

# **KAJIAN POLA PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN (STUDI KASUS PERAIRAN PANTAI KENDAL JAWA TENGAH AKIBAT PEMBANGUNAN PELABUHAN)**

Sriyana<sup>\*)</sup>

## **ABSTRACT**

*As an impact of development of Kendal Port, the coast around the port will be disruption. The accretion and erosion will be happened in certain area in coast. Remind in that development of port should have environmental vision so it is felt important to has a study to know the impact in coastline changing. This study is to know how far the changing of Kendal coastline as effect of development Kendal port and pattern of sediment movement. Method was used to know how far the changing of coastline and movement pattern of sediment by using GENESIS SMS (Surface Water Modeling System) version 7.0. The result of running simulation program yielded that change of coastline will be equal to 15 m until 80 m of per year. The pattern of sediment movement in port basin is 0,25 – 0,30 gr/lit and in outer of port basin is 0,40 – 0,50 gr/lit. This trend followed the angle of incoming dominant wave and the current velocity.*

**Keywords :** *Change of coastline, movement of sediment*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Dalam menyongsong Otonomi Daerah, setiap Daerah menggali potensi daerah masing - masing, dengan harapan untuk kesejahteraan rakyatnya. Hal tersebut telah dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Kendal untuk mengembangkan potensi pantainya yaitu melaksanakan Pembangunan Pelabuhan dan saat ini bekerjasama dengan Direktorat Perhubungan Darat

untuk membuka jalur Kendal sampai Kumai. Dengan adanya pembangunan tersebut maka keseimbangan pantai akan terganggu yaitu akan menimbulkan erosi dan ekresi pada pantai tersebut. Mengingat pembangunan tersebut berwawasan lingkungan dan untuk pertimbangan teknis maka perlu adanya kajian untuk mengetahui sejauh mana terjadi perubahan garis pantai dan pola pergerakan sediment akibat adanya pembangunan pelabuhan tersebut, agar

---

<sup>\*)</sup> *Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang*

dampak dari pembangunan tersebut bisa diatasi.

### Maksud Dan Tujuan

Tujuan Kajian ini adalah untuk mengetahui perubahan garis pantai, dan pola pergerakan sedimen di pantai perairan Kendal akibat Pembangunan Pelabuhan Kendal. Sedangkan maksud kajian tersebut adalah dari hasil yang diperoleh dapat dipakai sebagai dasar untuk pengambilan keputusan, baik teknis maupun dampak yang ditimbulkan akibat pembangunan tersebut bisa diminimumkan.

### Lokasi Studi

Lokasi Kajian tersebut adalah di pantai perairan pantai Kawasan Kabupaten Kendal, tepatnya di lokasi Pelabuhan Kendal, Jawa Tengah.

## PENGUMPULAN DATA DAN METODE

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dibutuhkan untuk studi meliputi data primer dan sekunder diantaranya :

1. Peta Bathimetri dengan Ecosounding.
2. Data Angin jam jaman tahun 1986 sampai dengan tahun 2001
3. Data debit sungai

4. Data Arus. Lama pengukuran 25 jam, dengan interval 30 menit pada periode Spring Tide dan Neap Tide. Kecepatan rata – rata 0,25 m/dt
5. Data pasang surut, lama pengamatan 15 hari
6. Data sediment layang rata – rata 0.02 sampai 0.1 gr/l dan sedimen dasar 0.2 mm sampai 0.5 mm

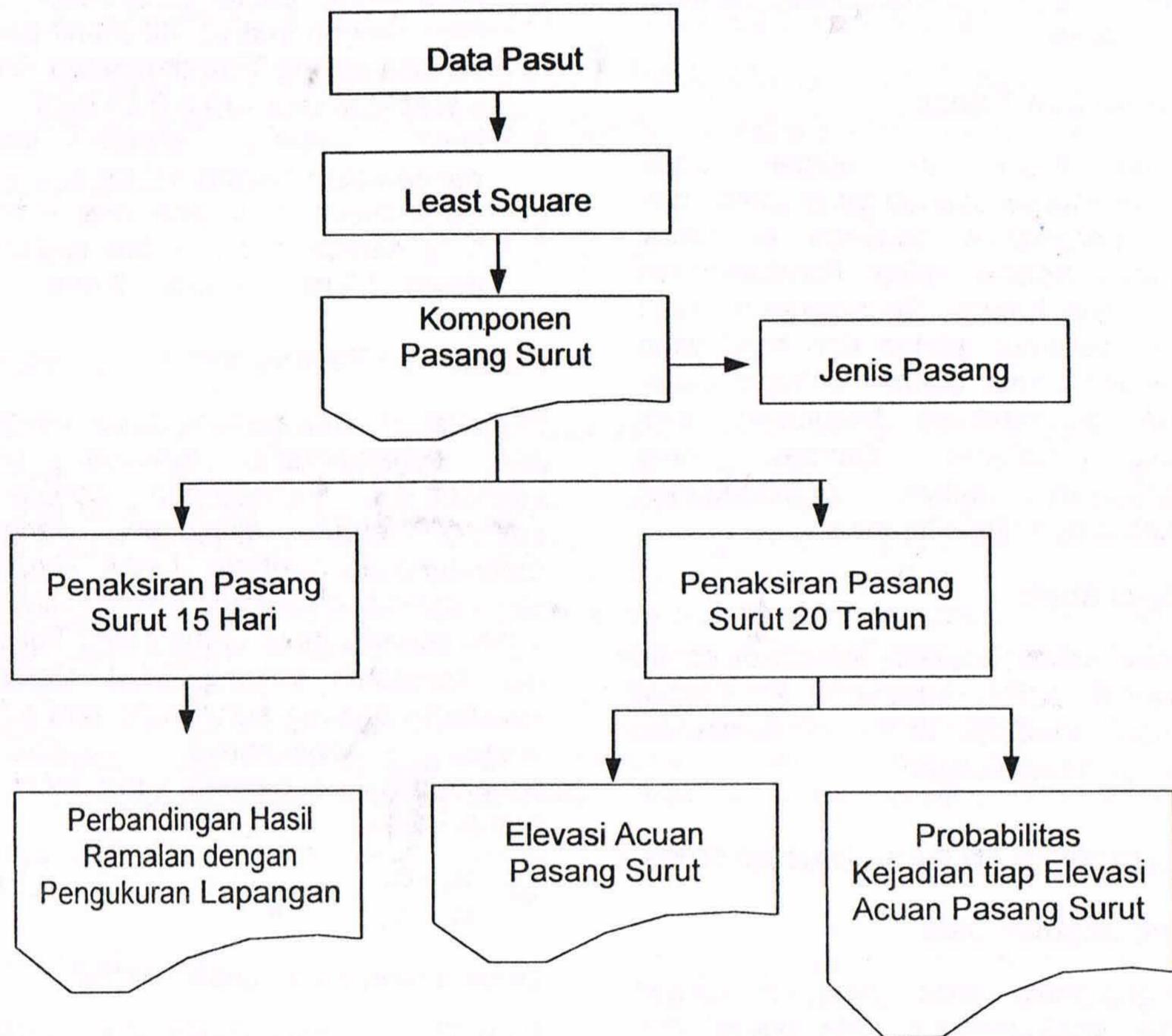
### Penaksiran Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut dengan alur sebagaimana disajikan oleh Gambar 1 Perhitungan konstanta pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square*. Hasil pencatatan diambil dengan interval 1 jam sebagai input untuk *Least Square* dan konstanta pasang surut. Dengan konstanta pasang surut yang ada pada proses sebelumnya dilakukan penentuan jenis pasang surut menurut rumus berikut :

