

ANALISA PERUBAHAN GARIS PANTAI DITELUK PACITAN, KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR**Indah Wahyuningsih, Denny Nugroho Sugianto, Muhammad Helmi ^{*)}**

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Abstrak

Kabupaten Pacitan merupakan salah satu kabupaten yang terletak di wilayah Jawa Timur bagian selatan, yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia sehingga daerahnya mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut, dan pasang surut air laut. Hal ini sangat menguntungkan bagi Teluk Pacitan karena dapat dikembangkan sebagai daerah wisata serta sebagai daerah pengembangan perikanan. Di samping itu, gelombang yang datang dari Samudera Hindia memiliki tingi dan energi yang sangat besar, sehingga berdampak buruk terhadap ketahanan morfologi pantai seperti perubahan garis pantai. Penelitian ini dilakukan pada bulan tanggal 5-6 April 2011 di Teluk Pacitan, Kabupaten Pacitan. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 111°04'44.65"-111°05'35.39" BT dan 8°13'17.18" – 8°13'17.64" LS. Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan garis pantai yang terjadi selama 10 tahun (tahun 2001-2011). Serta prediksi perubahan garis pantai selama sepuluh tahun (2012-2020). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan dalam menentukan kebijakan tentang pembangunan bangunan pantai ataupun pembangunan yang terkait dengan ekowisata, dan dapat menjadi referensi pada dinas terkait dalam upaya penyelamatan wilayah pantai, serta menambah rasa kepedulian masyarakat pada lingkungannya. Analisa perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan bantuan software CEDAS (Coastal Engineering Design and Anlysis System) sub program NEMOS. Berdasarkan hasil simulasi perubahan garis pantai selama 10 tahun (2001-2011) Teluk Pacitan mengalami abrasi. Dengan rata-rata transpor sedimen kotor (Q_g) pertahun $9.447.312 \text{ m}^3$ dan $5.252.514 \text{ m}^3$ untuk transpor sedimen bersih (Q_n). Serta hasil simulasi prediksi perubahan garis pantai setiap tahun selama 9 tahun (2012-2020) adalah pantai mengalami abrasi dengan abrasi terluas pada tahun 2016, yaitu seluas 82.820 m^2 dan lahan terakresi seluas 32.900 m^2 .

Kata kunci: Teluk Pacitan, Abrasi, Perubahan Garis Pantai, NEMOS

Abstract

Pacitan is one of the counties wich located in the southern of East Java, which borders the Indian Ocean so the area influenced by the behavior of the sea as the sea wind, and tides. It is very beneficial to the Pacitan Bay as it can be developed as a tourist area as well as the development of fisheries. In addition, the waves from the Indian Ocean Ultra possess enormous energy, so the impact on the resilience of coastal morphology such as changes in the coastline. The research was done in 5-6 April 2011 in the Pacitan Bay, Pacitan. Geographically the study site is located at 111 ° 04'44 .65 "-111 ° 05'35 .39" East Longitude and 8 ° 13'17 .18 "- 8 ° 13'17 .64" LS. The purpose of this study was performed to determine the magnitude of shoreline change that occurred during 10 years (years 2001-2011). And prediction of shoreline changes over the past ten years (2012-2020). This study is expected to be as a reference in determining policy on coastal development or construction of buildings associated with ecotourism, and may be a reference to the relevant agencies in an effort to rescue the coastal areas, and increase the sense of public awareness on the environment. For analysis of shoreline changes done by using statistical software CEDAS (Coastal Engineering Design and Anlysis System) sub NEMOS program. Based on shoreline change simulation results for 10 years (2001-2011) the pacitan bay

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

experiencing abrasion. With an average gross sediment transport (Q_g) annually 9,447,312 m³ and 5,252,514 m³ for net sediment transport (Q_n). And the simulation results predicted shoreline changes every year for 9 years (2012-2020) is a beach experience with abrasion abrasion largest in 2016, is an area of 82 820 m² and 32 900 m² area of land accretion.

Key words: Pacitan Bay, Abrasion, Shoreline Changes, NEMOS.

1. Pendahuluan

Kabupaten Pacitan merupakan salah satu kabupaten yang terletak di wilayah Jawa Timur bagian selatan, yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yaitu Teluk Pacitan, sehingga daerahnya mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut, dan pasang surut air laut. Teluk Pacitan merupakan Wilayah Pengelolaan Perikanan IX Indonesia, maka sangat strategis bagi pengembangan perikanan terutama lobster, cakalang, bawal, tuna dan pelagis kecil. Selain sangat strategis untuk pengembangan perikanan Teluk Pacitan juga merupakan tempat yang sangat strategis untuk pengembangan kegiatan pariwisata serta sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi kawasan pelabuhan, konservasi dan infrastruktur maupun *edu-eco tourism* (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2010).

