



PREDIKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGUNAKAN MODEL GENESIS

Sumbogo Pranoto^{*)}

ABSTRACT

A Coast will have the tendency to adjust its profile in such a way absorbing the wave's energy that enters the shore. This concept is known as Natural Dynamic Coast Response. Normal waves will be easily absorbed by the shore-line mechanism; however, larger waves and storm waves will exhibit a much higher degree of energy. This, although having a relatively short period of occurrence, will lead to excessive erosion. On the second stage two possibilities exist; the shore will recover to its original formation due to the following normal waves, or the eroded material will be transported to another location. This will lead to erosion on one location and sedimentation on another site. The Genesis model can be used to predict the coast-line protection system. As for an example we can see the Indramayu (West Java) coast. Erosion on this shore has been so far headed that the Pertamina Mundu-Balongan pipe lines are endangered. The Genesis model can be used to analyze the differentiation of Indramayu's coast-line including the most appropriate shore line protection system design.

Keywords : *Erosion, Genesis Model*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah pantai sepanjang kurang lebih 80.000 km, dimana di daerah ini sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti: pusat pemerintahan, permukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian dan pariwisata. Hal ini akan berakibat pada peningkatan kebutuhan akan lahan dan prasarana lainnya, sehingga akan timbul masalah-masalah baru di kawasan pantai seperti: erosi pantai, sedimentasi

yang mengakibatkan majunya garis pantai dan atau pendangkalan muara sungai, penurunan tanah dan intrusi air asin serta pencemaran lingkungan.

Sebetulnya pantai mempunyai keseimbangan dinamis yaitu cenderung menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian sehingga mampu menghancurkan energi gelombang yang datang. Gelombang normal yang datang akan mudah dihancurkan oleh mekanisme pantai, sedang gelombang besar/badai yang mempunyai energi

^{*)} *Jurusan Teknik Sipil FT. UNDIP
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang Semarang*

besar walaupun terjadi dalam waktu singkat akan menimbulkan erosi. Kondisi berikutnya akan terjadi dua kemungkinan yaitu pantai kembali seperti semula oleh gelombang normal atau material terangkut ketempat lain dan tidak kembali lagi sehingga disatu tempat timbul erosi dan di tempat lain akan menyebabkan sedimentasi.

Proses dinamis pantai dipengaruhi oleh gerak sedimen di daerah dekat pantai oleh gelombang dan arus (*littoral transport*) yang terdiri dari :

- Transport sepanjang pantai (long shore transport)
- Transport tegak lurus pantai (*onshore-offshore transport*)

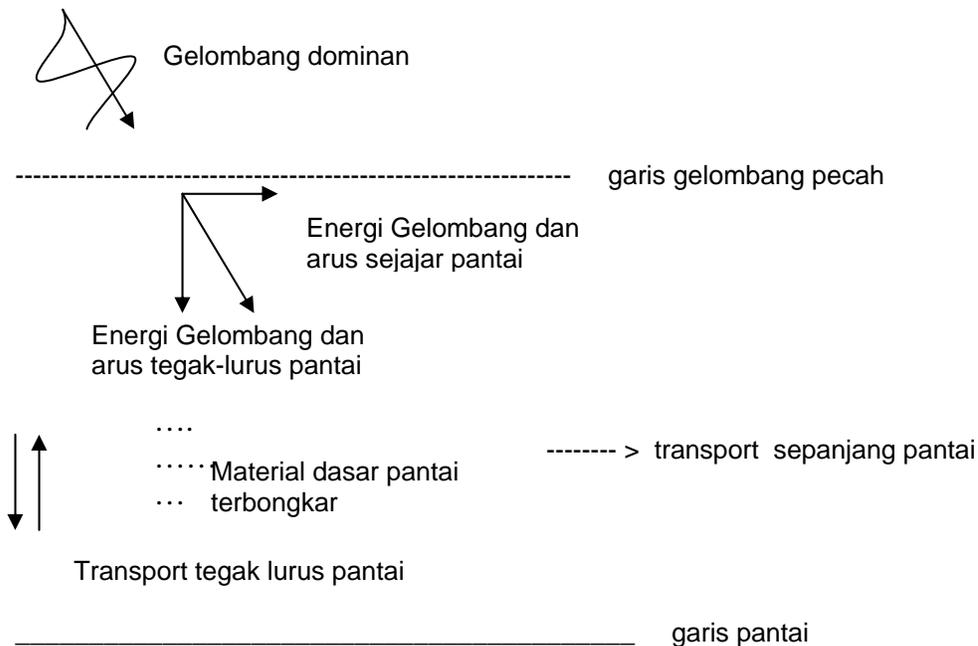
Saat gelombang pecah sedimen didasar pantai terangkut yang selanjutnya terangkut oleh dua macam gaya penggerak yaitu :

