

BAB IV

ANALISA DATA DAN PENANGANAN MASALAH

4.1. TINJAUAN UMUM

Dalam bab ini akan dilakukan analisis terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Analisis ini dilakukan untuk mengolah data-data mentah yang ada di lapangan sehingga didapatkan nilai dari besaran-besaran yang akan digunakan dalam perencanaan selanjutnya.

Selain itu dalam bab ini juga akan dilakukan analisis mengenai cara-cara penanganan masalah yaitu abrasi pantai. Analisis penanganan masalah ini meliputi alternatif-alternatif penanganan masalah dan juga pemilihan alternatif penanganan masalah yang tepat.

4.2. ANALISIS DATA

4.2.1. ANGIN

Analisis data angin dilakukan dengan mengelompokkan data pencatatan ke dalam interval-interval kecepatan dan arah angin. Pembagian arah angin didasarkan pada sudut datang angin yang dikelompokkan ke dalam delapan arah mata angin yaitu :

1. Utara (U) : $337,5^{\circ} - 22,5^{\circ}$
2. Timur Laut (TL) : $22,5^{\circ} - 67,5^{\circ}$
3. Timur (T) : $67,5^{\circ} - 112,5^{\circ}$
4. Tenggara (TG) : $112,5^{\circ} - 157,5^{\circ}$
5. Selatan (S) : $157,5^{\circ} - 202,5^{\circ}$
6. Barat Daya (BD) : $202,5^{\circ} - 247,5^{\circ}$
7. Barat (B) : $247,5^{\circ} - 292,5^{\circ}$
8. Barat Laut (BL) : $292,5^{\circ} - 337,5^{\circ}$

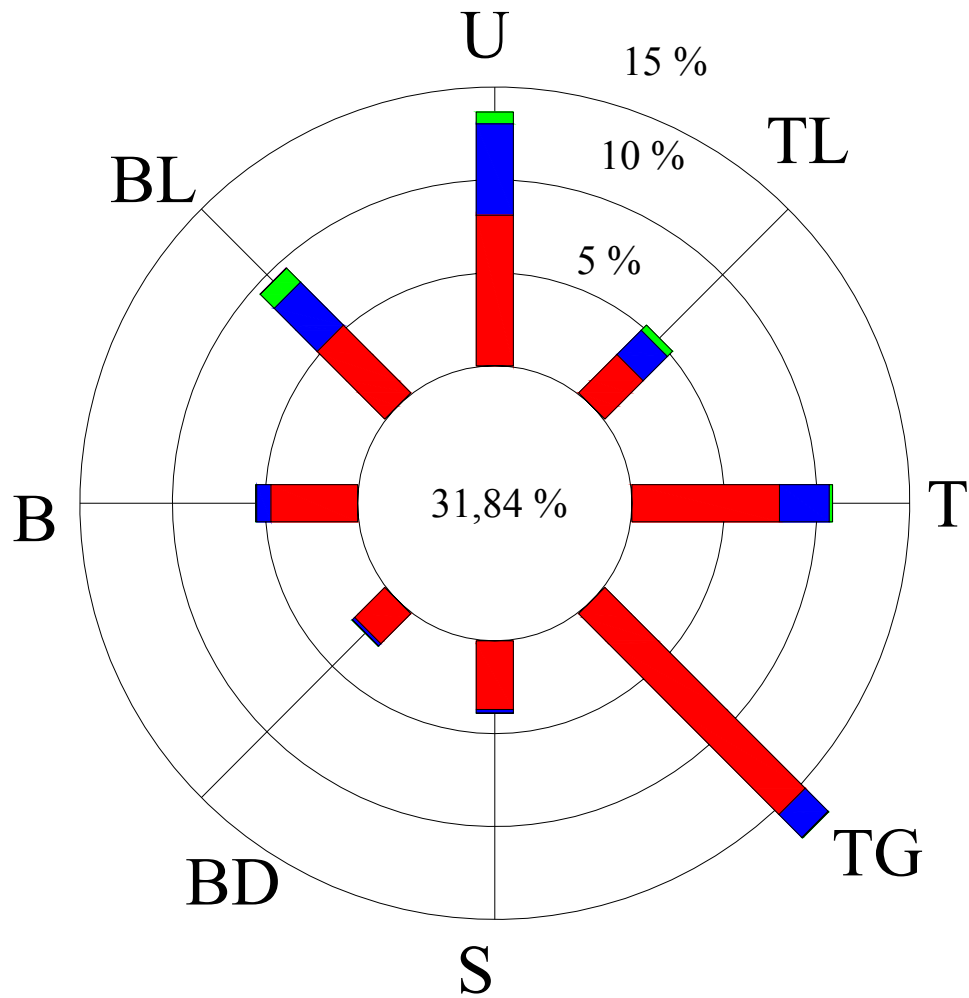
Pembagian data angin berdasarkan kecepatan dan arah ini ditujukan untuk mengetahui arah angin dominan yang akan menghasilkan gelombang dominan. Berdasarkan data jam-jaman dari bulan Juli 2001 sampai bulan Mei 2003 dapat disusun dalam tabel 4.1. berikut ini :