Selain potensi yang dimiliki tersebut, Kabupaten Pacitan mendapatkan beberapa ancaman yang berhubungan dengan ekosistem wilayah tersebut. Posisi Kabupaten Pacitan dekat dengan pertemuan lempeng benua sehingga membuat daerah ini sangat rawan dengan gempa dan Tsunami. Selain itu, aktivitas manusia di daerah hulu seperti penebangan hutan, pembuangan limbah material pelebaran jalan, pencemaran serta penambangan batu mengakibatkan sedimentasi di Teluk Pacitan. laju sedimentasi sebesar 11,8 m per tahun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2010).

Posisi Teluk Pacitan termasuk perairan terbuka (*open sea*) karena berhadapan langsung dengan Samudera Hindia sehingga energi gelombang yang menuju pantai sangat besar sangat mempengaruhi dinamika pantai (Satriadi, 2004). Bird dan Ongkosongo (1980) dalam Satriadi (2004) mengatakan energi gelombang selain menimbulkan abrasi juga sebagai komponen pembangkit arus sejajar pantai (*longshore current*) yang dapat menimbulkan sedimentasi di daerah-daerah tertentu.

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data sedimen dasar laut dan data garis pantai. Data sekunder meliputi data gelombang laut, pasang surut, bathimetri, data angin selama sepuluh tahun (tahun 2000 – tahun 2010), peta dasar Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) kabupaten Pacitan tahun 1994, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), data citra satelit Landsat 7 ETM wilayah Kab. Pacitan hasil perekaman tahun 2004, citra Quickbird tahun 2006 publikasi PUSPICS UGM-BAKOSURTANAL.

B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Metode Penentuan Lokasi Sampling

Lokasi pengambilan sampel sedimen ditentukan berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi secara keseluruhan daerah kajian dan memperhatikan kemudahan pencapaian. Metode yang digunakan untuk penentuan lokasi sampling adalah metode *purposif sampling* yang didasarkan pada beberapa pertimbangan (Sudjana, 1992). Titik pengambilan sampel yang telah ditentukan diharapkan representatif untuk mewakili daerah penelitian.

Penentuan Garis Pantai

Pengukuran panjang garis pantai dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) yaitu dengan melakukan *tracking* (berjalan) sepanjang garis pantai tersebut. Pengukuran garis pantai dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai posisi garis pantai yang aktual. Teluk Pacitan merupakan daerah pantai berpasir sehingga *tracking* dilakukan berdasarkan dengan melihat jejak atau bekas genangan saat air pasang tertinggi (Poerbandono, dkk, 2005).

Pengambilan Sedimen

Penelitian ini menggunakan meteri sedimen dasar. Sedimen diambil pada sejumlah titik sampling yang telah ditentukan sebanyak 9 titik sampling, yaitu pada daerah setelah gelombang pecah (*nearshore zone*) serta beberapa sampel berada pada daerah sebelum gelombang pecah (*surf zone*). Pengambilan sampel sedimen dilakukan sebanyak 1 kali pada setiap titik, kemudian dilakukan analisa ukuran butir.

Pengukuran Data Gelombang

Pengambilan data gelombang dilakukan pada satu titik stasiun pada koordinat yang telah ditentukan menggunakan GPS yaitu pada posisi 8° 14' 50.70" LS dan 111° 05' 09.80" BT yang dilakukan oleh PT. Indotama Mahesa Karya pada bulan November. Pengukuran dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal

11 hingga 14. Setelah didapatkan data kemudian dilakukan pengolahan untuk menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang (T_s) dengan persamaan $n = 33,3 \% \times \text{jumlah data}$

$$H_s = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \text{ dan } T_s = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n}$$

Pengamatan Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari pengukuran di lapangan yang dilakukan oleh PT. Indotama Mahesakarya selama tujuh hari (7 hari) yaitu pada tanggal 11 – 18 November 2010 pada posisi pengamatan $8^\circ 13' 38.10''$ LS dan $111^\circ 04' 27.10''$ BT. dari pengukuran di lapangan diolah dengan metode admiralti menghasilkan konstanta harmonik M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1 dan Q1

Pengolahan Data

Pengolahan data angin menjadi data gelombang (*handcasting*) dengan menggunakan metode Derbyshire dan SMB. Menurut Triatmodjo (1999), karena kurangnya data gelombang maka untuk perencanaan bangunan pantai maka dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin.

Peramalan Gelombang

Metode Darbyshire

Sebelum data angin digunakan dalam proses model perubahan garis pantai, data tersebut diubah terlebih dahulu menjadi data gelombang. Konversi data angin dengan metode Darbyshire. Tahapan yang dilakukan dalam perhitungan dengan metode Darbyshire yaitu:

1. Konversi kecepatan angin dari satuan knot menjadi m/s
2. Pemilihan data berdasarkan kecepatan dan durasi angin. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan angin di atas 10 knot sesuai dengan tabel skala Beoufort, durasi angin diatas 6 jam beserta arah angin yang bertiup.
3. Membuat grafik dari masing-masing data yang telah terpilih.
4. Menentukan tinggi dan periode gelombang dengan nomogram Darbyshire and Draper, (1963), gambar 3.5.