- komponen energi gelombang
- arus sepanjang pantai (yang dibangkitkan oleh gelombang pecah)

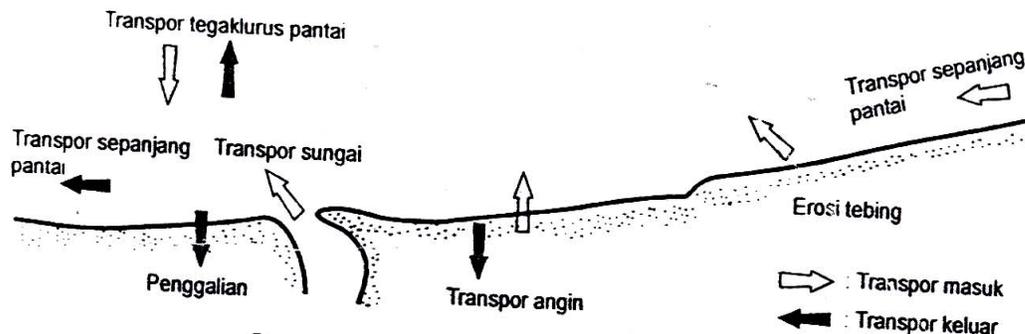
Jadi perubahan garis pantai tergantung pada sediment yang masuk (*suplai*) dan yang meninggalkan pantai tersebut.

Jika :

- imbangan pantai nol → pantai kondisi stabil
- imbangan pantai positif → pantai mengalami akresi
- imbangan pantai negatif → pantai mengalami erosi



Gambar 1. Gerak sedimen didekat pantai



Gambar 2. Imbangan sedimen pantai

Program genesis dapat digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai, sehingga kita dapat menentukan lokasi-lokasi mana yang perlu penanganan dan juga jenis dari system perlindungan pantainya.

KERUSAKAN PANTAI

Di Indonesia terdapat banyak pantai yang mengalami kerusakan tidak hanya di P. Jawa tetapi di pulau-pulau lain seperti P. Sumatera, P. Kalimantan, P. Sulawesi bahkan di P. Bali dan sebagian besar sudah teridentifikasi masalah- masalah yang ada di daerah pantai tersebut sehingga diperlukan usaha-usaha pengamanan.

Pantai dikatakan "Rusak" apabila perubahan atau mundurnya garis pantai yang dikenal dengan istilah erosi/abrasi telah mengakibatkan kerusakan atau mengancam keamanan prasarana dan sarana yang ada dipantai. Kerusakan prasarana atau sarana yang ada antara lain :

1. Putusnya jalan yang dilalui kendaraan
2. Robohnya rumah-rumah pemukiman penduduk

3. rusak atau hilangnya areal persawahan, pertambakan, hutan bakau dan areal rekreasi pantai
4. rusaknya bangunan-bangunan fasilitas pelabuhan
5. rusak / robohnya bangunan kantor, sekolah dan hotel
6. rusak/robohnya bangunan peribadatan dan fasilitas umum

Demikian juga halnya dengan majunya garis pantai yang diakibatkan oleh sedimentasi (akresi) akan berakibat pada tertutupnya muara sungai sehingga menimbulkan banjir dari sungai tersebut.

adapun faktor-faktor penyebab :

1. Alami : Serangan gelombang dan/ angin
2. Kegiatan manusia :
 - penebangan hutan bakau
 - pengambilan karang pantai dan pasir pantai
 - pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya
 - perluasan areal tambak kearah laut
 - reklamasi pantai
 - pembuatan waduk atau bendung di sungai.