$$NF = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana jenis pasut untuk nilai NF:

- |            |   |
|------------|---|
| 0 - 0,25   | = <i>semi diurnal</i>                       |
| 0,25 - 1,5 | = <i>mixed type</i> (semi diurnal dominant) |
| 1,5 - 3,0  | = <i>mixed type</i> (diurnal dominant)      |
| >3,0       | = <i>diurnal</i>                            |



Gambar 1. Bagan alir perhitungan dan penaksiran perilaku pasang surut laut

Selanjutnya dilakukan penaksiran pasang surut yang dipilih bersamaan dengan masa pengukuran yang dilakukan di Pantai Kendal. Langkah selanjutnya dari pengolahan data pasang surut adalah mencari harga elevasi-elevasi acuan dari karakteristik perairan di wilayah proyek. Untuk mencari harga elevasi-elevasi tersebut, digunakan nilai-nilai komponen pasang surut dari hasil penaksiran.

Dengan konstanta yang telah diperoleh, dilakukan penaksiran pasang surut

untuk masa 20 tahun sejak tanggal pengamatan. Hasil penaksiran ini dibaca untuk menentukan elevasi-elevasi acuan pasang surut yang menjadi ciri daerah tersebut.

Dari elevasi acuan pasang surut yang ada maka ditetapkan nilai LLWL sebagai elevasi nol acuan. Disamping itu dari penaksiran untuk masa 20 tahun ke depan akan didapatkan nilai probabilitas dan prosentase dari masing-masing elevasi acuan.

Elevasi rencana didapat dengan menggunakan data hasil ramalan selama 20 tahun tersebut. Dari elevasi acuan pasang surut yang ada maka ditetapkan nilai LLWL/LWS (*Lowest Low Water Level / Lowest Water Spring*) sebagai elevasi nol acuan.

### Penaksiran Gelombang

Penaksiran gelombang berdasarkan data angin sebagai pembangkit utama gelombang dan daerah pembentukan gelombang (*fetch*) biasa disebut sebagai proses hindcastng. Data angin yang digunakan adalah data angin setiap jam berikut informasi mengenai arahnya dari tahun 1986 sampai dengan 2001. Data iklim angin disajikan dalam bentuk windrose dalam satuan bulanan ataupun secara total.

Panjang *fetch* dihitung untuk 8 arah mata angin dan ditentukan berdasarkan rumus berikut :

$$Lf_i = \frac{\sum Lf_j \cdot \cos \alpha_j}{\sum \cos \alpha_j} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- $Lf_i$  = panjang *fetch* ke-i
- $\alpha_i$  = sudut pengukuran *fetch* ke-i
- $i$  = jumlah pengukuran *fetch*

Jumlah pengukuran "i" untuk tiap arah mata angin tersebut meliputi pengukuran-pengukuran dalam wilayah pengaruh *fetch* (22,50 searah jarum jam dan 22,50 berlawanan arah jarum jam). Pembentukan gelombang di laut dalam dianalisa dengan formula-formula empiris yang diturunkan dari model parametrik berdasarkan spektrum gelombang JONSWAP (*Shore Protection Manual*, 1984). Prosedur penaksiran tersebut berlaku baik untuk

kondisi *fetch* terbatas (*fetch limited condition*) maupun kondisi durasi terbatas (*duration limited condition*) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{gH_{m_0}}{U_A^2} &= 0.0016 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2} \\ \frac{gT_p}{U_A^2} &= 0.2857 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \dots \dots \dots (3) \\ \frac{gt_d}{U_A} &= 68.8 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{2/3} \end{aligned}$$

dalam persamaan tersebut,  $U_A = 0.71U_{10}^{1.23}$  adalah faktor tekanan angin, dimana  $U_A$  dan  $U_{10}$  dalam m/detik. Hubungan antara  $T_p$  dan  $T_s$  diberikan sebagai  $T_s = 0.95 T_p$ .

Persamaan tersebut di atas hanya berlaku hingga kondisi gelombang telah terbentuk penuh (*fully developed sea condition*), sehingga tinggi dan perioda gelombang yang dihitung harus dibatasi dengan persamaan empiris berikut:

$$\begin{aligned} \frac{gH_{m_0}}{U_A^2} &= 0.243 \\ \frac{gT_p}{U_A} &= 8.13 \dots \dots \dots (4) \\ \frac{gt_d}{U_A} &= 7.15 \times 10^4 \end{aligned}$$

Dimana :

- $H_{m_0}$  = tinggi gelombang signifikan menurut energi spektral
- $T_p$  = perioda puncak gelombang

Untuk lebih jelasnya bagan alir metode penaksiran gelombang dapat disajikan pada Gambar 2.