Metode SMB (Sverdrup–Munk-Bretchneider)

Data angin selama 10 tahun (2000–2010) dianalisa dengan menggunakan metode SMB (Sverdrup–Munk-Bretchneider) untuk didapatkan nilai tinggi dan periode gelombang.

Gelombang tumbuh dalam *fetch*. Pertumbuhan ini ditentukan oleh besarnya kecepatan angin (U), lamanya angin bertiup (durasi angin) t , dan panjang daerah yang dipengaruhi angin (panjang *fetch*) F .

Tahapan yang dilakukan pada metode SMB yaitu:

1. Konversi data pengukuran di darat menjadi data pengukuran di laut, dengan melakukan beberapa tahap yaitu, koreksi ketinggian, stabilitas, efek lokasi, koefisien gesek.
2. Perhitungan panjang fetch
3. Perhitungan durasi angin
4. Penentuan jenis gelombang.

Model Perubahan Garis Pantai

Penelitian ini menggunakan pemodelan untuk membantu menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi di daerah studi, dengan bantuan *software* NEMOS (*Nearshore Evolution Modeling System*).

Sebelum menjalankan program untuk memodelkan perubahan garis pantai di daerah kajian, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu:

1. Menentukan daerah kajian dalam sub program *Grid Generator*. Daerah model dibagi menjadi sejumlah grid dengan panjang yang sama yaitu Δx dan Δy .
2. Menentukan titik stasiun, titik stasiun dipilih pada kedalaman sebelum gelombang pecah. Kemudian memilih *difine GENESIS grid* untuk simulasi perubahan garis pantai.
3. Mempersiapkan data gelombang yang akan digunakan dalam NEMOS, dengan membangun NETCDF dalam modul WWL data.
4. Transformasi data gelombang lepas pantai menjadi *boundary gage*.
5. Menandai kejadian gelombang 10 tahun, kejadian gelombang *calm* yang akan digunakan dalam GENESIS, untuk menghitung *time*, kemudian difilter untuk mendapatkan data gelombang *nocalm* untuk dianalisa di modul WSAV.
6. Menjalankan model gelombang eksternal pada modul RCPWAVE.
7. Menjalankan model perubahan garis pantai pada modul GENESIS, dengan desain model:
 - a. Data simulasi
 - Awal simulasi: 20000101
 - Akhir simulasi : 20110101
 - b. Data sedimen dan pantai
 - *Average berm height*: 2
 - c. *Longshore Transport Data*
 - *Clousur depth*: 15 m
 - *Shoreline refernce* : tahun 2011
 - K_1 : 0,1
 - K_2 : 0,05

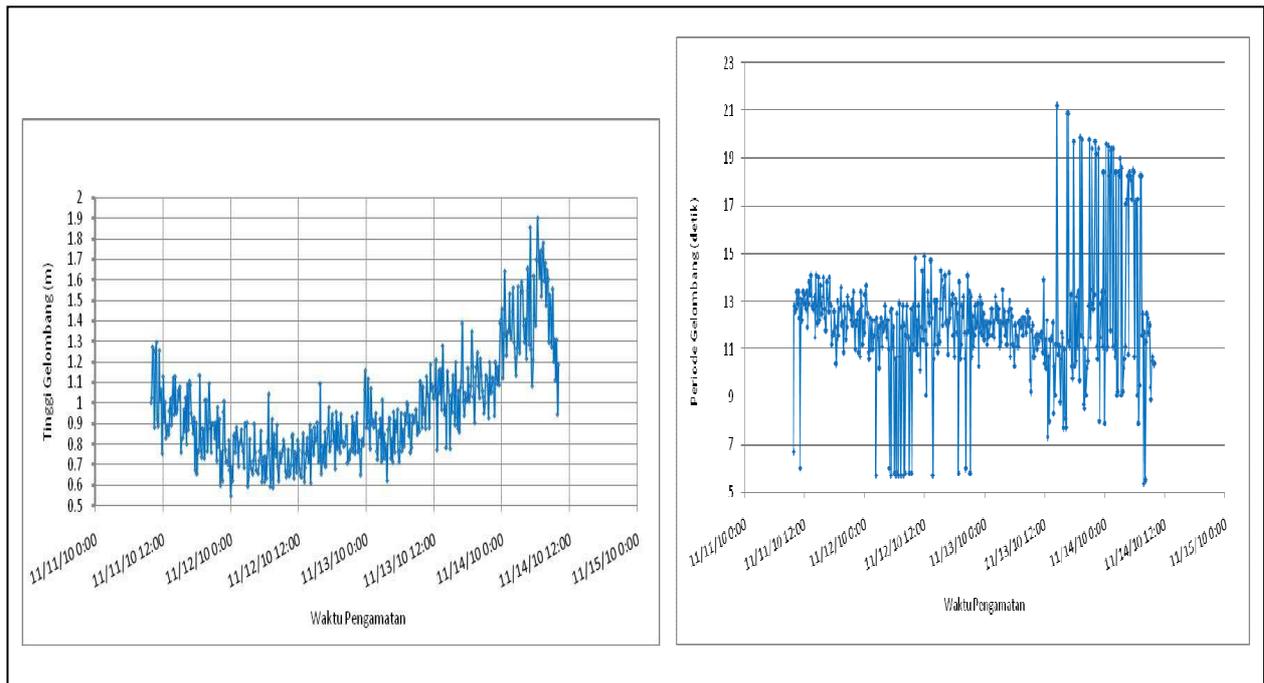
- d. Input- output file
- Printed output: B-PRINTHASIL.prt
- Wave component : B-WAVE.nc
- Visualisation : B-ANIMASI.vis