Untuk menangani masalah kerusakan pantai ini ada beberapa cara antara lain:

- 1) Non Struktur
 - penanaman pohon bakau (*mangrove*)
 - pengisian pasir (*sand nourishment, sand by passing*)
- 2) Struktur

Dengan menggunakan bangunan-bangunan perlindungan pantai

 - perkuatan disepanjang garis pantai.
Menggunakan: tembok laut (*sea-wall*), dinding turap (*bulkhead*), dinding pantai (*revetment*)
 - pengatur laju sedimen diarea pantai baik sambung pantai maupun lepas pantai.
Menggunakan: Bangunan tegak lurus pantai untuk menangkap gerak sedimen sepanjang pantai (*groin*), bangunan tegak lurus pantai untuk menangkap gerak sedimen sepanjang pantai yang ditempatkan di kedua sisi sungai (*jetty*) dan pemecah gelombang (*breakwater*).

METODOLOGI PEMODELAN

Permasalahan dalam perencanaan lingkungan pantai adalah menentukan pola pergerakan sedimen atau pola perubahan garis pantai yang telah terjadi maupun yang akan terjadi pada kurun waktu tertentu. Dengan mengetahui pola yang terjadi maka perencanaan pembangunan lingkungan pantai tersebut dapat berhasil dengan optimal.

GENESIS (*Generalized Model for simulating Shoreline*) merupakan system pemodelan numerik yang didesain untuk melakukan simulasi perubahan garis pantai, dengan model ini dapat diperkirakan nilai *longshore transport rate* serta perubahan garis pantai akibat angkutan sedimen tanpa

maupun dengan adanya struktur pengaman pantai untuk jangka waktu tertentu. Adapun langkah-langkahnya dapat dilihat pada Gambar 3.

PROSES PERHITUNGAN

Proses perhitungan dilakukan dengan melakukan prediksi *longshore transport* berdasarkan pada bentuk muka pantai, sedangkan untuk peramalan garis pantai akan dilakukan perhitungan dengan mempertimbangkan aspek-aspek *longshore transport* (angkutan sejajar pantai) yang terjadi.

Tingkat angkutan sediment sejajar pantai (*longshore transport rate, Q*) mempunyai satuan $m^3/tahun$, karena pergerakannya sejajar pantai maka ada dua alternative pergerakan, yaitu kearah kanan dan kiri relative terhadap seorang pengamat yang berdiri dipantai menghadap arah laut .

Pergerakan dari kanan kekiri diberi notasi (Q_{lt}) dan pergerakan kearah kanan (Q_{rt}) sehingga didapatkan tingkat angkutan sediment kotor (*gross*) $Q_g = Q_{lt} + Q_{rt}$ dan tingkat angkutan bersih (*netto*) $|Q_n| = Q_{lt} - Q_{rt}$

Nilai Q_g digunakan untuk meramalkan tingkat pendangkalan pada suatu alur perairan terbuka, Q_n digunakan untuk desain alur yang dilindungi dan perkiraan erosi pantai, dan Q_{lt} serta Q_{rt} untuk desain penumpukan sedimen dibelakang sebuah struktur pantai yang menahan pergerakan sedimen.