## Pemodelan Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan Shore Protection Manual, 1984 (SPM 1984), angkutan bahan sedimen sejajar pantai disebut *longshore transport*. Penamaan *longshore transport* ini sama artinya dengan *littoral transport* atau pergerakan *littoral drift*, yaitu sedimen yang bergerak pada zone littoral. Zone littoral di dalam terminologi pantai adalah daerah perairan dari garis pantai hingga tepat sebelum daerah gelombang pecah.

Dalam menentukan pola perubahan garis pantai yang terjadi maupun yang akan terjadi pada kurun waktu tertentu, akan menggunakan program simulasi GENESIS (*Generalized Model for Simulating Shoreline Change*) dari US Army Corps of Engineers (ASCE).

Dalam program simulasi GENESIS dijelaskan bahwa *Longshore transport rate* (Q), atau tingkat angkutan sedimen sejajar pantai, lazim mempunyai satuan meter kubik per tahun (dalam SI).

Program GENESIS ini, dengan data-data masukan ( data posisi awal garis pantai, Time Series gelombang, Grid simulasi, struktur bangunan yang ada dan ukuran butiran ) dapat memberikan perkiraan nilai *longshore transport rate* serta perubahan garis pantai akibat angkutan sedimen tersebut tanpa maupun dengan adanya struktur pada pantai untuk jangka waktu tertentu.

Perubahan garis pantai yang disimulasikan meliputi kondisi saat ini (eksisting) dan kondisi rencana dimana pembangunan Pelabuhan dilaksanakan.

Masing-masing disimulasikan selama 10 tahun.

## Pemodelan Pola Pergerakan Sedimen

Perangkat lunak yang akan digunakan dalam pemodelan ini adalah *Surface Water Modeling System* (SMS) versi 7.0 (*Environmental Modeling Research Laboratory* (ERML), 2002) yang dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers. SMS adalah prosesor pra dan pasca untuk pemodelan elemen hingga dan elemen beda hingga.

Program inti dari SMS ini adalah program pemodelan hidrodinamika yang dapat menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran untuk suatu masalah aliran.

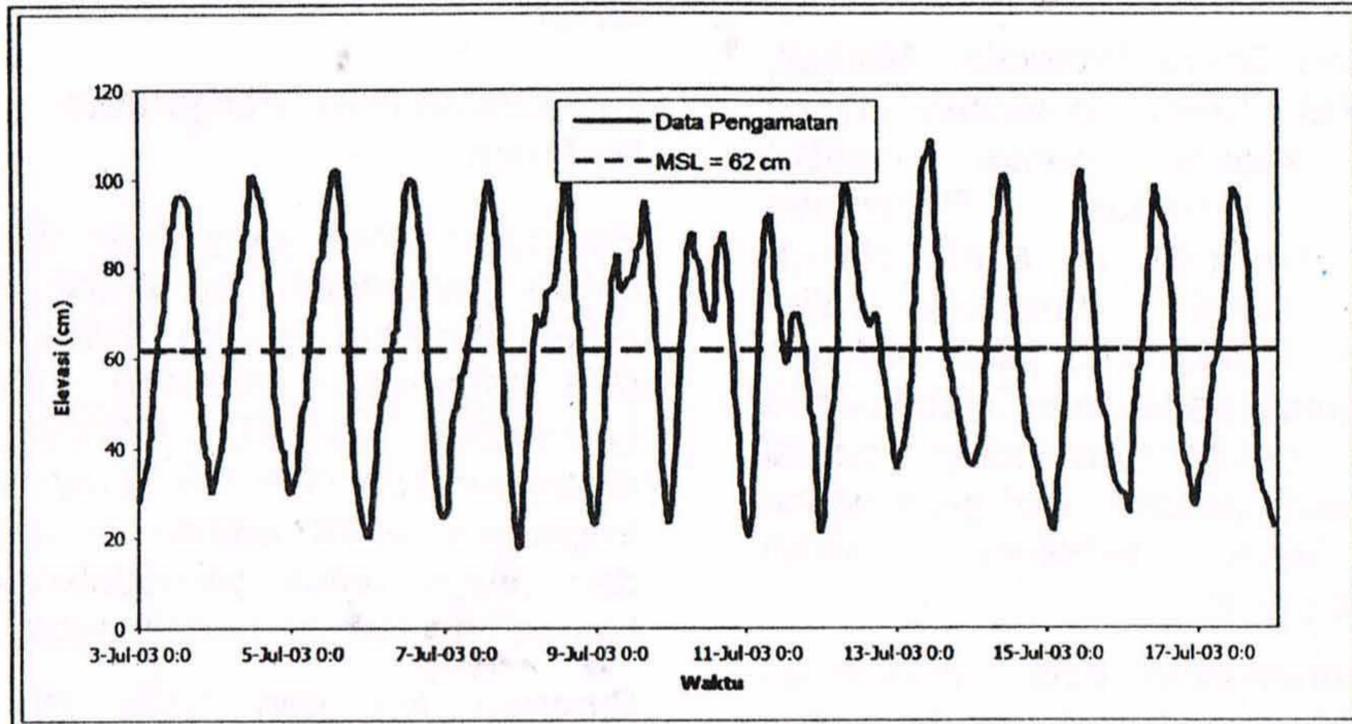
Solusi perhitungan memberikan informasi elevasi muka air, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen, atau data fungsional lain disetiap node dari mesh yang dapat dibaca untuk plot vektor, kontur berwarna, atau kurva yang berubah terhadap waktu sehingga terbentuk animasi dinamis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peramalan Pasang Surut

#### 1. Komponen Pasang Surut

Penaksiran pasang surut dipilih bersamaan dengan masa pengukuran yang dilakukan di lokasi studi, yaitu dari tanggal 3 Juli – 18 Juli 2003. Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil peramalan.



