



## **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**

Hariyadi

Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas  
Diponegoro Semarang Telp/Faks 0247474698

### **Abstrak**

Menurut Dinas Lingkungan Hidup Pertambangan dan Energi Kabupaten Jepara (2006), pantai Teluk Awur merupakan daerah yang rawan terjadi erosi pantai, upaya yang sesuai guna menaggulangi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan proteksi pantai dengan pembuatan struktur keras, sehingga kajian dilakukan dengan cara memodelkan perubahan garis pantai dengan penambahan tiga skenario bangunan pelindung pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan garis pantai dan dampak terkecil pada skenario penambahan bangunan pelindung.

Untuk kepentingan efisiensi waktu dan biaya, maka prediksi dan simulasi dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan model numerik yaitu dengan GENESIS (*GENERALized model for Simulating Shoreline change*). GENESIS adalah salah satu subprogram dalam program NEMOS (*Nearshore Evolution MOdelling System*) yang terdapat pada software CEDAS (*Coastal Engineering Design and Analisis System*).

Panjang daerah simulasi model adalah 8720 meter. Simulasi model menggunakan tiga skenario yaitu *Detached Breakwater*, *Non Diffracting Groin*, dan gabungan dari *Detached Breakwater* dan *Non Diffracting Groin*. Dari hasil simulasi, perubahan garis pantai pada kondisi *existing* adalah yang terbesar dibanding skenario lainnya dengan nilai -93.5942 meter, nilai terkecil terjadi pada skenario gabungan dari *Detached Breakwater* dan *Non Diffracting Groin* dengan nilai -54.3157 meter. Hal ini menunjukkan bahwa adanya bangunan pelindung diperlukan untuk mengurangi besarnya perubahan garis pantai.

**Kata Kunci:** Perubahan Garis Pantai, CEDAS, NEMOS, GENESIS, Teluk Awur, *Detached Breakwater*, *Non Diffracting Groin*

### **Abstract**

Live Environment Mining and Energy Duty Kabupaten Jepara (2006) said Teluk Awur shore is potential area occurred erosion. Reliable attempted to use preventing the problem is protecting with making hard struktur, therefore investigated with modeling shoreline changed use protection structure added three scenarios. The purpose of this study to known shoreline changed and the smallest effect in the scenario of protection structure added.

For the efficiency time and price, so that prediction and simulation is done with using numeric model method with GENESIS (*GENeralized model for Simulating Shoreline change*). GENESIS is the one of subprogram in the NEMOS (*Nearshore Evolution MOdeling System*) at the CEDAS (*Coastal Engineering Design and Analisis System*) software.

Long of the model simulation area is 8720 meters. Model simulation use three scenarios are Detached Breakwater, Non Diffracting Groin, and Detached Breakwater and combination of Non Diffracting Groin. and Detached Breakwater. Shoreline changed can consider based on simulation result is sediment transport volume, erosion wide, sedimentation and long shoreline changed. Based on result simulation, shoreline changed in existing condition is the most if compared with the other scenario with values-93.5942 meters, the smallest values occurred at the combination scenario from *Detached Breakwater and Non Diffracting Groin* with -54.3157 meters. This result give the information that protection structure required to decrease shoreline changed occur.

**Key Words:** Shoreline Change, CEDAS, NEMOS, GENESIS, Teluk Awur, *Detached Breakwater, Non Diffracting Groin*

---

## Pendahuluan

Bentuk pantai Teluk awur yang tanjung merupakan daerah yang paling mudah terkena erosi, karena akan menyebabkan terjadinya pemusatan energi gelombang sehingga tinggi gelombang menjadi lebih besar dari pada daerah teluk. Pemusatan Energi gelombang sangat berpengaruh terhadap *longshore current* pantai yang mengakibatkan adanya *longshore transport* sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai.

Pada tahun 2008 upaya penanggulangan telah dilakukan yaitu dengan pembangunan *seawall* yang berfungsi untuk melindungi garis pantai dari erosi. Upaya pencegahan tersebut sangat mempengaruhi perubahan garis pantai.