Dalam perhitungan model Genesis perhitungan *longshore transport* dilakukan dengan menggunakan persamaan hasil modifikasi dari persamaan:

$$Q (+) = \frac{1}{2} (Q_g + Q_n) \dots\dots\dots (1)$$

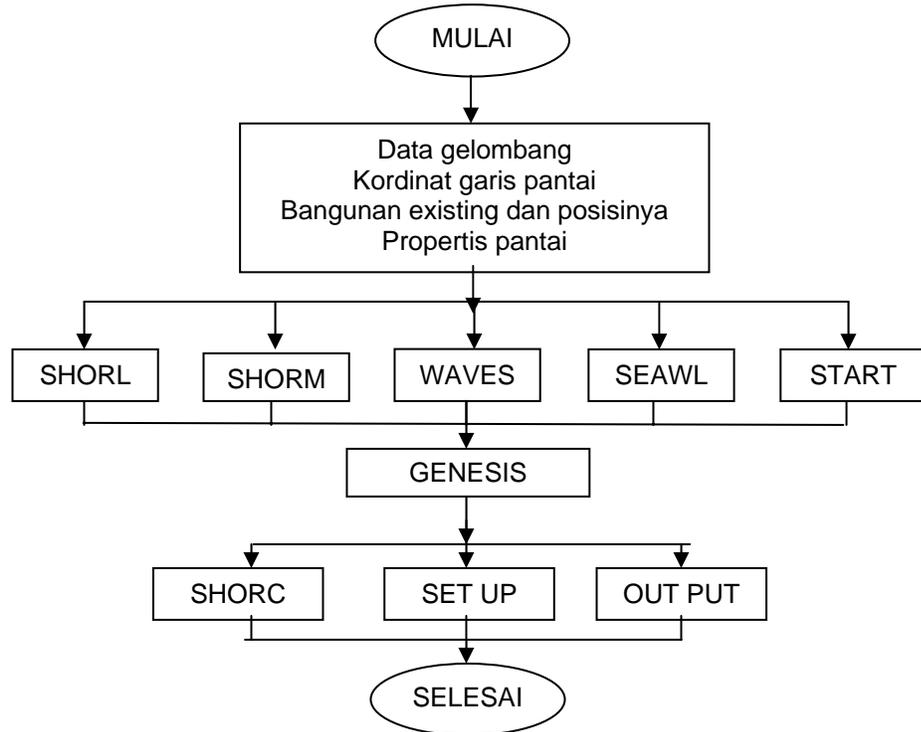
$$Q (-) = \frac{1}{2} (Q_g - Q_n) \dots\dots\dots (2)$$

Hasil persamaan yang telah dimodifikasi ditulis dalam persamaan berikut :

$$Q = \frac{(H^2 \cdot Cg)_B}{8 \left(\frac{\rho^s}{\rho} - 1 \right) a (1,416) \left[\frac{k_1}{2} \sin 2\theta_b - \frac{k_2 \cos \theta_b}{1,416 \tan \beta \chi} \right]_b} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :
 H = tinggi gelombang
 Cg = kecepatan gerak gelombang (berdasarkan teori gelombang linier)
 a = 1 - porositas pasir di area pantai (diambil 0,6)
 ρ^s = massa jenis pasir

ρ = massa jenis air
 θ_b = sudut gelombang pecah diukur dari garis pantai lokal
 k1 = koefisien pendekatan bentuk hubungan antara nilai tranposrt dan longshore energi
 k2 = koefisien perbandingan antara kemiringan pantai dengan tinggi gelombang pecah (diambil 0,39)
 $\tan \beta$ = kemiringan dasar pantai sepanjang area surf zone sampai dengan *longshore sand transport*.



