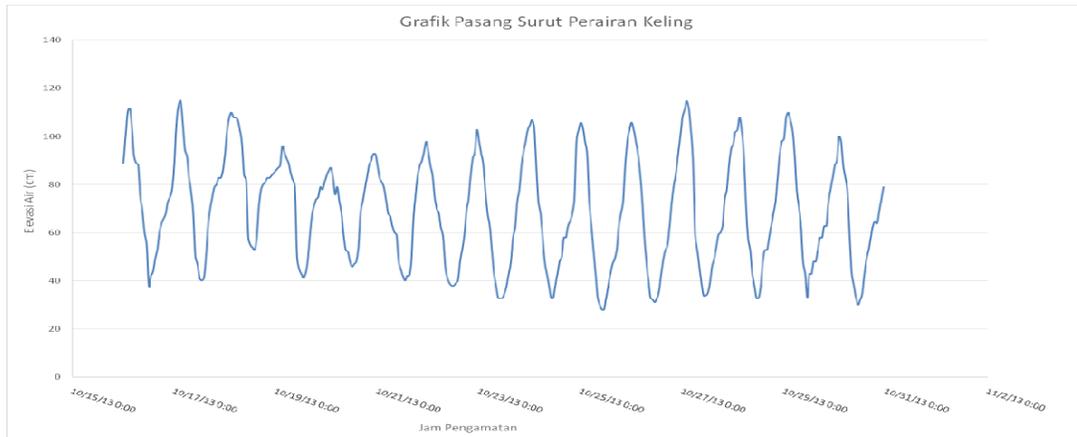
Pengukuran pasang surut selama 15 hari bertujuan untuk melihat tipe pasang surut yang terjadi di Perairan Keling. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *admiralty* perairan Keling mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari. Hasil ini menunjukkan bahwa jenis pasang surut di perairan Keling adalah pasang surut harian tunggal. Sesuai dengan pernyataan Wyrтки (1961) pasang surut harian tunggal merupakan pasang surut yang setiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Pengolahan data lapangan menghasilkan bilangan *Formzahl* sebesar 4,28. Di mana dari nilai bilangan *Formzahl* $> 4,00$ maka perairan tersebut termasuk ke dalam kategori pasang surut harian tunggal.

Tabel 5. Gelombang Representatif Hasil konversi Angin

Gelombang	Hs (meter)	Ts (detik)
Signifikan	0.617	3.01
Rata-Rata	0.484	2.74
Maksimum	0.943	3.62
Minimum	0.266	2.42

Tabel 6. Karakteristik Gelombang dan *Longshore Current* di Perairan Keling dalam Musim

Musim	Hs	Ts	d	L	C	Hb	db	Lb	V
	(m)	(s)	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m/s)
Barat	0.689	3.194	9	15.89	4.984	0.747	0.918	9.581	1.221
Peralihan I	0.584	2.989	9	13.93	4.665	0.630	0.783	8.287	1.109
Timur	0.491	2.793	9	12.16	4.358	0.527	0.632	6.955	0.982
Peralihan II	0.551	2.923	9	13.36	4.562	0.582	0.699	7.651	1.034



Gambar 6. Grafik Pasang Surut di Perairan Keling Kabupaten Jepara

Sedimen

Hasil analisis sedimen menunjukkan bahwa jenis sedimen dasar perairan yang dominan adalah lanau dan untuk sedimen dasar pantai keseluruhannya adalah jenis sedimen pasir. Sedimen di alam tidak pernah memiliki ukuran yang sama, maka perlu ditentukan ukuran butir yang representatif untuk mewakili contoh sedimen yang dianalisis. Ukuran representatif yang digunakan adalah nilai D₅₀. Nilai D₅₀ dari masing-masing sampel dihitung kemudian di rata-ratakan dan didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 7. Nilai D₅₀ adalah nilai ukuran butir pada persentase ke 50 berat sampel sedimen. Seperti yang dinyatakan oleh Poerbandono dan E.Djunarsjah (2005), bahwa ukuran representatif yang dipakai untuk mewakili sedimen adalah diameter mediannya yang ditentukan melalui berat dinotasikan sebagai D₅₀.