Pada penelitian ini menggunakan tiga skenario yang didesain berdasarkan hasil simulasi pada kondisi existing. Berkaitan dengan tujuan penggunaannya, maka bangunan pelindung pantai yang diterapkan pada ketiga skenario tersebut antara lain *detached breakwater* yang berfungsi sebagai pemecah kekuatan gelombang sehingga energi yang sampai ke pantai menjadi berkurang, *non diffracting groin* yang berfungsi untuk mengurangi laju *longshore transport*, dan kombinasi dari keduanya yang berfungsi sebagai pemecah gelombang sekaligus mengurangi laju *longshore transport*, dari ketiga skenario diatas akan dipilih skenario yang memberikan dampak perubahan garis pantai terkecil yang menguntungkan bagi semua pihak dan mensejahterakan masyarakat sekitar.

GENESIS adalah salah satu subprogram dalam program NEMOS (*Nearshore Evolution MOdeling System*) yang terdapat pada software CEDAS (*Coastal Engineering Design and Analisis System*). GENESIS digunakan untuk mengetahui *transport rate* dengan pendekatan numerik yang terstruktur sehingga diperoleh gambaran perubahan garis pantai yang terjadi untuk kurun waktu tertentu yang akan mendekati kondisi yang terjadi di lapangan serta dapat mensimulasikan skenario penambahan bangunan pelindung pantai yang diinginkan dalam suatu perairan. Hasil permodelan akan menunjukkan perubahan garis pantai, luasan erosi dan sedimentasi yang terjadi serta angkutan sedimen yang dihasilkan, dan hasil perubahan garis pantai setelah dibangun bangunan pelindung pantai.

### **Materi dan Metode**

Materi dalam penelitian ini mencakup data- data yang dibutuhkan dalam penelitian dan alat- alat yang digunakan untuk mengambil data dan mengolah data. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data skunder. Data primer meliputi data gelombang laut, arus, garis pantai, dan sampel sedimen. Sampel sedimen yang diambil kemudian dianalisis di Laboratorium Terpadu Ilmu Kelautan. Data

sekunder meliputi data angin selama 11 tahun (Tahun 1998– Tahun 2008), peta dasar (Base Map) Lingkungan Pantai Indonesia BAKOSURTANAL lembar Kancilan skala 1: 50.000, dan data pasang surut LPWP Jepara selama satu bulan (bulan September 2006). Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian (sumber: Hasil Penelitian)

No	Alat	Kegunaan	Keterangan
1	ADCP	Mengukur arus	0,05 m/dt
2	Kalkulator	Menghitung	-
3	Kantong plastik	Tempat contoh	-
4	Grab sampler	Contoh sedimen	-
5	Timbangan elektrik	Menimbang contoh	gram
6	Petridisk	Wadah mengeringkan contoh	-
7	Gelas ukur 1000 ml	Tempat pipet	-
8	Oven	Mengeringkan contoh	Max 250°C
9	Pipet volume 50 ml	Melakukan pipet	1 ml
10	Stop watch	Menentukan waktu pipet	0,1 dt
11	Sieve shaker	Mengayak sedimen	-
12	Vacuum pump	Mempercepat penyaringan air	-
13	Kertas Whatman	Menyaring air	-
14	Alat tulis	Mencatat data	-
15	Aluminium foil	Tempat contoh sedimen	-
16	Kompas	Menentukan arah	0,1°
17	GPS	Menentukan posisi sampling	-
18	Perahu	Alat bantu transportasi laut	
19	Komputer	Pengolahan data	-
20.	Citra	Verifikasi data	-
21.	Arc GIS	Pengolahan Citra	-
22.	Peta Jawa	Penentuan Fetch	-
23.	Autocad land and development	Penetapan wilayah kajian	-
24.	Software CEDAS	Pengolahan data	-

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pertimbangan untuk menentukan lokasi sampling sedimen, arus dan gelombang, metode numerik yang digunakan untuk analisa dan

penyelesaian proses permodelan perubahan garis pantai dan penetapan bangunan pelindung pantai, dan metode deskriptif yang digunakan untuk analisa hasil penelitian.

