

## BAB IV ANALISIS DATA

### 4.1 Umum

Analisis data yang dilakukan merupakan data-data yang akan digunakan sebagai input program GENESIS. Analisis data ini meliputi analisis data hidro-oceanografi, analisis data pasang surut, analisis data sedimen dan tanah, analisis data peta multi-temporal. Semua data tersebut dianalisis untuk memperoleh hasil simulasi perubahan garis pantai dalam kurun waktu tertentu yang dilakukan dengan program GENESIS.

Analisis hidro-oceanografi meliputi analisis data angin, *fetch* dan gelombang. Pada analisis ini data angin diubah menjadi data gelombang dengan memperhitungkan panjang *fetch* pada tiap-tiap arah datangnya angin. Dari analisis ini didapat data gelombang yang akan digunakan sebagai input program GENESIS yang meliputi tinggi gelombang, periode gelombang dan arah datang gelombang.

Analisis pasang surut berfungsi untuk mendapatkan data-data elevasi air laut terbesar selama 1 tahun. Dari hasil analisis ini akan didapatkan elevasi HHWL, MHWL, MSL, MLWL dan LLWL. Selanjutnya hasil dari analisis ini digunakan dalam perencanaan struktur bangunan pelindung pantai.

Analisis sedimen dan tanah meliputi analisis data sedimen dan analisis data tanah. Analisis sedimen berfungsi untuk mendapatkan data butiran sedimen pantai ( $D_{50}$ ) yang akan digunakan sebagai input program GENESIS. Sedangkan analisis data tanah digunakan dalam perencanaan struktur bangunan pelindung pantai.

Analisis data peta multi-temporal berfungsi untuk membandingkan kondisi pantai dalam beberapa tahun. Analisis ini dilakukan dengan cara membuat peta multi-temporal yang tersedia menjadi peta digital melalui proses digitasi. Dari peta digital tersebut dilakukan proses *overlay* atau tumpang tindih sehingga terlihat perbedaan kondisi pantai. Dari hasil tersebut bisa diketahui daerah-daerah yang terjadi abrasi.

4.2 Analisis Angin dan Gelombang

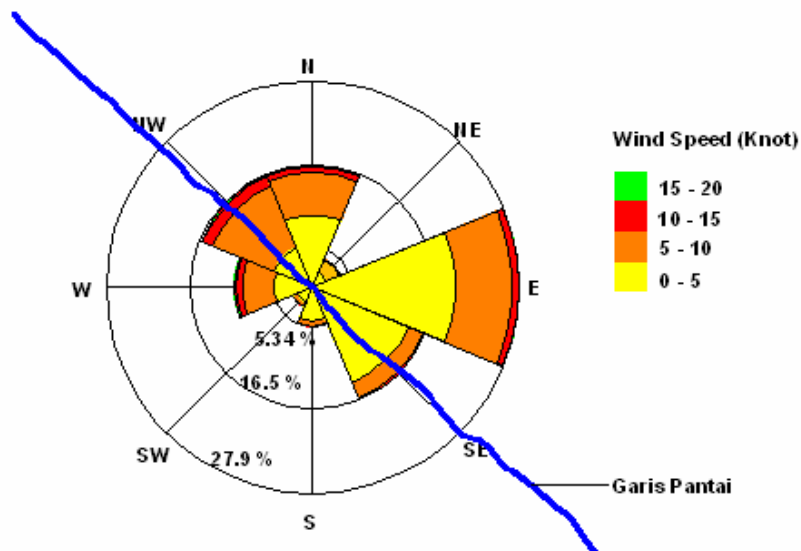
4.2.1 Angin

Data angin dibutuhkan dalam penentuan distribusi arah angin dan kecepatan angin yang terjadi di lokasi. Data angin yang digunakan adalah data angin tahun 1996 – 2005 yang berasal dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Maritim, Semarang. Di bawah ini ditampilkan hasil perhitungan (Tabel 4.1) dan gambar *windrose* (Gambar 4.1) dari data angin selama 10 tahun. Untuk mendapatkan *windrose* digunakan program *WINDROSE*.