Tabel7. Nilai D₅₀ dan Jenis Sedimen di Perairan Keling Jepara

Stasiun	Koordinat		D50 (mm)	Jenis Sedimen
	Bujur	Lintang		
1	110° 55' 28.1" E	6° 24' 24.18" S	0.335	Pasir
2	110° 55' 24.70" E	6° 24' 23.37" S	0.304	Pasir
3	110° 55' 21.83" E	6° 24' 21.846" S	0.343	Pasir
4	110° 55' 19.382" E	6° 24' 20.928" S	0.354	Pasir
5	110° 55' 16.445" E	6° 24' 18.765" S	0.511	Pasir
6	110° 55' 13.446" E	6° 24' 19.092" S	0.323	Pasir
7	110° 55' 9.468" E	6° 24' 18.113" S	0.284	Pasir lanauan
8	110° 55' 1.329" E	6° 24' 15.053" S	0.311	Pasir
9	110° 54' 57.596" E	6° 24' 15.849" S	0.413	Pasir
10	110° 54' 54.842" E	6° 24' 16.889" S	0.902	Pasir
11	110° 54' 52.883" E	6° 24' 17.929" S	0.530	Pasir
12	110° 54' 49.579" E	6° 24' 18.48" S	0.863	Pasir
13	110° 54' 45.295" E	6° 24' 18.603" S	0.844	Pasir
14	110° 54' 40.888" E	6° 24' 19.031" S	0.577	Pasir
15	110° 54' 28.9" E	6° 24' 11.5" S	0.048	Lanau
16	110° 54' 45.4" E	6° 24' 10.1" S	0.048	Lanau
17	110° 55' 02.6" E	6° 24' 04.7" S	0.049	Lanau
18	110° 55' 22.0" E	6° 24' 18.3" S	0.037	Lanau

19	110° 55' 43.8" E	6° 24' 22.1" S	0.045	Lanau
20	110° 55' 43.9" E	6° 24' 08.6" S	0.038	Lanau
21	110° 55' 25.0" E	6° 24' 00.0" S	0.037	Lanau
22	110° 54' 59.5.0" E	6° 23' 54.3" S	0.046	Lanau
23	110° 54' 47.05" E	6° 23' 50.91" S	0.043	Lanau
24	110° 54' 36.9" E	6° 23' 45.9" S	0.044	Lanau

Kemiringan Pantai

Untuk pengukuran kemiringan / kelerengan pantai dari 14 titik pengambilan diperoleh hasil 11 stasiun dengan kemiringan berkisar antara 1-3°, 2 stasiun dengan kemiringan berkisar antara 3-6° dan 1 stasiun dengan kemiringan < 1°. Dengan nilai tersebut profil pantai perairan Keling termasuk ke dalam kategori sangat landai. Hal ini dijelaskan oleh Verstappen (1953) yang mengacu pada *United State Soil System Management* (USSSM) dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) di mana untuk slope kisaran 1 – 3° termasuk ke dalam kategori sangat landai.

Tabel 8. Profil Kemiringan Pantai

Stasiun	Koordinat Pengambilan		α	Keterangan
	Bujur	Lintang		
1	110° 55' 28.1" E	6° 24' 24.18" S	1.432	Sangat Landai
2	110° 55' 24.70" E	6° 24' 23.37" S	1.123	Sangat Landai
3	110° 55' 21.83" E	6° 24' 21.846" S	1.619	Sangat Landai
4	110° 55' 19.382" E	6° 24' 20.928" S	1.418	Sangat Landai
5	110° 55' 16.445" E	6° 24' 18.765" S	1.485	Sangat Landai
6	110° 55' 13.446" E	6° 24' 19.092" S	2.356	Sangat Landai
7	110° 55' 9.468" E	6° 24' 18.113" S	2.615	Sangat Landai
8	110° 55' 1.329" E	6° 24' 15.053" S	1.691	Sangat Landai
9	110° 54' 57.596" E	6° 24' 15.849" S	1.443	Sangat Landai
10	110° 54' 54.842" E	6° 24' 16.889" S	1.854	Sangat Landai
11	110° 54' 52.883" E	6° 24' 17.929" S	1.868	Sangat Landai
12	110° 54' 49.579" E	6° 24' 18.48" S	3.243	Landai
13	110° 54' 45.295" E	6° 24' 18.603" S	6.441	Landai
14	110° 54' 40.888" E	6° 24' 19.031" S	0.286	Hampir Datar