- Station File : B-STA-RCP.nc

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Gelombang

Hasil dari data dilapangan kemudia dianalisis karakteristik gelombang meliputi tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) diperoleh tinggi gelombang dan periode maksimum gelombang yaitu sebesar 1,901 meter 17,1 detik. Hasil pengukuran gelombang di lapangan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



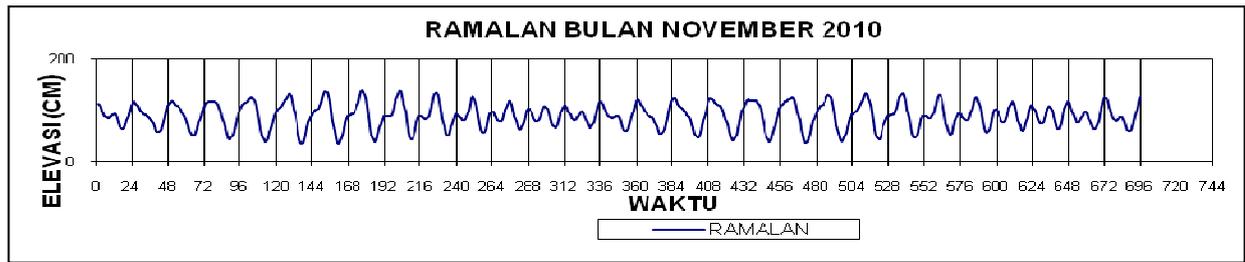
Gambar 1. Grafik Tinggi dan Periode Gelombang Pengukuran Lapangan

Tabel 1. Tinggi dan Periode Gelombang di Lapangan secara Harian

Tanggal	Hmax (m)	Hs (m)	Hmin (m)	Tmax (detik)	Ts (detik)	Tmin (detik)
11 November 2010	1,295	0,108	0,0601	14,1	13,26	6
12 November 2010	0,116	0,089	0,055	14,9	13,22	5,7
13 November 2010	1,398	0,115	0,0624	21,2	14,52	7,3
14 November 2010	0,1901	0,163	0,0945	19,6	18,31	5,4

Pengamatan Pasang Surut

Analisis pasut mendapatkan konstanta harmonik M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1 dan Q1. Dari nilai tersebut diperoleh nilai Tinggi Muka Air Rata-Rata (MSL), Tinggi Muka Air Tinggi Tertinggi (HHWL) dan Tinggi Muka Air Rendah Terendah (LLWL) yaitu 50 cm; 134,38 cm; dan 133,28 cm serta bilangan Formzahl sebesar 2,191 yang menunjukkan daerah penelian memiliki tipe pasang surut campuran condong ke ganda, secara rinci dijelaskan pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Grafik Pasang Surut, Teluk Pacitan

Tabel 2. Komponen Konstanta Pasut di Teluk Pacitan

Komponen Pasut	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS ₄
	A m	0,5	27,4	11,6	144,0	2,7	19,9	65,7	6,6	56,3
Fase (360°)		40,9	3,8	19,5	3,8	152,1	262,3	152,1	82,8	44,7

Analisis Sedimen

Sedimen merupakan faktor penting dalam mempelajari perubahan garis pantai disamping gelombang. Sedimen adalah bahan pembentuk pantai. Pantai akan mengalami perubahan karena adanya perpindahan sedimen. Untuk mempermudah perhitungan sedimen dianalisa berdasarkan ukuran butirnya. Hasil dari analisis sedimen dasar perairan tersebut didominasi oleh pasir. Hasil klasifikasi butir sedimen di daerah kajian disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Jenis Sedimen Dasar Teluk Pacitan