**Tabel 4.1** Presentase Kejadian Angin Tahun 1996 – 2005.

Kecepatan Angin (Knot)	Arah Angin (%)								Keterangan Jumlah
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
0 - 5	9.81	2.12	19.29	13.97	4.57	2.27	5.17	5.77	62.97
6 -10	5.69	1.81	7.64	2.24	0.68	0.62	4.38	8.93	31.98
11 - 15	0.71	0.16	0.89	0.25	0.05	0.06	0.88	1.48	4.47
16 - 20	0.05	0.00	0.06	0.03	0.03	0.01	0.17	0.14	0.49
> 21	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.09
Jumlah	16.28	4.10	27.90	16.50	5.34	2.95	10.61	16.32	100.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)



**Gambar 4.1** *Windrose* 10 tahun (1996-2005).

Data angin dalam *windrose* dikelompokkan ke dalam delapan penjurus mata angin (Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut) dengan kecepatan angin dalam satuan knot. Seperti terlihat pada Gambar

4.1 yang menunjukkan angin dominan selama 10 tahun bergerak dari arah Timur dengan persentase sebesar 27.9% dan kecepatan angin maksimum 35 knot.

**4.2.2 Fetch**

*Fetch* efektif digunakan dalam grafik peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi, periode dan durasi gelombang. *Fetch* rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut ini:

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad \text{(Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo)}$$

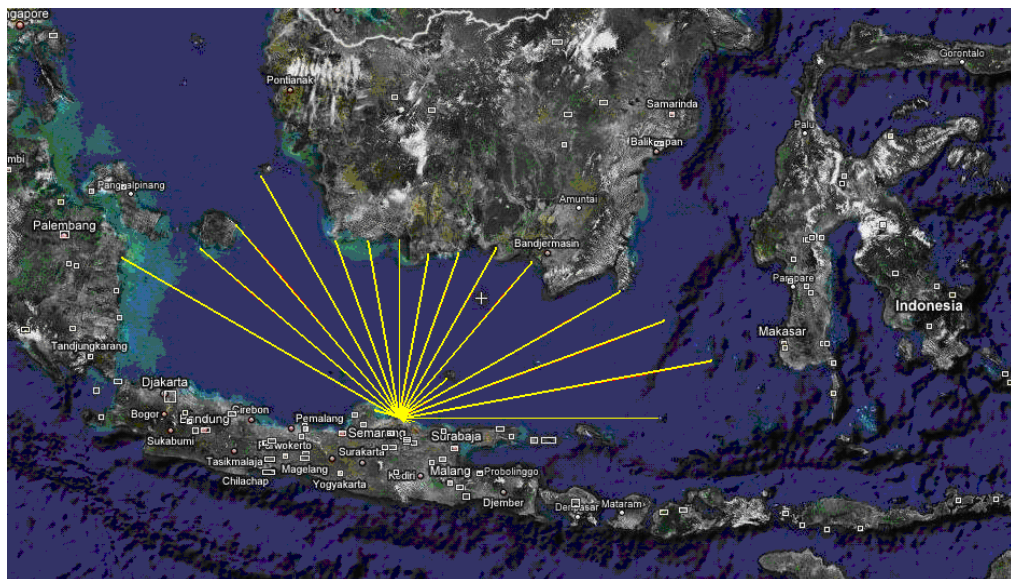
Dengan,

$F_{eff}$  = *fetch* rerata efektif.

$Xi$  = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

$\alpha$  = deviasi pada kedua sisi arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $6^\circ$  sampai  $42^\circ$  pada kedua sisi arah angin.

Perhitungan panjang  $Xi$  (panjang *fetch*) dari berbagai arah yang memungkinkan dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.2 *Fetch*.

Tabel 4.2 Perhitungan *fetch* rerata efektif.