Bulan	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jumlah Data	%	
Tahun	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2001	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2003	2003	2003	2003	2003	5426	31,84	
Calm	266	176	160	161	204	215	272	188	105	310	257	270	71	125	202	230	300	271	330	266	186	304	250	307	1380	8,10	
Utara	1-5	51	32	56	49	66	49	100	80	39	87	31	36	19	37	66	97	89	50	58	69	46	83	44	46	1380	8,10
	6-10	21	31	38	48	30	21	40	61	40	56	24	23	0	27	59	59	52	32	37	36	30	39	24	11	839	4,92
	11-20	3	0	9	11	6	3	0	4	8	2	2	0	0	1	4	6	15	13	1	6	5	8	0	0	107	0,63
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timur laut	1-5	18	17	30	14	20	23	29	9	5	27	29	23	10	20	18	22	17	26	30	32	9	27	22	21	498	2,92
	6-10	10	7	10	8	13	14	14	4	0	21	23	24	2	20	14	25	15	22	16	17	0	9	20	7	315	1,85
	11-20	0	0	0	0	1	0	0	2	0	4	4	4	0	6	7	6	9	9	5	0	0	5	5	1	68	0,40
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timur	1-5	155	221	180	109	114	89	40	15	2	30	33	34	12	33	27	34	27	31	40	31	4	28	40	28	1357	7,96
	6-10	20	39	48	18	12	14	4	2	0	6	37	47	1	54	22	20	11	15	12	1	0	20	32	24	459	2,69
	11-20	1	2	2	2	1	0	0	2	0	0	6	0	0	4	1	1	2	2	0	0	0	1	1	2	30	0,18
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tenggara	1-5	90	147	103	137	136	86	75	26	9	49	112	180	86	267	213	119	88	114	96	57	10	56	168	181	2605	15,29
	6-10	5	12	7	5	5	8	1	1	0	7	26	33	1	31	34	24	11	8	15	2	0	5	16	39	296	1,74
	11-20	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11	0,06
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Selatan	1-5	27	15	16	30	27	32	28	23	2	29	58	30	12	83	42	12	14	27	22	19	4	20	28	29	629	3,69
	6-10	3	2	0	0	0	1	1	0	0	1	4	1	0	5	3	2	1	3	4	0	0	0	1	2	34	0,20
	11-20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,01
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barat Daya	1-5	6	7	7	24	27	41	19	29	3	28	29	16	4	9	6	7	4	15	19	28	15	16	23	9	391	2,29
	6-10	0	0	0	1	1	1	2	2	0	4	6	1	0	0	2	0	0	0	0	2	5	2	2	0	31	0,18
	11-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3	0,02
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barat	1-5	13	5	13	18	26	44	47	114	99	43	11	10	2	5	4	12	17	22	26	68	125	42	23	8	797	4,68
	6-10	0	0	4	1	5	4	6	18	42	1	0	0	0	0	0	0	4	1	4	6	26	8	0	1	131	0,77
	11-20	0	0	0	0	0	1	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0,06
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barat Laut	1-5	25	28	44	63	44	51	33	79	68	27	21	10	20	12	16	28	52	40	24	49	63	43	17	21	878	5,15
	6-10	6	2	17	20	5	20	25	74	150	11	6	0	0	3	3	15	15	13	5	47	89	22	4	7	559	3,28
	11-20	0	0	0	0	0	3	8	10	91	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	7	53	6	0	0	182	1,07
	>20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,01
Jumlah	720	744	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	240	744	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	17040	100	