Transport Sedimen

(Triatmojo,1999) memaparkan gelombang yang menjalar ke pantai, semakin menuju pantai maka tinggi gelombangnya akan semakin tinggi namun nilai panjang gelombang dan kecepatan gelombangnya akan semakin pendek, dan apabila gelombang sudah mencapai tinggi maksimum maka gelombang tersebut akan pecah. Berdasarkan pengolahan data gelombang dapat dibuktikan bahwa gelombang yang menjalar menuju pantai tinggi gelombangnya akan semakin tinggi dan panjang gelombangnya akan semakin pendek. Semakin besar satu gelombang pecah yang terjadi di pantai akan berbanding lurus dengan arus sejajar pantai (*longshore current*) yang terjadi. Begitu juga dengan halnya jumlah sedimen yang tertransport di pantai. Besarnya tinggi gelombang yang terjadi akan berbanding lurus dengan jumlah sedimen yang tertransport di pantai. Semakin tinggi nilai gelombang yang terjadi di pantai maka jumlah sedimen yang tertransport juga akan semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Tabel 12**

Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan hasil tumpang susun kedua peta interpretasi citra (Gambar) diketahui bahwa perairan Keling mengalami perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh beberapa faktor oseanografi seperti gelombang, arus sejajar pantai, pasang surut yang terjadi dalam kurun waktu 2003-2013. Pada periode tahun 2003-2009 terjadi penambahan panjang garis pantai sepanjang 828,91 meter. Luas lahan yang hilang akibat abrasi dari tahun 2003 sampai dengan 2013 adalah sebesar 223212,72 m² dengan laju rata-rata perubahan tiap tahunnya adalah sebesar 20292,07 m²/tahun. Perubahan yang terjadi akibat adanya proses akresi dari tahun 2003 sampai dengan 2013 adalah sebesar 39773,85 m² dengan laju rata-rata perubahan tiap tahunnya adalah sebesar 3615,80 m²/tahun. Peta perubahan garis pantai dapat dilihat pada Gambar dan luas akresi dan abrasi yang terjadi dalam waktu 2003-2009 ditunjukkan oleh **Tabel 9 dan Tabel 10**. Untuk peta perubahan garis pantai dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Tabel 9. Luasan Daerah Yang Mengalami Perubahan Mundur (abrasi) tahun 2003-2013

No.	Nama Desa	Luas Area (M ²)
1	Desa Bandungharjo	12203,998
2	Desa Banyumanis	9615,311
3	Desa Ujungwatu	201573,409
	Total	223212,72

Tabel 10. Luasan Daerah Yang Mengalami Perubahan Mundur (abrasi) tahun 2003-2013

No.	Nama Desa	Luas Area (M ²)
1	Desa Bandungharjo	26362,904
2	Desa Banyumanis	10093,687
3	Desa Ujungwatu	3317,254
	Total	39773,85

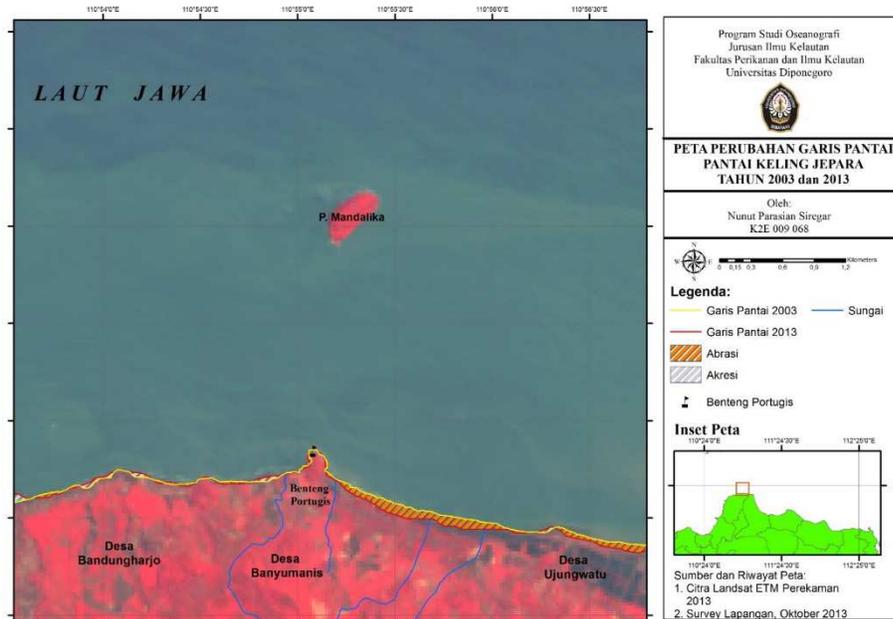
Tabel 11. Transport Sedimen di Perairan Keling Jepara Dalam Musim