## Hasil dan Pembahasan

### Gelombang

Triatmodjo (1999) menyatakan di dalam perencanaan bangunan pantai diperlukan tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang mewakili spektrum gelombang yang dikenal dengan gelombang representatif. Gelombang representatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelombang signifikan yaitu gelombang rata-rata 33% dari jumlah seluruh kejadian gelombang yang diurutkan dari kejadian tertinggi hingga yang terendah. Dari data pengukuran gelombang di lapangan yang dilakukan pada tanggal 13 September 2008- 15 September 2008 menunjukkan tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) 0,47 m dan periode gelombang signifikan ( $T_s$ ) 3,28 detik. Sedangkan dari hasil konversi, tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) dan periode gelombang signifikan ( $T_s$ ) pada hari yang sama adalah 0.43 m dan 2,85 detik. Dari hasil verifikasi data gelombang diperoleh nilai relatif error sebesar 8.76% pada tinggi gelombang dan 13.15% pada periode gelombang. Hasil verifikasi data gelombang menunjukkan bahwa data hasil konversi mendekati data lapangan, sehingga nilai hasil peramalan bisa digunakan dalam melakukan perhitungan perubahan garis pantai dalam penelitian ini.

Data angin yang digunakan adalah data angin hasil pengukuran Badan

Meteorologi dan Geofisika stasiun Semarang dari tahun 1998 – tahun 2008. Peramalan angin dengan metode SMB menghasilkan tinggi dan periode gelombang signifikan serta arah gelombang signifikan. Gelombang yang merambat dari perairan dalam ditransformasikan secara periodik oleh NEMOS menjadi gelombang perairan dangkal (*longshore wave*).

Dari analisis perhitungan panjang fetch efektif perairan pantai Teluk awur berkisar antara  $360^0$  sampai dengan  $225^0$ . Hal tersebut terjadi karena fetch terbesar terdapat di arah barat laut, yaitu laut utara jawa bagian barat yang lebih terbuka dibanding bagian utara yang terhalang oleh pulau-pulau. Hal ini sesuai pendapat Yuwono (1992) bahwa fetch berpengaruh terhadap tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan.

Gelombang pada Teluk Awur, Jepara termasuk kedalam gelombang yang dibangkitkan oleh angin, karena mempunyai periode yang berkisar antara 0,1 – 4 detik. Hal tersebut sesuai dengan Hadi (2000) bahwa gelombang yang dibangkitkan angin dengan gaya pembangkit yaitu gaya geser dan tekanan angin di atas muka laut mempunyai skala periode 0- 15 detik.

Tipe gelombang pecah yang terjadi adalah *spilling*, hal ini disimpulkan atas hasil perhitungan gelombang pecah itu sendiri

yang mempunyai indeks gelombang pecah 0, 03 dimana kategori gelombang pecah tipe *spilling* adalah  $\xi_0=0,03$ .(CEM, 2002). Gelombang dengan tipe gelombang pecah *spilling* terjadi akibat landainya perairan di Teluk Awur, Jepara. Seharusnya gelombang dengan tipe ini mempunyai karakteristik membangun yang biasanya membuat sedimentasi di daerah yang mempunyai kriteria gelombang seperti ini, sebagai contoh adalah Pantai Marina (Pranata, 2007).

Teluk Awur yang tanjung membuat terjadinya refraksi gelombang yang arah sinar gelombang terkonsentrasi kearah tanjung yang menyebabkan terjadinya pemusatan energi gelombang. Daerah tanjung menurut Ninggsih (2002) merupakan daerah konvergensi sehingga tinggi gelombang menjadi lebih besar dibanding daerah teluk, pukulan atau benturan gelombang di daerah tanjung lebih besar dibanding daerah teluk.

Waverosse dari data gelombang 11 tahun hasil model NEMOS menunjukkan bahwa arah datang gelombang dominan berasal dari Barat Laut. Dari sini terlihat bahwa selama 11 tahun, arah datang gelombang dominan berasal dari Barat Laut yang membentuk sudut dengan garis pantai Teluk Awur. Gelombang yang membentuk sudut lebih dari  $5^\circ$  akan mengakibatkan terjadinya *longshore current* dimana arus ini akan membawa sedimen yang teraduk dari perairan dangkal.

Berdasarkan pernyataan Pertama (2009) bahwa Frekuensi gelombang Teluk Awur Jepara hasil model NEMOS mempunyai frekuensi gelombang sebesar 19 gelombang per menitnya sehingga termasuk gelombang perusak. Hal ini

sesuai dengan USACE (2002) bahwa Gelombang yang disebabkan angin akan menjadi gelombang destruktif bila gelombang tersebut mempunyai frekuensi lebih kurang 13 - 25 gelombang per menit dengan energi yang tinggi.