PERHITUNGAN <i>FETCH</i> RERATA EFEKTIF					
Arah Utama	Sudut ( $\alpha$ )°	Cos $\alpha$	Xi (Km)	Xi.Cosa	Feff (km)
Barat Laut	0	1.000	540	540.00	502.21
	6	0.995	564	560.91	
	12	0.978	528	516.46	
	18	0.951	624	593.46	
	24	0.914	456	416.58	
	30	0.866	432	374.12	
	36	0.809	408	330.08	
	42	0.743	420	312.12	
Utara	-42	0.743	528	392.38	450.3
	-36	0.809	504	407.74	
	-30	0.866	624	540.40	
	-24	0.914	612	559.09	
	-18	0.951	432	410.86	
	-12	0.978	420	410.82	
	-6	0.995	408	405.76	
	0	1.000	408	408.00	
	6	0.995	348	346.09	
	12	0.978	372	363.87	
	18	0.951	384	365.21	
	24	0.914	420	383.69	
	30	0.866	432	374.12	
	36	0.809	444	359.20	
42	0.743	480	356.71		
Timur Laut	-42	0.743	336	249.70	492.26
	-36	0.809	360	291.25	
	-30	0.866	372	322.16	
	-24	0.914	384	350.80	
	-18	0.951	432	410.86	
	-12	0.978	432	422.56	
	-6	0.995	468	465.44	
	0	1.000	480	480.00	
	6	0.995	456	453.50	
	12	0.978	600	586.89	
	18	0.951	564	536.40	
	24	0.914	636	581.01	
	30	0.866	648	561.18	
	36	0.809	720	582.49	
42	0.743	480	356.71		
Timur	-42	0.743	456	338.87	598.89
	-36	0.809	540	436.87	
	-30	0.866	600	519.62	
	-24	0.914	480	438.50	
	-18	0.951	660	627.70	
	-12	0.978	720	704.27	
	-6	0.995	840	835.40	
	0	1.000	444	444.00	

4.2.3 Gelombang

Tinggi dan periode gelombang dapat dihitung dengan menggunakan grafik peramalan gelombang setelah *fetch* rerata efektif dan kecepatan angin diketahui. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan gelombang adalah sebagai berikut:

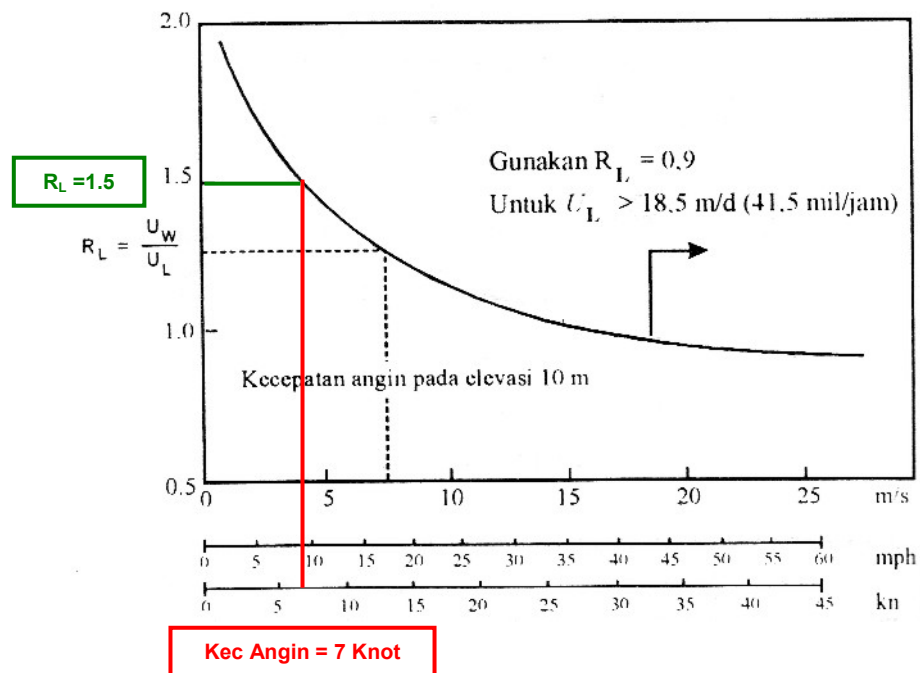
1. Mencari kecepatan dan arah angin maksimal dari arah angin harian tahun 1996 – 2005 yang dapat menimbulkan gelombang.

Contoh: Januari 1996 arah angin 90° (kolom 3, baris 1,) dengan kecepatan angin 7 knot (kolom 4, baris 1).