Gambar 3. Diagram Input dan Output
 SHORL : Masukan ordinat garis pantai awal
 SHORM : Posisi perhitungan garis pantai ,berfungsi untuk

- membandingkan perubahan garis pantai, pada jangka waktu tertentu dengan garis pantai awal
- WAVES : Data gelombang yang dihasilkan pada perhitungan tinggi, periode dan arah Datang gelombang hasil olahan data angin tiap jam
- SEAWL : Posisi lokasi seawall yang sudah ada atau yang akan dimodelkan ,jika tidak ada Seawall maka file ini akan dikosongkan dan tidak akan dibaca oleh GENESIS
- START : Instruksi yang akan mengontrol simulasi perubahan garis pantai, hubungan pemodelan dan semua masukan akan dikontrol melalui START
- SHORC : Memuat posisi garis pantai akhir yang telah dikalkulasi
- SETUP : Informasi awal garis pantai dan perubahan-perubahan yang terjadi tiap tahun, Mulai tahun pertama sampai akhir tahun simulasi
- OUTPT : Memuat informasi perubahan garis pantai dan transport sediment tiap tahun

PEMBAHASAN (STUDI KASUS)

Abrasi adalah salah satu penyebab terjadinya perubahan garis pantai dan menjadi salah satu permasalahan penting di wilayah pantai utara P Jawa. perubahan garis pantai dipantai utara telah menyebabkan berbagai macam kerugian dan bahaya bagi kepentingan masyarakat .salah satunya adalah terancamnya jaringan perpipaan gas/minyak Pertamina disepanjang jalur Mundu hingga Balongan di Indramayu,

dimana akibat adanya abrasi ini bagi jaringan perpipaan yang ada berupa :

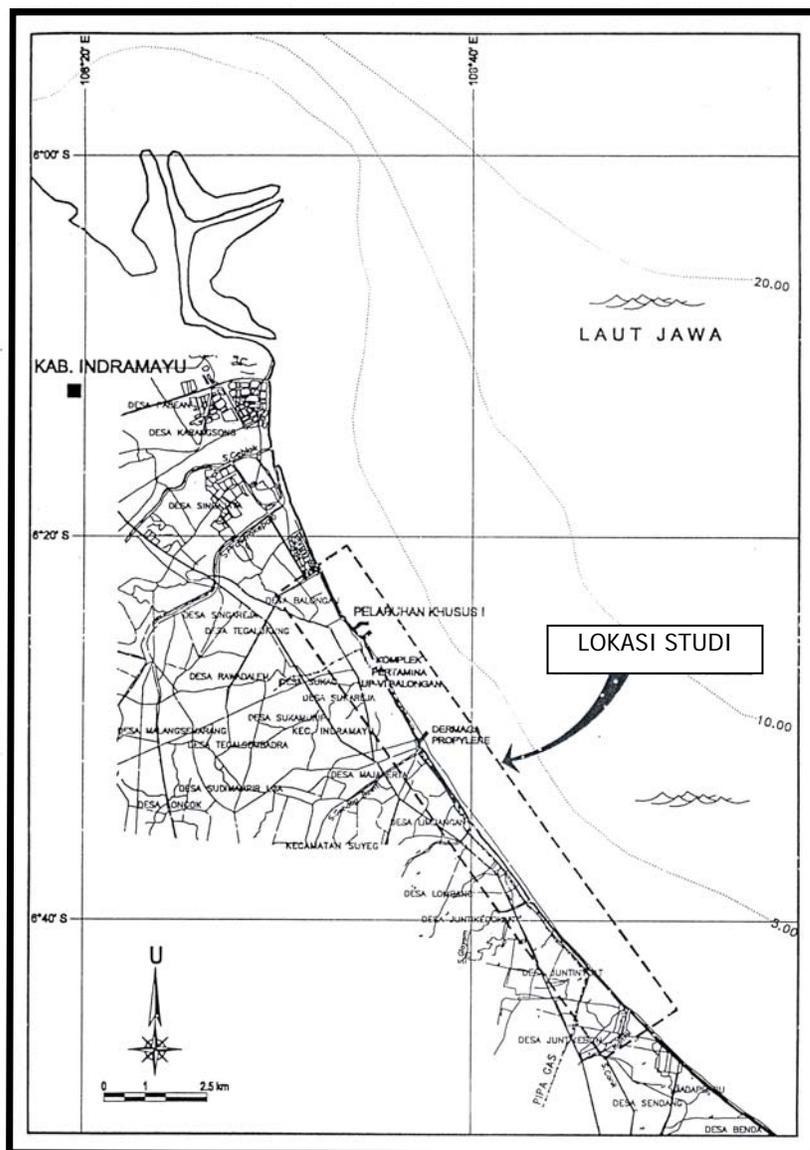
- 1) tingkat korosif pipa bertambah cepat, sehingga mengurangi umur pakai pipa
- 2) berkurangnya daya dukung tiang-tiang penyangga pipa sehingga rawan terhadap kebocoran/patah akibat rusaknya tiang penyangga.