Musim	C	Hb (m)	db (m)	Cb (m/s)	α (°)	P ₁ (tonm/hari/m)	Q _s (m ³ /tahun)
Barat	4,98	0,74	0,91	2,99	25,2	3.594,02	1.859.152
Peralihan I	4,66	0,63	0,78	2,77	24,8	2.334,42	1.207.572
Timur	4,35	0,52	0,63	2,49	23,8	1.422,95	736079,9
Peralihan II	4,56	0,58	0,69	2,61	23,9	1.827,99	945.605,4

Tabel 12. Transport Sedimen di Perairan Keling Jepara Dalam Musim

Tahun	C	Hb (m)	db (m)	Cb (m/s)	α (°)	P ₁ (tonm/hari/m)	Q _s (m ³ /tahun)
2003	3,99	0,53	0,65	2,53	26,7	1.644,34	850.611,37
2004	3,99	0,54	0,66	2,54	26,8	1.673,98	865.935,1
2005	3,98	0,53	0,65	2,55	25,8	1.642,03	849.406,5
2006	3,92	0,52	0,63	2,5	26,9	1.535,33	794.212,4
2007	3,97	0,54	0,66	2,56	26,9	1.678,73	868.391,5
2008	4,01	0,55	0,68	2,58	27,07	1.803,98	933.183,4
2009	4,45	0,93	1,14	3,35	32,15	7.410,06	3.833.154
2010	4,38	0,69	0,85	2,88	27,73	3.195,72	1.653.115

2011	4,69	0,82	1,01	3,14	28,27	4.946,36	2.558.706
2012	4,68	0,82	1,00	3,1	28,3	4.902,77	2.536.154
2013	4,46	0,73	0,89	2,95	27,9	3.637,25	1.881.517



Gambar 7. Perubahan Garis Pantai di Perairan Keling Jepara (2003-2013)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di perairan Keling Kabupaten Jepara, ditarik kesimpulan pantai Keling mengalami abrasi seluas 2.232.212,72 m² dengan laju rata-rata perubahan tiap tahunnya adalah sebesar 20.292,07 m²/tahun. Perubahan yang terjadi akibat adanya proses akresi dari tahun 2003 sampai dengan 2013 adalah sebesar 397.973,85 m², dengan laju rata-rata perubahan tiap tahunnya adalah sebesar 3.615,80 m²/tahun. Perubahan garis pantai yang terjadi di perairan Keling tidak lepas dari interaksi faktor-faktor oseanografi seperti gelombang, arus sejajar pantai, ukur butir sedimen, serta kemiringan pantai.

Daftar Pustaka

Hariyadi. 2011. Analisis Perubahan Garis Pantai selama 10 Tahun Menggunakan CEDAS (*Coastal Engineering Design and Analisis System*) di Perairan Teluk Awur pada Skenario Penambahan Bangunan Pelindung Pantai. Universitas Diponegoro. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol. 1 : 82-94

Poerbondono dan E. Djunasjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung.

Pettijohn F.J. 1975. Sedimentary Rocks. Second Edition . Harper and Row Publisher. New York. 626 pp.

Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 367 hlm.

Van Zuidam, R.A., 1983. *Guide do Morphological Aerial Photographic Interpolation and Mapping*, ITC, Enschede, The Netherlands.

Verstappen, H.Th, 1983. Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Enviromental Development, Elsvier, Amsterdam

Wibisono, M.S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT. Grasindo, Jakarta, 225 hlm..

Wyrski, K. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Water. The University of California, California, 225 p.