No.	Lokasi Pengambilan Sampel	Posisi		d ₅₀ (mm)	Nama
		°LS	°BT		
1	Stasiun 1	8° 13" 21,50'	111° 04" 27,27'	0,36	Pasir Lanauan
2	Stasiun 2	8° 13" 21,29'	111° 04" 51,38'	0,58	Pasir
3	Stasiun 3	8° 13" 31,28'	111° 04" 53,30'	0,33	Pasir
4	Stasiun 4	8° 13" 19,47'	111° 04" 21,46'	0,35	Pasir Lanauan
5	Stasiun 5	8° 13" 29,15'	111° 04" 20,75'	0,336	Pasir
6	Stasiun 6	8° 13" 27,03'	111° 04" 45,46'	0,462	Pasir
7	Stasiun 7	8° 13" 37,12'	111° 04" 41,29'	0,59	Pasir
8	Stasiun 8	8° 13" 38,13'	111° 04" 57,01'	0,6	Pasir
9	Stasiun 9	8° 13" 56,39'	111° 04" 05,93'	0,68	Pasir

Simulasi Model Perubahan Garis Pantai

Kalibrasi dan verifikasi bertujuan untuk mengetahui besar kecilnya beberapa konstanta yang diperoleh berpengaruh pada hasil simulasi model. Kalibrasi dan verifikasi model diberikan pada out-put simulasi perubahan garis pantai oleh NEMOS. Hasil verifikasi dan kalibrasi model perubahan garis pantai selama sepuluh tahun (2001 – 2011) menunjukkan bahwa *error* sebesar 6,2802 %. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui transpor sedimen kearah kanan (*Qright/Qt*), transpor sedimen kekiri (*Qleft/Qt*). Sedangkan transpor kotor (*Gross Transport*) sedimen dengan lambang *Qgross*, transpor bersih (*nett transport*) sedimen, *Qnett/Qn*. *Qn* merupakan penjumlahan dari transpor ke kanan (*Qrt*) dan transpor ke kiri (*Qlt*). Tabel 4 menyajikan besar transpor sedimen selama sepuluh tahun (2001-2011). Tabel 5 menyajikan volum transpor sedimen untuk prediksi perubahana garis pantai selama sepuluh tahun dengan simulasi setiap tahun. Hasil analisis perubahan garis pantai selama sepuluh tahun (2001 – 2011) volume transpor sedimen rata – rata pertahun untuk sedimen kotor sebesar 9447312 m³, sedimen bersih sebesar 5252514 m³, sedimen ke arah kanan sebesar 2097394 m³ dan transpor sedimen ke arah kiri – 7349919 m³.

Serangan gelombang dari laut didominasi dari arah barat daya, dengan kondisi pantai yang berbentuk teluk semi tertutup, yaitu terdapat dua buah tanjung pada kedua sisi (kanan dan kiri), sehingga gelombang yang mejalar ke pantai akan terhalang dengan adanya tanjung tersebut. Dengan arah datang gelombang dari barat daya sehingga pada bagian belakang tanjung, yaitu desa Ploso mengalami akresi, sedangkan daerah jauh di belakang tanjung, daerah Sidoharjo mengalami abrasi, secara jelas perubahan garis pantai dari tahun 2001-2010 dapat dilihat pada Gambar 3. Luasnya daerah yang terakresi, yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Volume transpor sedimen untuk perubahan garis pantai selama sepuluh tahun 2001 – 2011

Tahun	Volume Transpor Sedimen (m ³)			
	Qg	Qn	Qlt	Qrt
2001	545943	-296472	-421209	124734
2002	859117	-468970	-664044	195074
2003	887872	-486321	-687098	200774
2004	616942	-336521	-476732	140209
2005	1495290	-837263	-1166277	329013
2006	1171021	-658095	-914558	256462
2007	1108622	-626019	-867320	241302
2008	610675	-340244	-475459	135216
2009	737484	-411197	-574341	163144
2010	856831	-479748	-668290	188541
2011	557515	-311664	-434591	122925
Rata-rata	9447312	-5252514	-7349919	2097394

Tabel 5. Volume transpor sedimen prediksi perubahan garis pantai (2012 – 2020)