2. Konversi kecepatan angin menjadi m/dt (1 knot = 0,514 m/dt).

Contoh: 7 knot = 3,598 m/dt (kolom 5).

3. Dihitung kecepatan angin di laut dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat.

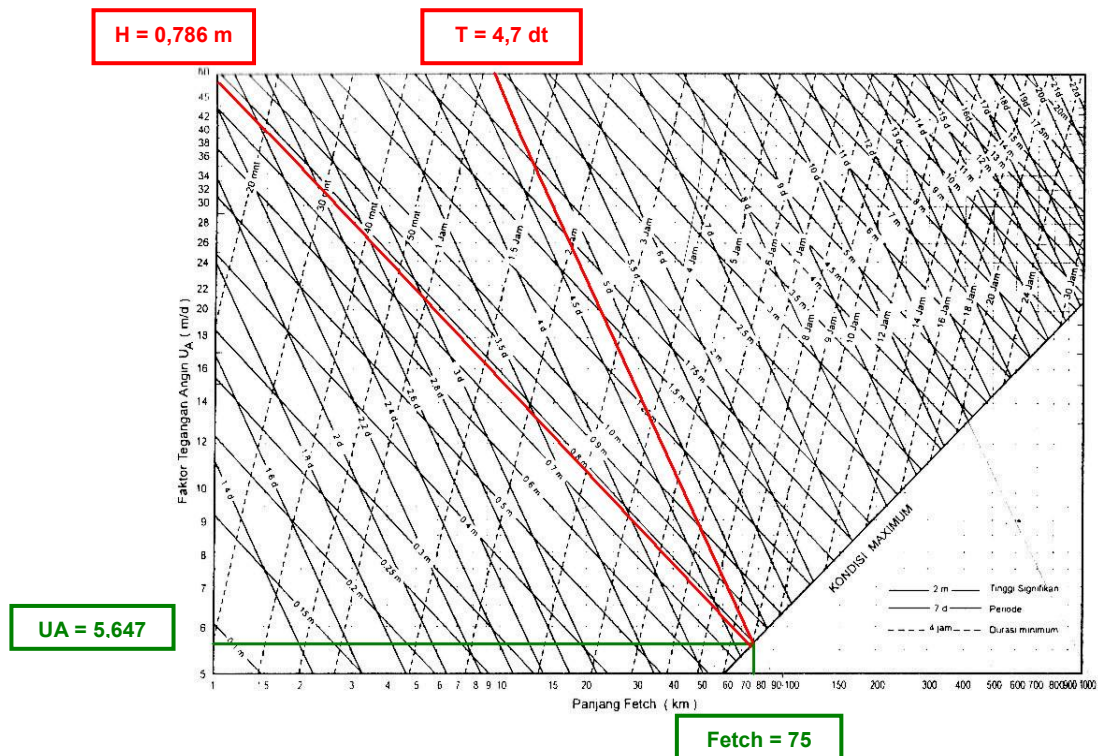
Contoh: dari grafik didapat nilai  $R_L = 1,5$  (kolom 6).

$$\begin{aligned}
 U_W &= U_L \times R_L && \text{(Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo)} \\
 &= 3,598 \times 1,5 \\
 &= 5,397 \text{ (kolom 7).}
 \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai  $U_A$  dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 U_A &= 0.71 \times U_W^{1,23} && \text{(Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo)} \\
 &= 0.71 \times 5,397^{1,23} \\
 &= 5,647 \text{ m/dt (kolom 8).}
 \end{aligned}$$

5. Dari nilai  $U_A$  dan *fetch*, tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan grafik peramalan gelombang.



Gambar 4.4 Grafik peramalan gelombang.

$$U_A = 5,647 \text{ m/dt.}$$

$$Fetch = 75 \text{ km (kolom 9).}$$

Maka, dari grafik peramalan gelombang diperoleh tinggi dan periode gelombang sebagai berikut:

$$\text{Tinggi gelombang (H)} = 0,786 \text{ m (kolom 10).}$$

$$\text{Periode gelombang (T)} = 4,7 \text{ dt (kolom 11).}$$

6. Karena keterbatasan grafik peramalan gelombang, maka digunakan *fetch* kondisi maksimum.

Perhitungan tinggi dan periode gelombang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7 Tabel perhitungan tinggi dan periode gelombang.