Gambar 4. Perbandingan hasil pengukuran lapangan dan hasil ramalan pasut

Langkah pengolahan data pasang surut berikutnya adalah mencari harga elevasi-elevasi acuan dari karakteristik perairan di wilayah studi. Untuk mencari harga elevasi-elevasi tersebut,

digunakan nilai-nilai komponen pasang surut dari hasil penaksiran dengan menggunakan metode *least square* (rata-rata kuadrat terkecil) seperti disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Komponen Pasang Surut sesuai Hasil Pengamatan

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A(cm)	62.15	6.36	17.29	5.55	11.96	26.58	5.31	6.64	0.27	0.18
g (0)		196.02	175.28	221.92	253.55	-70.79	222.93	-84.22	260.47	226.86

dimana:

- A : amplitudo,
- g : beda fase,
- M2 : komponen utama bulan (semi diurnal),
- S2 : komponen utama matahari (semi diurnal),
- N2 : komponen eliptis bulan,
- K2 : komponen bulan,
- K1 : komponen bulan,
- O1 : komponen utama bulan (diurnal),
- P1 : komponen utama matahari (semi-diurnal),
- M4 : komponen utama bulan (kuarter diurnal), dan
- MS4 : komponen utama matahari-bulan.

Berdasarkan konstanta-konstanta utama pasang surut di atas diketahui bahwa tipe pasang surut di lokasi Pelabuhan Kendal adalah Tipe **Diurnal Dominant** dengan harga NF sama dengan 1,63.

## 2. Elevasi Acuan

Dengan komponen pasang surut di atas, dilakukan pula penaksiran

pasang surut untuk masa 20 tahun sejak tanggal pengamatan. Hasil peramalan ini dibaca untuk menentukan elevasi-elevasi acuan pasang surut yang menjadi ciri daerah tersebut sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Harga Elevasi-elevasi Acuan di Pelabuhan Kendal Berdasarkan Lowest Water Level

No	Elevasi Acuan		Harga (meter)
1	HHWL	Highest High Water Level	1.41
2	MHWS	Mean High Water Spring	1.20
3	MHWL	Mean High Water Level	0.88
4	MSL	Mean Sea Level	0.64
5	MLWL	Mean Low Water Level	0.37
6	MLWS	Mean Low Water Spring	0.19
7	LLWL	Lowest Low Water Level	0.00

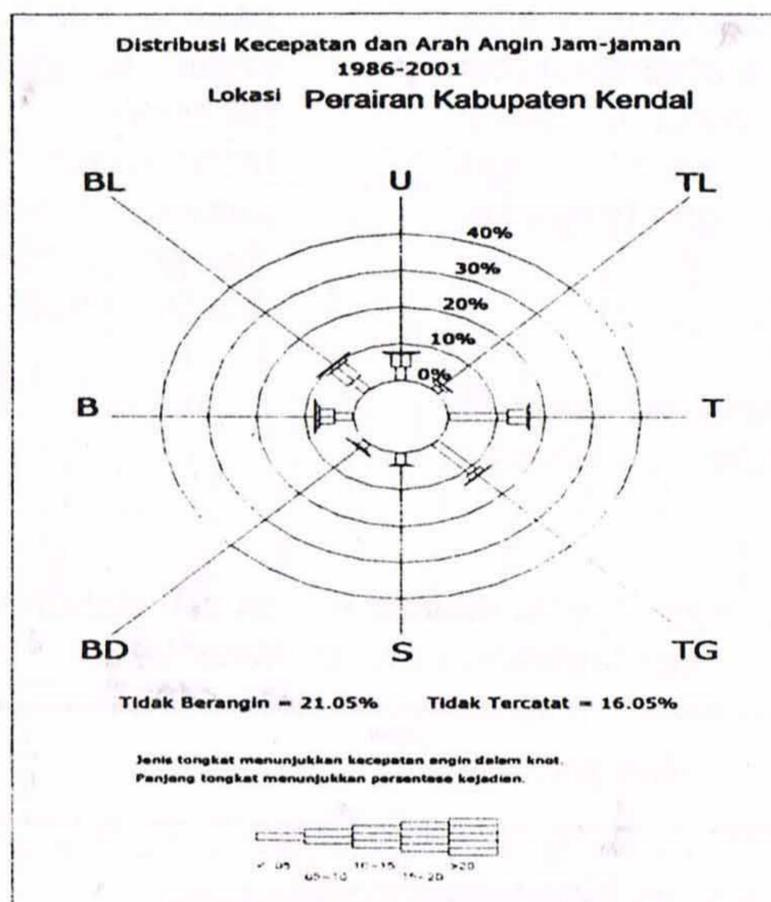
Dari elevasi acuan pasang surut yang ada maka ditetapkan nilai LWS (*Lowest Water Spring*) sebagai elevasi nol acuan.

## Peramalan Gelombang

1. Distribusi Arah dan Kecepatan Angin Peramalan gelombang berdasarkan data angin sebagai pembangkit utama gelombang dari daerah pembentukan gelombang (*fetch*). Data angin yang digunakan adalah data angin jam-jaman berikut

arahnya dari tahun 1986 sampai dengan 2001. Data iklim angin disajikan dalam bentuk windrose dalam satuan bulanan ataupun secara total.