### **Volume Sedimen Transpor**

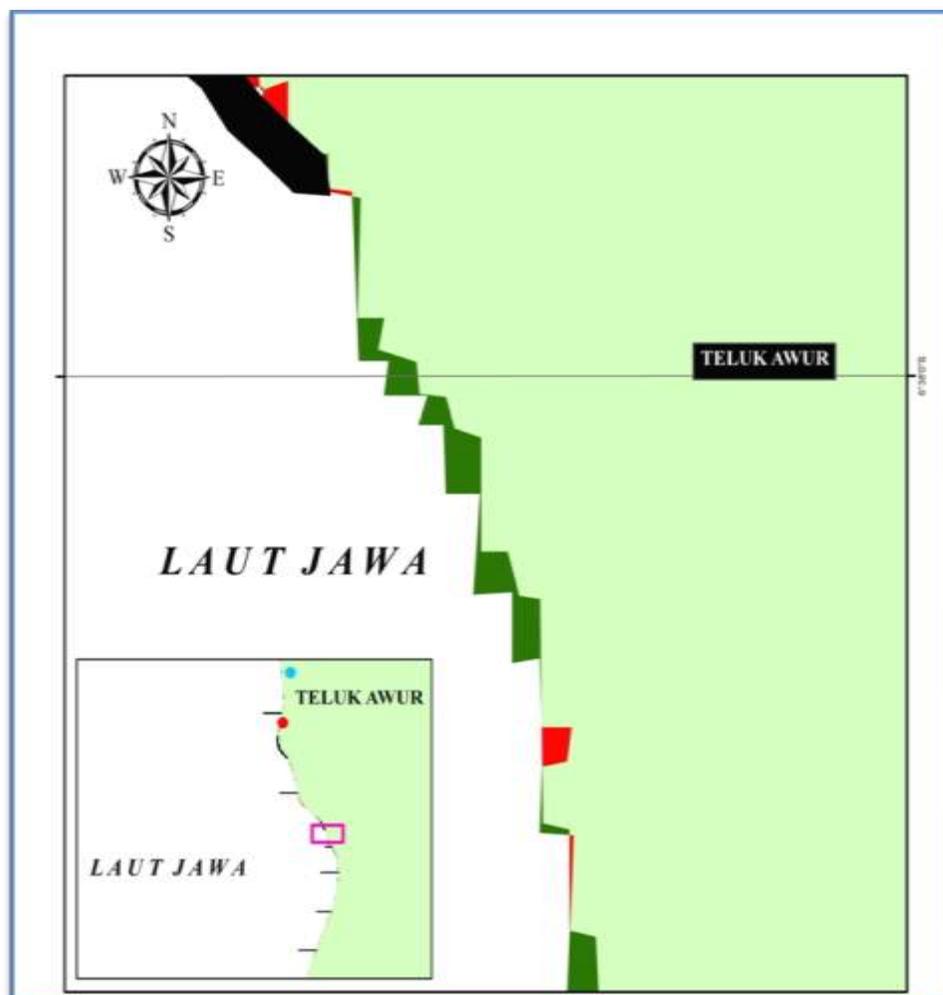
Volume sedimen transpor net merupakan selisih antara transpor sedimen ke kanan dan ke kiri dalam garis pantai setiap satuan waktu dan merupakan nilai imbangan sedimen pantai. Nilai transpor sedimen net menentukan kondisi pantai mengalami erosi dan Sedimentasi. Nilai net transport terbesar pada skenario 1 dan 2 mempunyai nilai tinggi dibanding dengan skenario 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena pada skenario 2 dan 3 terdapat *detached breakwater* yang memecah gelombang sebelum mencapai garis pantai, sehingga *longshore transport* yang diakibatkan oleh refraksi gelombang semakin berkurang dan transport sedimen yang terbawa juga semakin sedikit. Kasus ini berlaku bagi transport sedimen net, left, dan right karena perhitungan model NEMOS menggunakan grid, dimana disetiap grid dihitung transport sedimen net, gross, left dan right. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999) bahwa breakwater lepas pantai digunakan untuk melindungi pantai dari erosi.