Dari langkah-langkah perhitungan di atas digunakan untuk perhitungan tinggi dan periode gelombang signifikan dan perhitungan *time series* gelombang.

1. Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan

Data yang dibutuhkan untuk menentukan tinggi dan periode gelombang signifikan yaitu data kecepatan angin selama 10 tahun (1996-2005). Kecepatan angin yang digunakan merupakan kecepatan angin maksimum tiap bulan yang berasal dari arah angin paling dominan yaitu dari arah Timur (Gambar 4.1). Tinggi dan periode gelombang signifikan digunakan untuk perencanaan bangunan pelindung pantai. Gelombang signifikan ( $H_s$ ) yaitu  $H_{33}$  atau 1/3 nilai tertinggi dari hasil perhitungan gelombang yang telah diurutkan, begitu pula dengan periodenya.

**Tabel 4.3** Tinggi dan periode gelombang yang telah diurutkan.

4.75	11.65	2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176
4.75	11.65	2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176
4.75	11.65	2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176
3.55	9.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176
3.55	9.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	2.1	7.6	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	1.75	7	1.5	6.5	0.786	4.7
2.861	8.95	1.75	7	1.5	6.5	0.786	4.7
2.68	8.6	1.75	7	1.5	6.5	0.786	4.7
2.65	8.785	1.5	6.5	1.5	6.5	0.786	4.7
2.65	8.785	1.5	6.5	1.5	6.5	0.786	4.7
2.65	8.785	1.5	6.5	1.5	6.5	0.786	4.7
2.65	8.785	1.5	6.5	1.5	6.5	0.786	4.7
2.65	8.785	1.5	6.5	1.5	6.5	0.786	4.7
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.615	4.159
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.615	4.159
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.432	8.15	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.1	7.6	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.1	7.6	1.5	6.5	1.227	5.875	0.56	3.9
2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176	0.56	3.9
2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176	0.56	3.9
2.1	7.6	1.5	6.5	0.98	5.176	0.56	3.9

(Sumber: Hasil Perhitungan)

$$N = 1/3 \times 120 \quad (\text{Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo})$$

$$= 40 \text{ data}$$

**Tabel 4.4** Tinggi dan periode gelombang signifikan.

1	4.75	11.65	21	2.432	8.15
2	4.75	11.65	22	2.432	8.15
3	4.75	11.65	23	2.432	8.15
4	3.55	9.95	24	2.432	8.15
5	3.55	9.95	25	2.432	8.15
6	2.861	8.95	26	2.1	7.6
7	2.861	8.95	27	2.1	7.6
8	2.861	8.95	28	2.1	7.6
9	2.861	8.95	29	2.1	7.6
10	2.861	8.95	30	2.1	7.6
11	2.861	8.95	31	2.1	7.6
12	2.861	8.95	32	2.1	7.6
13	2.861	8.95	33	2.1	7.6
14	2.68	8.6	34	2.1	7.6
15	2.65	8.785	35	2.1	7.6
16	2.65	8.785	36	2.1	7.6
17	2.65	8.785	37	2.1	7.6
18	2.65	8.785	38	2.1	7.6
19	2.65	8.785	39	2.1	7.6
20	2.432	8.15	40	2.1	7.6
			Σ	106.26	341.88

(Sumber: Hasil Perhitungan)

$$H_{33} = \frac{106,26}{40} = 2,66 \text{ m} \quad (\text{Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo})$$

$$T_{33} = \frac{341,88}{40} = 8,56 \text{ detik} \quad (\text{Teknik Pantai, Bambang Triatmodjo})$$

## 2. Perhitungan *Time Series* Gelombang

Perhitungan *time series* gelombang digunakan untuk input program GENESIS. Data yang dibutuhkan yaitu data kecepatan angin tiap jam selama satu tahun (tahun 2005). Data *time series* gelombang dapat dilihat pada Lampiran 6 pada file WAVES.BLG.