Windrose total berdasarkan data angin dari tahun 1986 sampai dengan tahun 2001 di Pelabuhan Kendal yang paling dominan adalah arah Timur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Windrose di perairan Kendal

Sedangkan distribusi jumlah dan prosentase kejadian anginnya disajikan dalam Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Distribusi Arah dan Kecepatan Angin di Kendal (1986 – 2001)  
Total Kejadian Angin di Perairan Kendal Tahun 1986 – 2001

Arah	Jumlah Jam					Total	Persentase					Total
	<5	5-10	10-5	15-20	>20		<5	5-10	10-15	15-20	>20	
Utara	5120	4889	582	44	6	10641	3.65	3.49	0.41	0.03	0.00	7.59
Timur Laut	1842	1272	113	5	3	3235	1.31	0.91	0.08	0.00	0.00	2.31
Timur	17107	5795	584	32	6	23504	12.20	4.13	0.40	0.02	0.00	16.76
Tenggara	15853	1994	117	14	5	17783	11.16	1.42	0.08	0.01	0.00	12.68
Selatan	4296	488	32	5	2	4823	3.06	0.35	0.02	0.00	0.00	3.44
Barat daya	2470	571	50	11	2	3104	1.76	0.41	0.04	0.01	0.00	2.21
Barat	5399	4321	1100	282	16	11118	3.85	3.08	0.78	0.20	0.01	7.93
Barat Laut	5420	6971	1394	220	8	14013	3.86	4.97	0.99	0.16	0.01	9.99
Berangin	=					88221	=					62.90
Tidak Berangin	=					29525	=					21.05
Tidak Tercatat	=					22510	=					16.05
Total	=					140256	=					100.00

## 2. Kecepatan angin dalam k not

Daerah pembentukan gelombang (fetch) dihitung untuk arah-arah datangnya gelombang yang mungkin, dimana panjang fetch efektif lokasi Pelabuhan Kendal adalah Arah utama Utara 832,206 m, Arah utama Timur laut 461,912 m, Arah utama Timur 36,697 m, Arah Barat Laut 547,607 m, dan Arah utama Barat laut 219,529 m.

## Gelombang Rencana

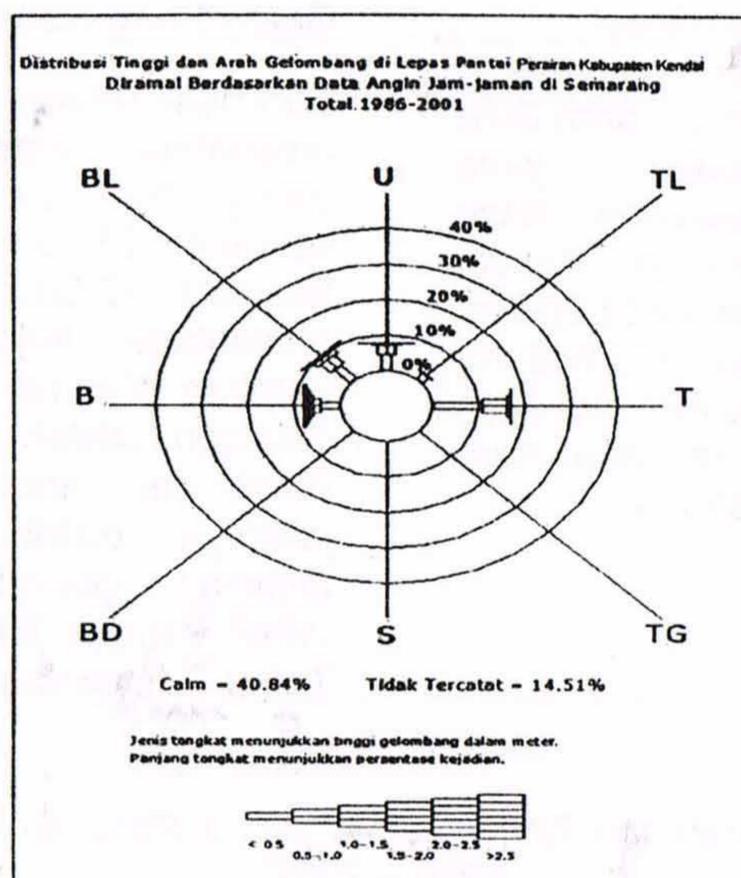
Dari hasil analisa bahwa distribusi dan prosentase kejadian gelombang yang paling dominan adalah arah Timur sebesar 16,76 dan arah Tenggara. Sebesar 12,68. Sedang ditinjau dari prosentase kejadian gelombang di perairan Kendal bulanan, arah paling dominan adalah arah Timur, dan arah Barat dan arah Utara. Untuk lebih jelasnya distribusi dan prosentase kejadian gelombangnya dari tahun (1986 sampai 2001) dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Distribusi Arah dan Tinggi Gelombang di Perairan Pelabuhan Kendal (1986 – 2001)

Arah	Tinggi Gelombang ( m )						Total
	< 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	>2,5	
Utara	4.511	2.510	0.466	0.076	0.021	0.009	7.59
Utara Timur Laut	2.104	0.205	0.003	0.000	0.000	0.000	2.31
Timur	10.754	5.500	0.478	0.011	0.006	0.000	16.82
Tenggara	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Selatan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Barat Daya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Barat	4.184	1.607	0.744	0.429	0.335	0.632	7.93
Barat laut	4,972	3.124	1.173	0.394	0.178	0.157	10.00
Bergelombang						=	44.65
Tidak Bergelombang						=	40.84
Tidak Tercatat						=	14.51
Total						=	100.00

Sedang Parameter gelombang dalam bentuk waverose total dari tahun 1986 sampai dengan 2001 di perairan

Pelabuhan Kendal disajikan pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Waverose di perairan Pelabuhan Kendal berdasarkan data angin

Hasil peramalan gelombang yang berupa series waktu kejadian gelombang akibat angin, masih belum dapat langsung digunakan untuk perencanaan. Perencanaan memerlukan suatu tinggi (dan periode) gelombang yang biasanya didasarkan pada suatu fenomena statistik yang dikenal dengan nama periode ulang. Dalam kajian ini gelombang rencana

yang dipakai adalah berdasarkan analisis harga ekstrim dari data gelombang terbesar tahunan hasil peramalan gelombang. Metode yang digunakan dalam analisis harga ekstrim adalah Metode Pearson. Tinggi gelombang rencana untuk perairan Pelabuhan Kendal disajikan dalam Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Gelombang Rencana di Perairan Pelabuhan Kendal

Periode Ulang (Tahun)	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (detik)
1	2,50	7,43
2	2,81	7,90
3	3,12	8,35
5	3,33	8,64
10	3,48	8,85
25	3,55	8,95
50	3,57	8,97
100	3,58	8,98

Setelah mendapatkan tinggi gelombang rencana untuk periode ulang tertentu tersebut, kemudian dianalisis periode gelombang yang sesuai. Grafik hubungan antara tinggi gelombang dengan periode ulang 100 tahunan sebesar 3,58 meter mempunyai periode gelombang sebesar 8,98 detik.