Mengingat potensi bahaya dan kerugian yang dapat terjadi akibat rusaknya pipa gas/minyak ini, maka dipandang perlu untuk segera dilakukan penanganan (pemindahan jalur pipa) dan pengamanan (pembangunan perlindungan pantai) jalur pipa ini dari kerusakan lebih lanjut akibat kondisi hidro-oseanografi.

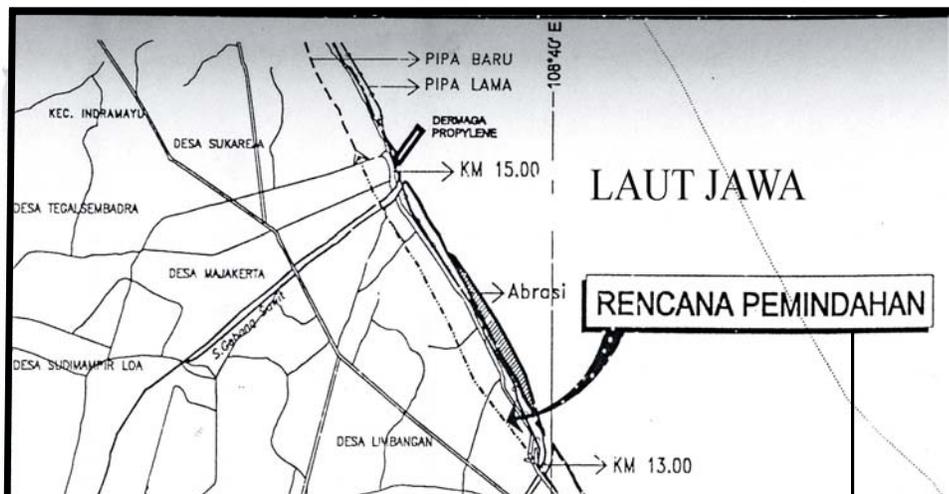
Dalam pembahasan ini dicoba untuk memprediksi perubahan garis pantai didaerah lokasi pipa Pertamina tersebut dengan menggunakan model GENESIS, sehingga dapat dijadikan dasar untuk menentukan langkah-langkah penanganan dan pengamanannya.

Data masukan yang dibutuhkan GENESIS adalah sebagai berikut :

1. data posisi awal garis pantai berupa koordinat (x,y).
2. time series data gelombang lepas pantai atau gelombang laut dalam, tinggi gelombang, periode dan arah rambat gelombang terhadap garis normal pantai untuk selang waktu tertentu.
3. grid simulasi yang melingkupi garis pantai serta perairan dimana gelombang akan merambat.
4. struktur bangunan pantai existing atau yang direncanakan dan data struktur laut lainnya yang berada pada perairan yang ditinjau.
5. data-data lain seperti ukuran butiran (D50), parameter kalibrasi dan parameter-parameter lainnya.