### **Erosi dan Sedimentasi Pantai**

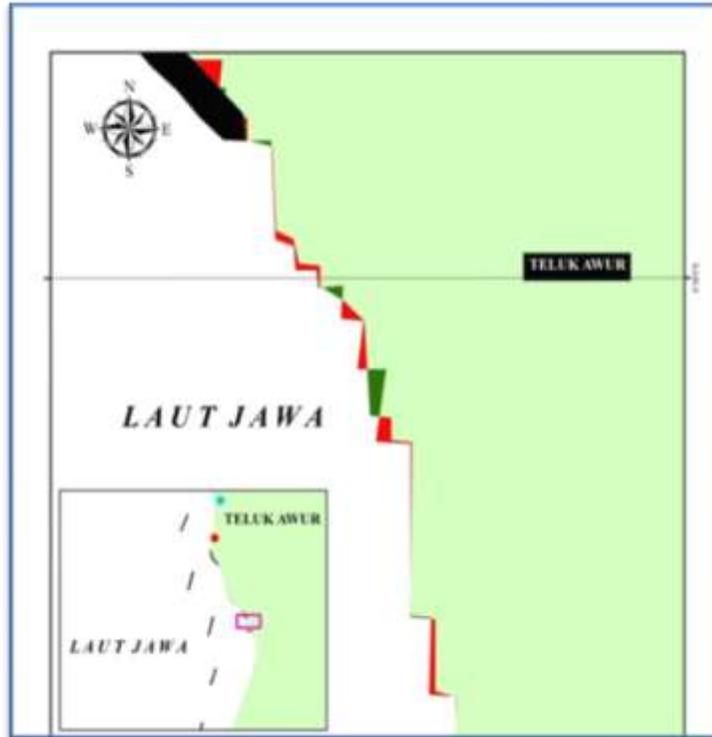
Luas pantai yang tererosi dan tersedimentasi. Luas sedimentasi yang paling besar terdapat pada skenario 2 dimana terdapat *non difraction groin* yang disusun secara seri sehingga dapat menahan *longshore transport* sedimen sepanjang pantai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (2002) bahwa groin

adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi erosi yang terjadi. Namun pada skenario 2 juga terjadi erosi yang besar yang diakibatkan oleh gelombang. Luas erosi dan sedimentasi yang cukup signifikan terdapat pada skenario 3 dimana sedimentasi yang terjadi cukup tinggi akan

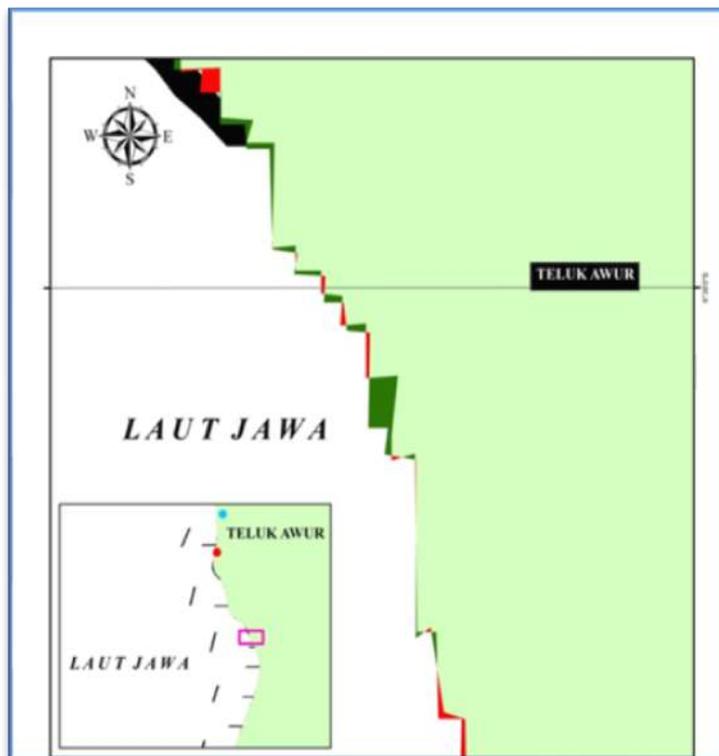
tetapi nilai erosi tidak terlalu tinggi, hal ini diakibatkan karena adanya *detached breakwater* yang memecah gelombang sebelum ke pantai dan adanya *non difraction groin* seri yang berfungsi untuk menahan *longshore transport* sedimen sepanjang pantai.