## 4.3 Analisis Pasang Surut

Data pasang surut yang diperlukan berupa HHWL, MHWL, MWL, MLWL dan LLWL. Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data pasang surut



hasil pengamatan di lapangan pada tanggal 2 Juli 2006 – 1 Agustus 2006. Dari grafik pasang surut terbesar diperoleh:

Nilai HHWL = 170 cm

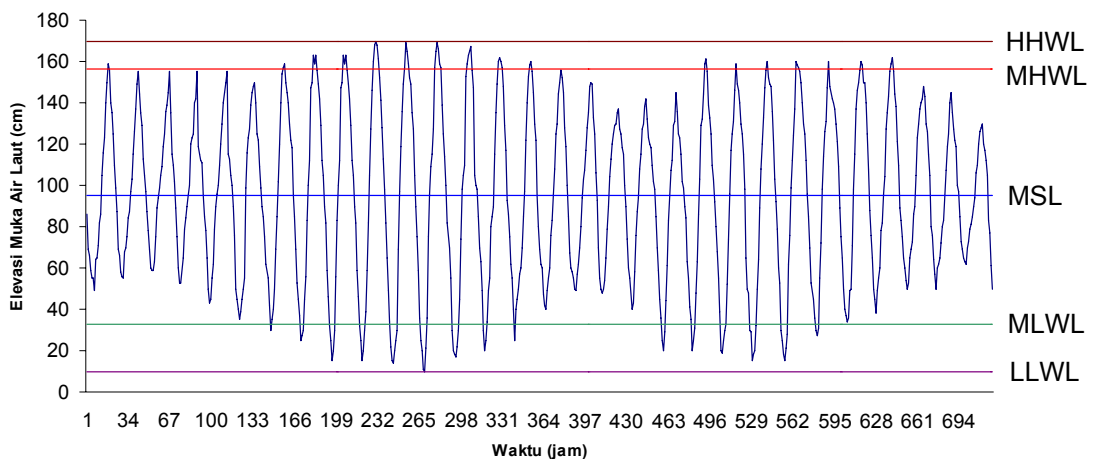
Nilai MHWL = 156,2 cm

Nilai MSL = 95,36 cm

Nilai MLWL = 32,9 cm

Nilai LLWL = 10 cm

Data pasang surut selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4 Data Pasang Surut.



**Gambar 4.5** Grafik pasang surut hasil pengamatan Pantai Sarang  
(2 Juli 2006 – 1 Agustus 2006).

#### 4.4 Analisis Sedimen dan Tanah

##### 4.4.1 Sedimen

Pethick (1984) mendefinisikan sedimen secara umum sebagai sekelompok rombakan material (batuan, mineral dan bahan organik) yang mempunyai ukuran butir tertentu. Sedimen pantai berasal dari tiga sumber, yaitu erosi sungai, erosi pantai dan erosi laut.

Dari *Grain Size Accumulative Curve* (Lampiran 5) dapat diketahui persentase ukuran butir sedimen dan klasifikasinya. Ukuran butir median  $D_{50}$  adalah ukuran butir dimana 50% dari akumulasi berat sampel. Jadi, dari data sedimen dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

$$\text{Nilai } D_{50} = \frac{0.3668 + 0.3523}{2} = 0.3596$$

Klasifikasi ukuran butir = pasir sedang

#### 4.4.2 Tanah

Data hasil penyelidikan tanah di sekitar lokasi perencanaan digunakan untuk menghitung *soil bearing capacity* (daya dukung tanah), yaitu untuk mengetahui besarnya *settlement* (penurunan) dalam perencanaan bangunan pelindung pantai. Adapun data tanah hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Lampiran 5 dan Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Data Tanah.