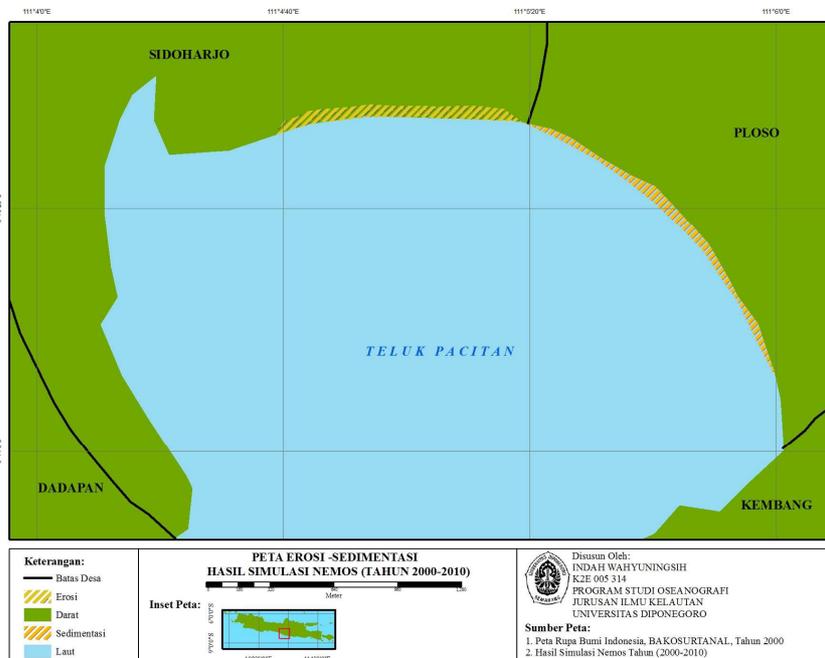
Tahun	Volume Transpor Sedimen			
	Qg (m ³)	Qn (m ³)	Qlt (m ³)	Qrt (m ³)
2012	541324	-294059	-417692	123633
2013	863741	-471389	-667565	196176
2014	887872	-486321	-687098	200774
2015	616942	-336521	-476732	140209
2016	1488384	-833490	-1160936	327447
2017	1177927	-661863	-919896	258032
2018	1108622	-626019	-867320	241302
2019	610675	-340244	-475459	135216
2020	736768	-410812	-573790	162978
Rata-rata	892473	-495635,3	-694054,222	198419

Tabel 6. Luas Daerah Terabrasi dan Terakresi Setiap Tahun

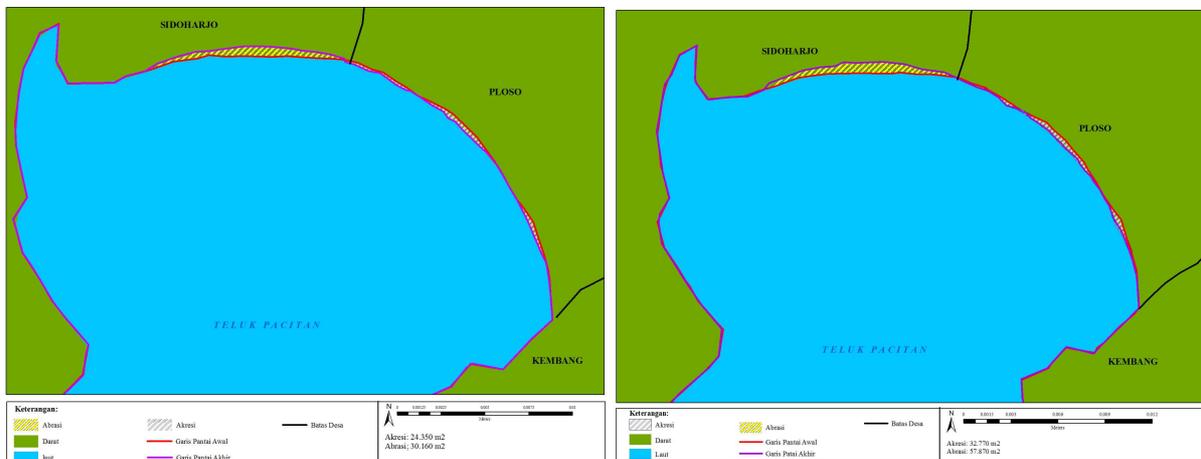
Tahun	Abrasi (m2)	Akresi (m2)
2012	30.160	24.350
2013	57.870	32.770
2014	58.823	12.260
2015	58.130	27.970
2016	82.820	32.900
2017	43.930	26.260
2018	28.650	23.370
2019	28.340	24.590
2020	17.000	14.180