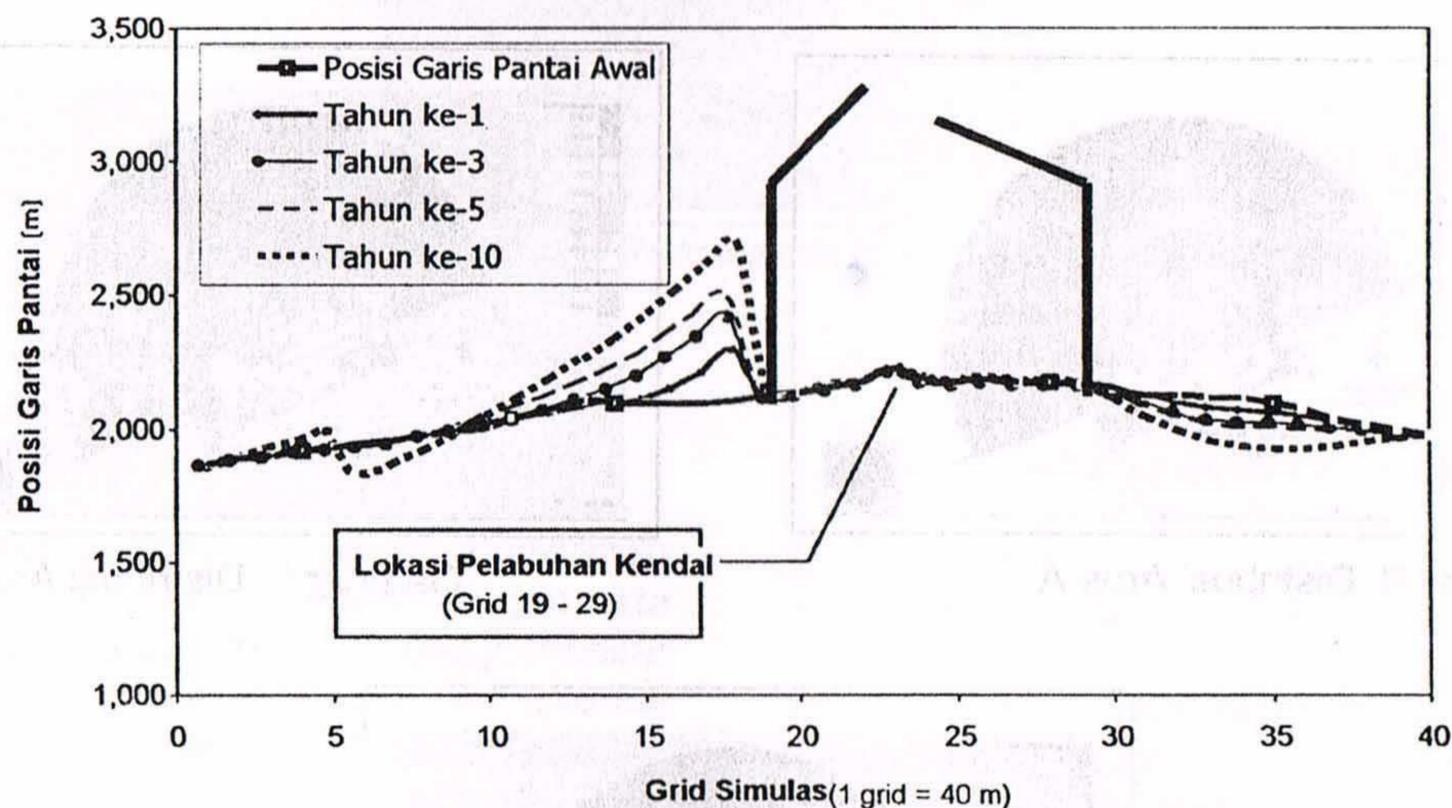
### Pemodelan Perubahan Garis Pantai

Program GENESIS ini, dengan data-data masukan Data posisi awal garis pantai berupa koordinat (x,y) *Time series* data gelombang Grid simulasi Struktur bangunan pantai eksisting dan ukuran butiran, dapat memberikan perkiraan nilai *longshore transport rate*

serta perubahan garis pantai akibat angkutan sedimen tersebut tanpa maupun dengan adanya struktur pada pantai untuk jangka waktu tertentu.

Dari hasil simulasi, diperoleh bahwa perubahan garis pantai yang terjadi di pantai perairan Kendal, dari tahu ke tahun terjadi sedimentasi sebesar 65 m<sup>3</sup> per tahun atau kurang lebih 150 m per tahun dan terjadi erosi rata rata 15 m per tahun dengan panjang 80 m kearah kiri.

Hasil simulasi perubahan garis pantai akan ditampilkan pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Perubahan Garis Pantai

### PEMODELAN POLA PERGERAKAN SEDIMEN

Untuk mengetahui pola pergerakan sedimen dengan menggunakan Perangkat lunak *Surface-Water*

*Modeling System (SMS)* versi 7.0 (*Environmental Modeling Research Laboratory (ERML)*, 2002) yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers*.