Gambar 4. Lokasi Pantai Indramayu yang menjadi daerah studi



Gambar 5. Daerah Pantai yang mengalami abrasi disepanjang jalur pipa

Hasil analisa Garis Pantai Dengan Menggunakan Program GENESIS

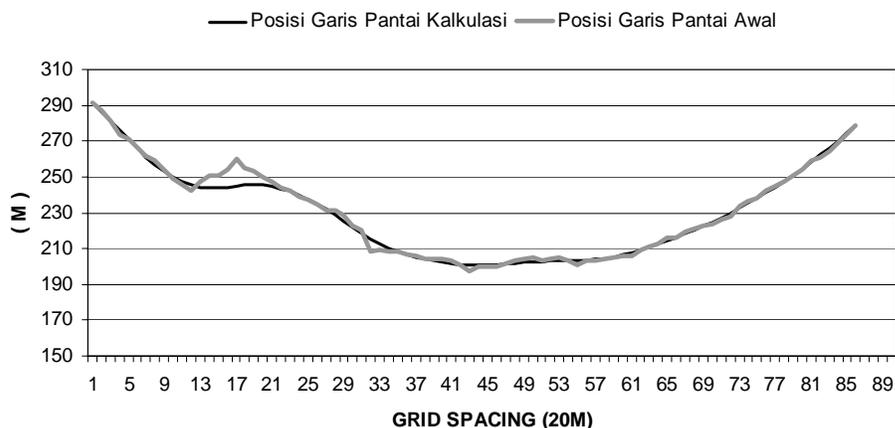
Tabel 1. Posisi Garis Pantai Awal

INITIAL SHORELINE POSITION (M)									
291	287	281	274	271	266	262	259	254	249
246	242	247	251	251	254	260	255	253	250
247	244	242	239	237	235	231	231	229	223
220	208	209	208	208	207	206	204	204	204
203	201	197	200	200	200	202	203	204	205
203	204	205	203	201	203	203	204	205	206
206	209	211	213	216	216	219	221	223	224
226	228	234	236	238	242	245	247	251	254
259	261	264	269	274	279				

Tabel 2. Posisi Garis Pantai Kalkulasi

CALCULATED FINAL SHORELINE POSITION (M)									
291	286	281	276	271	265.9	261.3	257	253.2	250
247.5	245.6	244.3	243.8	243.9	244.3	244.9	245.4	245.6	245.4
244.7	243.5	241.9	239.9	237.5	234.8	231.9	228.7	225.4	222
218.6	215.4	212.6	210.2	208.1	206.4	205.1	203.9	203	202.2
201.5	201.1	200.8	200.7	200.8	201.1	201.5	202	202.4	202.7
202.9	203	203	203.1	203.2	203.4	203.8	204.4	205.3	206.3
207.6	209.1	210.7	212.5	214.4	216.3	218.3	220.4	222.6	224.9
227.3	229.9	232.6	235.3	238	241.1	244.3	247.6	251	254.5
258.2	262.2	266.2	270.4	274.7	279				

ANALISA GARIS PANTAI



Gambar 6. Grafik Perbandingan Garis Pantai

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisa dengan model Genesis, nampak ada daerah yang

diperkirakan akan mengalami erosi yang cukup besar yaitu di *section 17* yaitu sebesar ± 15 cm.

2. Model Genesis dapat digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai, sehingga dapat diambil langkah-langkah sistem perlindungan pantai secara lebih dini. Selain itu dapat membantu dalam menentukan sistem perlindungan yang sesuai

DAFTAR PUSTAKA

1. LAPI-ITB, (2003), "*Studi dan Perencanaan teknik pengamanan jalur pipa gas / minyak di jalur pipa Mundu- Balongan*", Laporan Akhir, Bandung.

2. Mark B.Gravens,Nicholas C.Krauss and Hans Hanson, (1991), "*GENESIS: Generalized Model For Simulating Shoreline Change*", Technical Report CERC, Departement of The Army, Mississippi.

3. _____, (1984) "*Shore Protection Manual*", 4 th Ed.,2 vols, US Government, Printing Office , Washington D.C.

4. Triatmodjo Bambang, (1999), "*Teknik Pantai* ", Beta offset, Yogyakarta.

5. Verhagen J., (1998), "*Foundation of coastal Engineering*", IHE Lecture Notes, Delft, Netherlands.