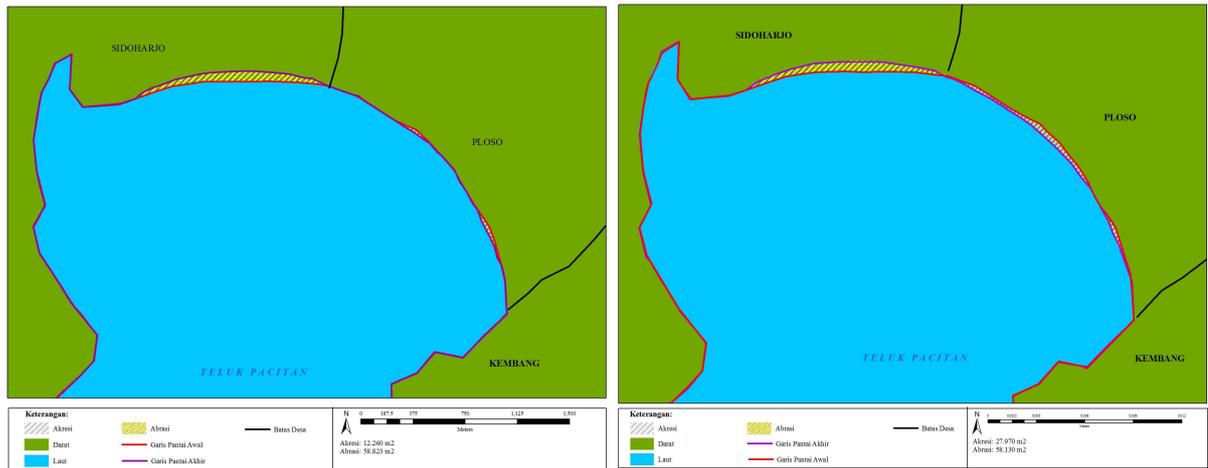
Dari analisis luas lahan akresi dan abrasi daerah kajian yaitu Teluk Pacitan lebih dominan mengalami abrasi, sesuai dengan adanya faktor penentu abrasi dan akresi. Selain dari faktor penentu akresi dan abrasi, hasil *runnuning* model menunjukkan tanda (-) pada hasil akhir program. Hal ini menandakan bahwa pantai cenderung mengalami abrasi.

Namun selain mengalami abrasi pantai juga mengalami akresi. Pola perubahan garis pantai akan terjadi dari tahun ketahun dengan ditandai adanya daerah yang terabrasi dan daerah yang terakresi. Hal ini disebabkan pantai memiliki tanggapan dinamis untuk mempertahankan morfologinya. Triatmodjo (1999) membagi dua tanggapan dinamis pantai, yaitu tanggapan dinamis pantai pada saat gelombang normal dan tanggapan dinamis pantai pada saat gelombang badai. Gelombang normal terjadi dalam waktu yang cukup lama, energi gelombang yang datan kepantai relatif lebih kecil sehingga dengan mudah dihancurkan oleh mekanisme pertahanan pantai. Sebaliknya dengan gelombang yang datang pada saat badai, gelombang yang datang memiliki energi yang lebih besar, pantai tidak mampu menahan serangan gelombang sehingga pantai cenderung mengalami abrasi. Kondisi seperti kedua hal tersebut terjadi secara bergantian, sehingga pantai yang terabrasi akan kembali pada kondisi awal dengan adanya gelombang normal. Akan tetapi tidak selalu kondisi tersebut terjadi secara seimbang, terkadang ada pantai yang morfologinya tidak kembali keposisi semula, sehingga pantai mengalami abrasi yang diakibatkan adanya beberapa material yang terbawa pada saat badai oleh arus, dan tidak kembali keposisi semula pada saat gelombang normal, sedimen yang terangkut tersebut akan diendapkan pada daerah lain, sehingga daerah lain akan mengalami akresi. Akresi dan abrasi merupakan kondisi yang seimbang pada suatu pantai.