Gambar 1. Perubahan garis pantai skenario 1



Gambar 2.Perubahan garis pantai skenario 2



Gambar 3. Perubahan garis pantai skenario 3

## Hasil dan Pembahasan

Perubahan garis pantai ditentukan oleh banyaknya sedimen yang keluar dan masuk tiap ruas pantai. Jika sedimen yang masuk lebih tinggi dari yang keluar, maka pantai akan mengalami Sedimentasi, dan jika sebaliknya, sedimen yang masuk lebih kecil dari yang keluar, maka pantai akan mengalami erosi. Perubahan profil garis pantai ini disebabkan oleh angkutan sedimen tegak lurus pantai dan transpor sepanjang pantai. Transpor sedimen yang dipertimbangkan pada penelitian ini adalah transpor sedimen sepanjang pantai, sedangkan transport sedimen lain dalam imbalanced sedimen pantai tidak diperhitungkan. Hal ini dijelaskan oleh Triatmodjo (1999) bahwa gelombang badai yang datang tegak lurus pantai akan membawa sedimen pantai ke arah laut, tapi kemudian gelombang- gelombang normal akan membangun kembali erosi tersebut. Sedangkan transpor sedimen sepanjang pantai akan membawa sedimen suatu pantai searah penjalaran gelombang dan kemungkinan kecil untuk kembali ke tempat semula, apalagi jika ada *transport* dominan dari suatu arah tertentu. Perubahan yang paling kecil terjadi pada skenario 3. Sedangkan jarak rata- rata perubahan garis pantai akibat erosi dan sedimentasi yang paling kecil terdapat pada tabel 24, jarak sedimentasi dan erosi terkecil pada skenario 2. Buku Pedoman Pengelolaan Garis Pantai (DKP, 2004) menyebutkan bahwa pengetahuan historis perubahan garis pantai setempat penting untuk

mengetahui proses perubahan garis pantai serta untuk kepentingan di masa mendatang. Sedangkan perubahan garis pantai di masa yang akan datang pada penelitian ini diprediksi dengan menggunakan model GENESIS yang dikembangkan oleh Hans Hanson (*Departemen of Resources Engineering, Lund Institute of Science and Technology, SWEDEN*) dan Nicholas C. Kraus (*Coastal Engineering Research Centre, Departemen of Army, USA*). Model menghitung *longshore transport* dan perubahan garis pantai dengan data input berupa:

1. Inisial garis pantai dalam koordinat cartesian (x, y);
2. Data gelombang laut dalam selama beberapa tahun, yang meliputi tinggi, periode dan arah;
3. Penentuan grid daerah penelitian yang meliputi daerah daratan dan laut;
4. Struktur bangunan pantai; dan
5. Kondisi pantai, seperti kemiringan berm rata- rata, nilai tengah ukuran butir sedimen (d50) dan kondisi batas.

Simulasi model didasarkan pada data gelombang seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan 2. Dari arah datang gelombang akan diketahui arah dan kecepatan *longshore current*. Arah *longshore current* menuju ke selatan, dimana arah datang gelombang dari barat laut dibelokkan ke arah selatan. Arah tersebut sesuai dengan kondisi lapangan yang diambil dari data google earth tahun 2006 dan dapat juga dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Arah *Longshore* Sedimen sepanjang pantai (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Sedimentasi yang berada di sebelah kanan bangunan pantai yang berada di lokasi penelitian (Gambar 3) menunjukkan arah transpor sedimen. Karena pantai menghadap arah barat, maka hal ini menandakan bahwa arah gelombang yang menyebabkan transpor sepanjang pantai adalah dari barat laut hingga mendekati arah utara. Hal tersebut sesuai dengan Komar (1976) yang menyatakan bahwa bentuk garis pantai yang disebabkan oleh faktor alami dan sedimentasi pada bangunan pantai bisa dijadikan indikasi arah transpor sedimen dominan. Arah transpor sedimen dominan juga dapat

diketahui dari ukuran butir yang diambil dari 11 stasiun di lokasi penelitian. Hasil analisis sedimen yang diambil dari pantai Teluk Awur seperti yang terdapat pada Lampiran 4, diperoleh nilai *mean* (nilai tengah) diameter ukuran butir ( $d_{50}$ ) tiap-tiap stasiun pengambilan sampel didapatkan jenis pasir sangat kasar. Dari data yang diperoleh dan dari pengamatan di lapangan, menunjukkan ukuran butir yang semakin kecil ke arah selatan. Ini menunjukkan bahwa arah gelombang datang terbesar terjadi dari arah barat laut yang mengakibatkan transport sedimen dominan terjadi dari arah timur laut hingga arah utara.