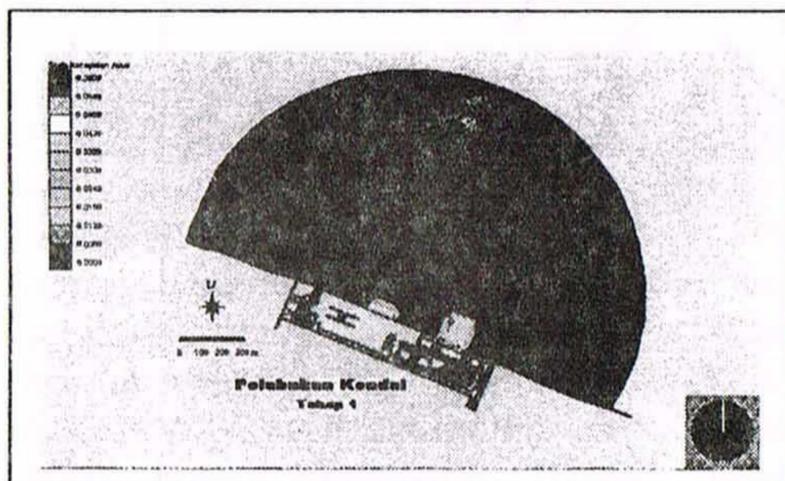
SMS adalah prosesor pra dan pasca untuk pemodelan elemen hingga dan elemen beda hingga. Program inti dari SMS ini adalah program pemodelan hidrodinamika yang dapat menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran untuk suatu masalah aliran.

Pada saat pengukuran arus di lapangan selama 25 jam dengan interval waktu 30 menit pada periode spring tide dan neap tide dengan pengukuran 3 (tiga) titik masing masing 3 (tiga) layer diperoleh kecepatan masing masing 0.25 m/ detik, pada layer satu, 0.27 m/ detik dan, 0.23 m/ detik pada layer tiga. Sehingga rata rata kecepatan arus di perairan Kendal sebesar 0.25 m/detik. Disamping itu

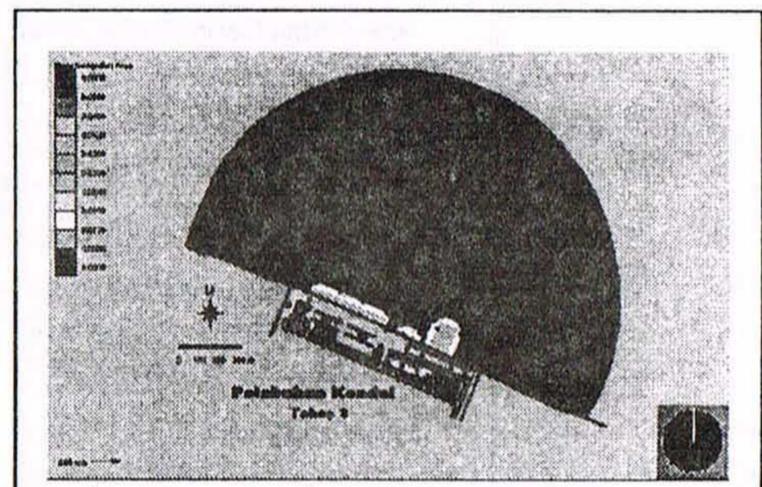
besarnya konsentrasi sedimen dengan mengambil sample 3 ( tiga ) titik sebesar 0,274 gr/lt, 0,389 gr/lt dan 0,49 gr/lt.

Dari hasil simulasi bahwa pola pergerakan sedimen di perairan kecenderungan bervariasi di dalam kolam pelabuhan dengan konsentrasisedimen sebesar 0,25 – 0,30 gr/lt dan di luar kolam pelabuhan sebesar 0,40 – 0,50 gr/lt. dengan mengikuti arah arus, arah gelombang dan kondisi batimetri perairan.

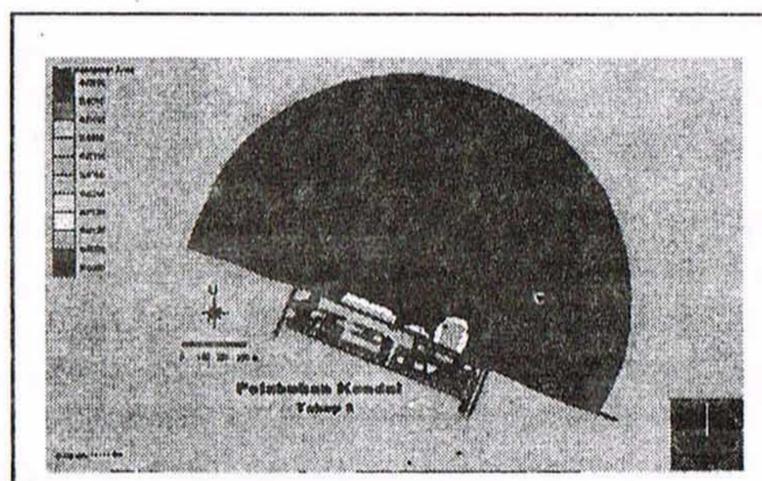
Untuk lebih jelasnya distribusi arus, dan pola pergerakan sedimen dapat dilihat pada gambar 3.9 s/d 3.14 dibawah ini.