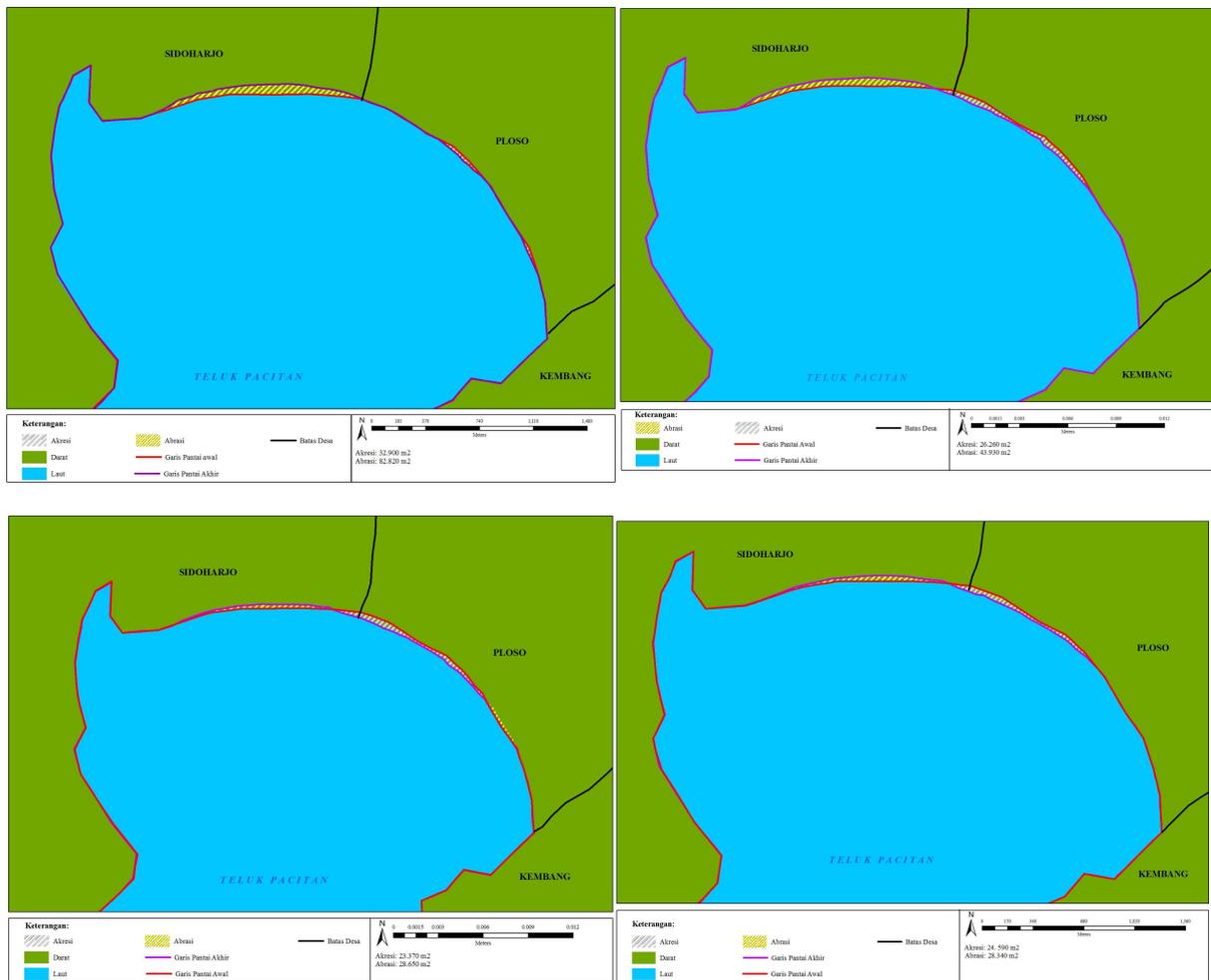


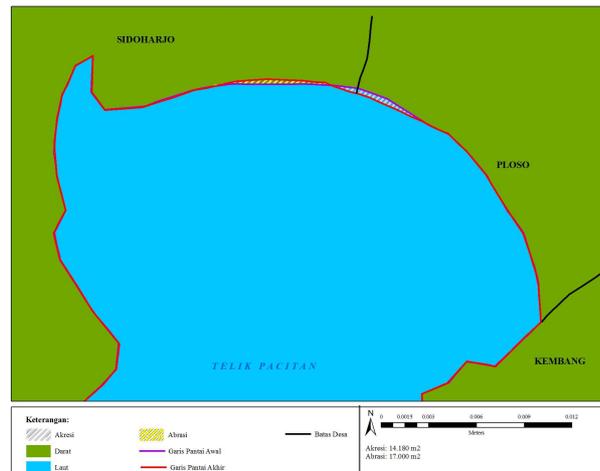
Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Teluk Pacitan Selama 10 Tahun





Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Teluk Pacitan dari Tahun 2012-2015, kiri: tahun 2012; kanan: tahun 2013





Gambar 4. Peta Prediksi Perubahan Garis Pantai Teluk Pacitan Tahun 2016-20120
Dari Kiri: atas tahun 2017; kanan atas: tahun 20119

4. Kesimpulan

Hasil simulasi perubahan garis pantai Teluk Pacitan dengan *software* NEMOS selama sepuluh tahun (2001-2011) menunjukkan bahwa pantai lebih dominan mengalami abrasi. Dengan rata-rata transpor sedimen kotor (Q_g) pertahun $9.447.312 \text{ m}^3$ dan $5.252.514 \text{ m}^3$ untuk transpor sedimen bersih (Q_n). Serta hasil simulasi prediksi perubahan garis pantai setiap tahun selama 9 tahun (2012-2020) adalah pantai mengalami abrasi dengan abrasi terluas pada tahun 2016, yaitu seluas 82.820 m^2 dan lahan terakresi seluas 32.900 m^2

Daftar Pustaka

- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2010. Laporan Draft Akhir Identifikasi Data Spasial Oseanografi Teluk Pacitan. PT. Indotama Mahesa Karya : Semarang.
- Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LON LIPI. Jakarta.
- Satriadi, Alfi. 2004. Analisa Pengaruh Faktor Oseanografi Terhadap Distribusi Sedimen di Muara Sungai Grindulu Kabupaten Pacitan Jatim. Jurnal Oseanografi Indonesia, Semarang. Hal 2.
- Poerbandono, dan E.Djunarsjah. 2005. Survey Hidrografi. PT. Refika Aditama. Bandung. Hal:116.
- Triatmodjo, B, 1999. Teknik Pantai, Beta offset:Yogyakarta
- Wenworth, C.K., 1922. *A scale of grade and class term for clastic sediment*. Jour. Geol. 30 : 337 – 392