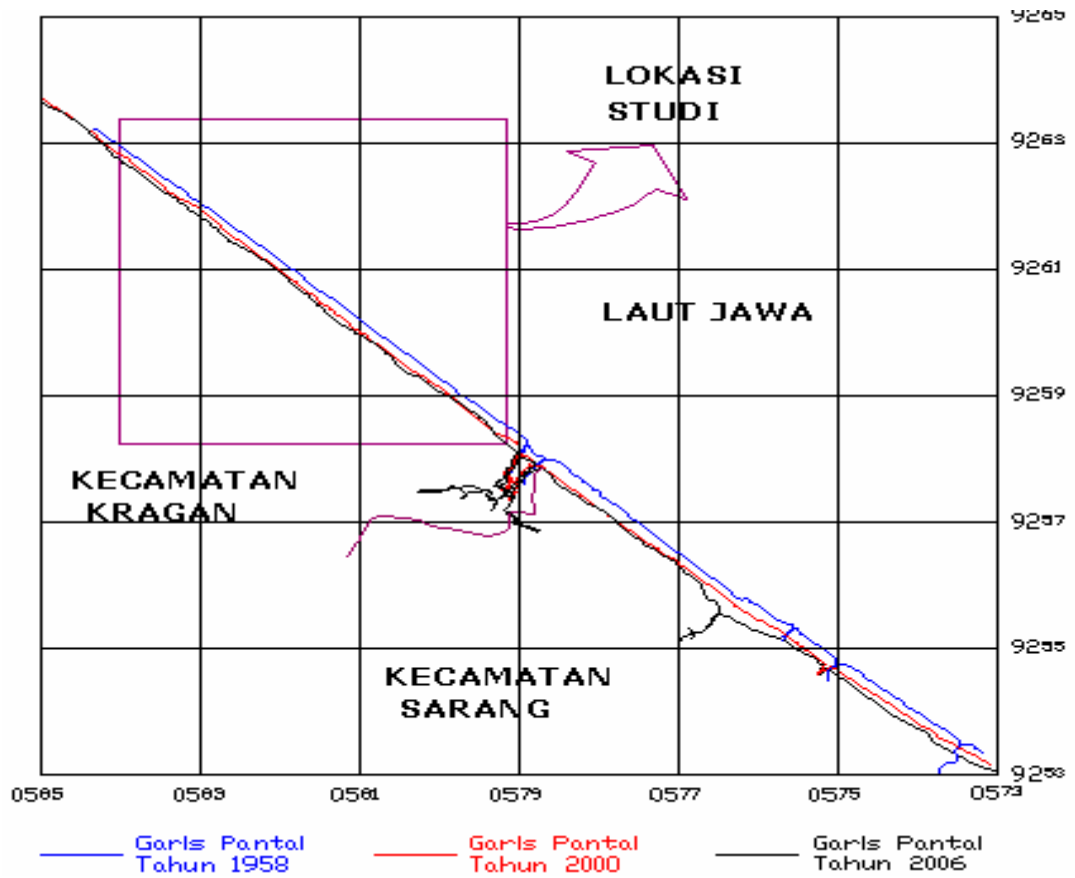
No	Lokasi	Depth (m)	$\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ (°)	Pemampatan Cc
1	Plawangan	3.00 s/d 4.00	1.85	1.47	0.192	12.269	0.7080
2	Tegal Mulyo	3.00 s/d 4.00	1.85	1.49	0.205	6.223	0.4163

(Sumber: Laporan Hasil Penyelidikan Tanah Pantai Kragan, Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sultan Agung, Semarang)

#### 4.5 Analisis Data Peta Multi-temporal

Selain perhitungan dengan menggunakan rumus empiris, perubahan garis pantai juga dapat diketahui dengan membandingkan beberapa peta pada tahun yang berlainan. Dalam laporan ini, digunakan peta topografi tahun 1958, peta rupa bumi tahun 2000 dan peta bathimetri tahun 2006. Dari tiga jenis peta tersebut, dilakukan proses digitasi dengan menggunakan software AutoCAD untuk memperoleh peta digitalnya. Kemudian ditumpang-tindihkan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun ke tahun. Adapun perubahan garis pantai hasil *overlay* (tumpang-tindih) dari 3 peta digital tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Dari hasil *overlay* (tumpang-tindih) beberapa peta digital seperti yang terlihat pada Gambar 4.10, maka dapat disimpulkan bahwa garis pantai Kragan yang terletak pada Kecamatan Kragan, Kabupaten Rembang mengalami kemunduran secara kontinyu dari tahun ke tahun. Data Peta selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.6 Hasil tumpang-tindih (*overlay*) dari peta digital.