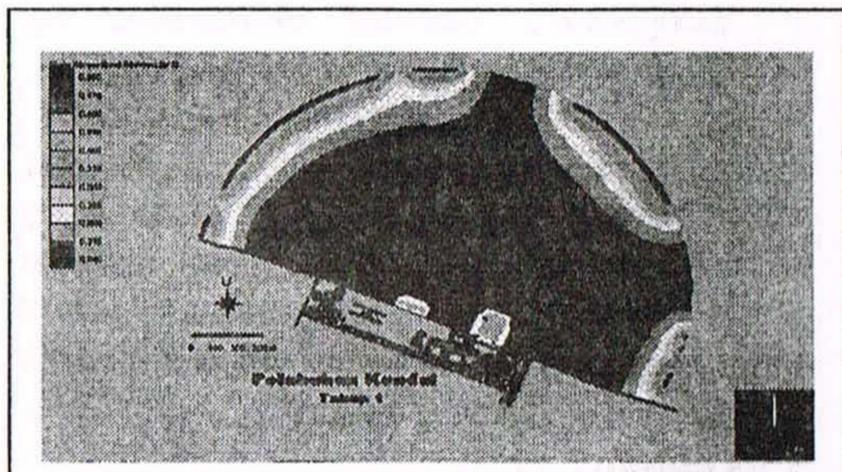
Gambar 8. Distribusi Arus A



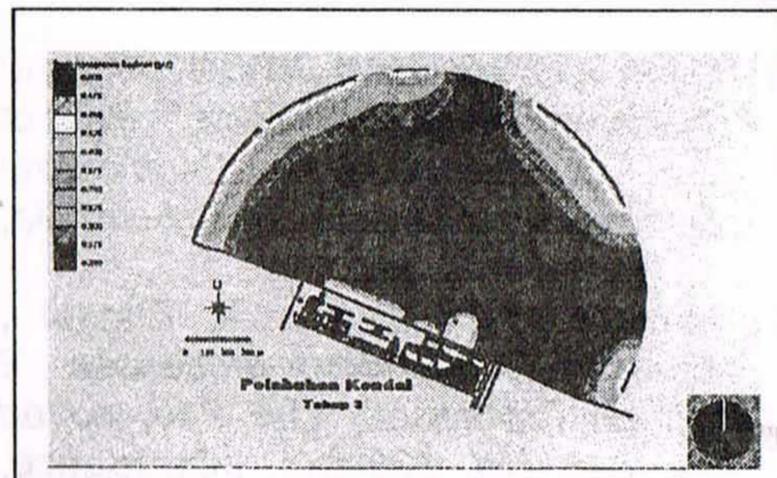
Gambar 9. Distribusi Arus B



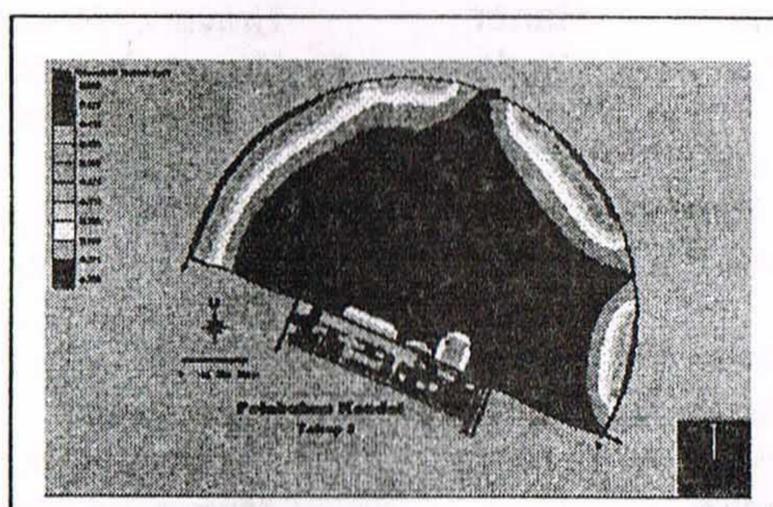
Gambar 10. Distribusi Arus C



Gambar 11. Pergerakan Sedimen A



Gambar 12. Pergerakan Sedimen B



Gambar 3.14 Pergerakan Sedimen C

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pasang surut di pantai Pelabuhan Kendal, Jawa Tengah dengan rata rata selurauh muka air tinggi sebesar 0,64 m, dan termasuk tipe *Diurnal Dominant* dengan harga NF sebesar 1,63.
2. Gelombang signifikan di lepas pantai perairan Kendal setinggi 3,58 m dengan perioda 8,98 detik untuk perioda ulang 100 tahunan.
3. Distribusi Tinggi dan Arah gelombang untuk bulanan di perairan Kendal paling dominan adalah arah Timur, Barat Laut, Barat dan Utara.
4. Perubahan garis pantai hasil simulasi dari tahun ke tahun akan terjadi erosi dan ekresi dengan panjang kurang lebih rata rata 80 m sampai 150 m per tahunnya..
5. Kecepatan arus di perairan pantai perairan Kendal rata rata 0,25 m/detik.
6. Pola pergerakan sedimen di kolam pelabuhan 0,25 – 0, 30 gr/lt dan di luar kolam pelabuhan 0, 40 – 0,50 gr/lt. kecenderungan mengikuti arah, kecepatan arus dan arah gelombang yang dominan.
7. Perlu ada tindak lanjut pengamanan Pantai terutama lokasi yang tererosi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dean, R.G., "Heuristic Model of Sand Transport in the Surf Zone," *Proc. of the Conference on Engineering Dynamics in the Surf Zone*, Australia, 1973
2. Inman, D. I. and R. A. Bagnol, *Beach and Nearshore processes*, 2 *Littoral Processes, The Sea*, edited by M.N. Hill, 529-533, Interscience, New York,
3. Johnson, D.W., *Shore Processes and Shoreline Development*, Haner Publishing Company, New York, 1972.
4. Komar, P. D. and Inman, D. L., "Longshore Sand Transport on Beaches," *J.G.R.*, Vol.75, No. 30, Oct. 30, 1970.
5. LeMehaute, B. and R.C. Y. Koh, "On the Breaking of Waves Arriving at an Angle to the Shore," *J. of Hyd. Res.*, Vol. 5, No. 1, pp. 67-88, 1967.
6. Longuet - Higgins, M. S., "Longshore Current Generated by Obliquely Incident Sea Waves," *J.G.R.*, Vol. 75, No. 33, Nov., 1970.
7. Noda, E. V., C. J. Sonu, V. C. Rupert, and J. I. Collins, "Nearshore Circulations Under sea Breeze Condition and Wave-Current Interactions in the Surf zone," Tetra Tech, Inc., Report TC-149-4, February 1974.
8. Phillips, O. M., "The Dynamics of the Upper Ocean" Cambridge University Press, 1966.
9. Wang, H. and S.S Liang, "Sediment Transport in Random Waves," *Proceedings of 14<sup>th</sup> International Coastal Engineering Conference*, Ciopenhagen, 1974.
10. Watts, G.M., "Development and Field Tests of a Sampler for Suspended Sediment in Wave Action," *Beach Erosion, Board Tech. Memo. 34*, Washington, 1953.