Model *NEMOS* membagi pantai dalam grid- grid. Pada penelitian ini digunakan panjang grid ke arah laut dan ke arah sepanjang pantai sama, yaitu 20 m. Karena panjang pantai kajian 8728 meter, maka terdapat 436 grid sepanjang pantai yang diteliti. Nilai verifikasi yang terdapat pada lampiran 16 menunjukkan bahwa hasil model bisa diterima kebenarannya. Besarnya perubahan garis pantai ditunjukkan oleh hasil simulasi model yang berupa besarnya transpor sediment (*gross, net, left dan right transport*), luas dan perubahan panjang garis pantai. Dari ketiga skenario, perubahan terbesar terjadi pada kondisi *existing*. Pada kondisi *existing*, terdapat 1 buah *groin* dan *seawall*. *Groin* berfungsi mengurangi laju transpor sedimen sepanjang pantai. Keberadaan *groin* akan menyebabkan sedimentasi di bagian hulu dan erosi di bagian hilir. Namun karena hanya terdapat satu buah *groin* ditambah adanya *seawall*, maka semakin mengurangi jumlah sedimen yang ditranspor sepanjang pantai. Akibatnya erosi yang besar terjadi pada bagian hilir bangunan. Erosi tersebut akan bertambah seiring bertambahnya waktu seperti yang diperlihatkan pada hasil simulasi model kondisi *existing*. Erosi yang cukup besar terjadi pada bagian utara daerah penelitian. Morfologi daerah yang berbentuk tanjung menyebabkan terjadinya pemusatan energi gelombang, tinggi gelombang menjadi lebih tinggi, sehingga pukulan atau benturan gelombang menjadi lebih besar dan menyebabkan erosi. Pada bagian selatan daerah penelitian beberapa daerah mengalami Sedimentasi. Hal ini disebabkan karena *longshore current* yang membawa sedimen dari daerah utara menuju ke selatan. Perubahan garis pantai pada hasil simulasi kondisi *existing* menunjukkan nilai yang terbesar dibanding

dengan hasil simulasi pada ketiga skenario. Hal ini menunjukkan bahwa adanya bangunan pelindung akan mengurangi besarnya perubahan garis pantai sesuai dengan Ehrlich, L.A dan Fred, H.K (1982) yang menyatakan bahwa struktur bangunan pantai akan melemahkan energi gelombang dan mengurangi sedimen yang ditransport.

Simulasi pada Skenario pertama (*Non Diffraction Groin*) tidak terjadi kondisi yang sangat signifikan, perubahan garis pantai cenderung tetap, hanya terjadi beberapa perubahan yang cukup kecil. Untuk simulasi pada skenario kedua (*detached breakwater*) terjadi perubahan yang cukup kecil, akan tetapi perubahan garis pantai terkecil terjadi pada skenario ketiga (kombinasi *detached breakwater dan non diffracting groin*) yang ditunjukkan oleh nilai *gross, net, left dan right*. Luas erosi dan Sedimentasi pada skenario ketiga ini juga terkecil. Hal ini dikarenakan keberadaan *detached breakwater* akan mengurangi energi gelombang yang datang, sehingga pantai terlindung dari kekuatan besar dari arah laut. Pantai yang berada di belakang *detached breakwater* akan lebih tenang. Hal ini mengakibatkan transpor sedimen sepanjang pantai berkurang. Selain itu *non diffracting groin* yang dipasang secara seri berfungsi mengurangi hilangnya sedimen ke arah hilir. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999) bahwa *groin* yang dipasang secara seri akan lebih efektif menangkap sedimen yang ditranspor sepanjang pantai. Besarnya nilai dipengaruhi oleh desain skenario yang meliputi jenis, letak, ukuran dan jumlah bangunan pelindung yang digunakan. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa dampak yang diberikan bangunan pelindung terhadap transpor sedimen

sepanjang pantai berbeda. Hal tersebut sesuai dengan filosofi Pope (1997) bahwa tidak ada satupun bangunan pantai yang bisa melindungi pantai secara keseluruhan. Suatu bangunan pantai yang sesuai di suatu tempat belum tentu sesuai diterapkan di daerah lain.

## Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan lapangan dan simulasi model pada kondisi *existing* diketahui bahwa pantai Teluk Awur mengalami erosi. Perubahan garis pantai terkecil dari tahun 2008- 2018 terjadi pada skenario ketiga yaitu penambahan bangunan pantai dengan mengkombinasikan *detached breakwater* dan *non difracting groin* dengan nilai-54.3157 m, untuk perubahan garis pantai terbesar dari tahun tahun 2008- 2018 terjadi pada kondisi *existing* dengan nilai -93.5942 m.

## Daftar Pustaka

- Anonim. 2006. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Jepara 2006*. Dinas Lingkungan Hidup Pertambangan dan Energi Kabupaten Jepara.
- Dahuri, R., Ginting, S., Rais, J. dan Sitepu, M.J. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta. 305 hlm.
- Dyer, K.R. 1986. *Coastal and Estuarine Sediment Dynamic*, 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley and Sons, Chicchester. England.
- Ehrlich, L.A dan Fred, H.K. 1982. *Brekwater, Jetties and Groins: Design Guide*. New york Sea Grant Institute Albany, New York.

- Hanson, H dan Kraus, N.C. 1991. "GENESIS: Generalized Model For Simulating Shoreline change; Report 1, Technical Reference Manual". Technical Report CERC-89-19.U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS.
- Horikawa, K. 1978. *Coastal Engeeneering – an Introduction to Ocean Engeeneering*. University of Tokyo Press.
- Horikawa, K., Editor, 1988, *Nearshore Dynamics and Coastal Processes— theory; Measurement and Predictive Models*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- [http://kompas.com/garis\\_pantai\\_yang\\_makin\\_dalam](http://kompas.com/garis_pantai_yang_makin_dalam). diakses 22 Desember 2008 jam 06:40 WIB.
- Hutabarat, S dan Evans M.S. 1984. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159 hlm.
- Komar, P. D. 1982. *Beach Processes and Sedimentation*, 2<sup>nd</sup> Edition. Printice Hall USA. 400 hlm.
- Komar, Paul D. 1976. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs New Jersey, pp. 240-243.
- Lobeck, A.K. 1939. *Geomorphology an Introduction to study of Landscapes*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York
- Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LON LIPI. Jakarta.
- Ongkosongo, Otto S.R. 1989. *Pasang Surut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta
- Pethick, J. 1984. *An Introduction Geomorphology*. Chapman and Hall. USA. 245 hlm.

- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung. 166 hlm.
- Pope, Joan. 1997. *Responding to Coastal Erosion and Flooding Damages*. Journal of Coastal Research, Vol 13 Issue 3, 704-710 p.
- Pranata, Adi Surya P. 2007. *Studi Pengaruh Reklamasi Marina Terhadap Abrasi Dan Akresi Di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah Menggunakan Genesis (Generalized Model For Simulating Shoreline Change*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNDIP. Semarang. 117 hlm
- Pratama, Adhi. 2008. *Analisa Karakteristik Gelombang di Perairan Teluk Awur Jepara*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNDIP. Semarang. 101 hlm
- Prawiwardoyo, S. 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Riyanto, H. 2004. *Model Numerik Pasang Surut di Pantai* (Tidak dipublikasikan). Magister Manajemen Sumberdaya Air. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sari Ningsih, Nining dkk. 2002. *Oseanografi Fisis*. ITB: Bandung.
- Setiyono, H. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gadjahmada University Press,. Yogyakarta, 211 hlm
- Sorensen, R.M. 2006, *Basic Coastal Engineering*, Springer, Pennsylvania.
- Suryabrata, S. 1998. *Metodologi Penelitian*. PT. Raja Grafindo Perkasa. Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta offshet. Yogyakarta. 397 hlm.
- USACE (US Army Corps of Engineers). 2000. *Coastal Engeneering Manual*. Washington (SPM, 1984). Pp 143.
- Webster, Carl D. and B. B. Jana. 2003. *Sustainable Aquaculture: Global Perspective*. Routledge. New York
- Wibisono, M.S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Grasindo, Jakarta, 226 hlm.
- Yuwono, N. 1982. *Teknik Pantai*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.