Tabel 4.1. Data jumlah kejadian angin berdasarkan kecepatan dan arah angin bulan Juni 2001 – Mei 2003

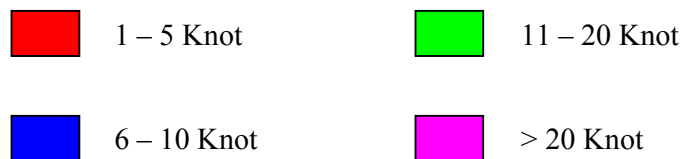
(Sumber : Badan Meteorologi Maritim Pelabuhan Semarang)

Dari tabel tersebut dapat disusun *wind rose* yang menunjukkan persentase kejadian angin dan arah datang angin.



Gambar 4.1. *Wind rose*

Keterangan :



Dari gambar *wind rose* di atas terlihat bahwa arah angin dominan adalah pada arah Tenggara, tetapi untuk perencanaan arah angin yang dipakai adalah arah angin yang dapat menimbulkan gelombang yaitu angin yang berhembus dari laut ke darat. Oleh karena itu arah angin yang dipakai adalah arah angin dari arah Utara karena arah Tenggara adalah angin yang berhembus dari darat ke laut.

4.2.2. GELOMBANG

Pengukuran gelombang secara langsung jarang dilakukan karena besarnya tingkat kesulitan serta biaya yang tinggi. Oleh karena itu maka gelombang diramalkan dengan menggunakan data angin yang bersumber dari Badan Meteorologi Maritim Pelabuhan Semarang.

Dalam peramalan gelombang ini ada beberapa parameter yang digunakan, yaitu :

1. Kecepatan angin (U) di permukaan laut
2. Arah angin
3. Panjang daerah pembangkitan angin (*fetch*)
4. Lama hembus angin atau durasi angin

Tabel 4.2. menunjukkan besarnya kecepatan angin maksimal yang telah dikonversi kedalam satuan m/dt beserta arah dan lama hembusnyanya selama bulan Juni 2001 sampai Mei 2003.

Waktu Kejadian		Arah	Durasi (jam)	Kecepatan	
Tahun	Bulan			Knot	m/dt
2001	Juni	T	5	14	7,20
	Juli	T	10	12	6,17
	Agustus	BL	6	10	5,14
	September	U	4	15	7,71
	Oktober	TL	5	8	4,11
	Nofember	BL	10	16	8,22
	Desember	BL	10	15	7,71
2002	Januari	BL	6	18	9,25
	Februari	BL	15	14	7,20
	Maret	U	6	10	5,14
	April	T	6	12	6,17
	Mei	U	7	10	5,14
	Juni	T	7	9	4,63
	Juli	T	4	15	7,71
	Agustus	U	4	15	7,71

	September	U	10	8	4,11
	Oktober	TG	9	10	5,14
	Nofember	U	9	15	7,71
	Desember	U	7	9	4,63
2003	Januari	BL	8	15	7,71
	Februari	BL	18	15	7,71
	Maret	BL	8	15	7,71
	April	TL	7	15	7,71
	Mei	TG	7	8	4,11

Tabel 4.2. Kecepatan angin maksimal bulan Juni 2001 – Mei 2003

(Sumber : Badan Meteorologi Maritim Semarang)

Panjang pembangkitan angin (*fetch*) ditunjukkan dengan gambar berikut ini :



Gambar 4.2. Peta *fetch*

Dari gambar 4.2. tersebut dapat diketahui panjang pembangkitan angin (*fetch*) efektif yang dapat dipakai sebagai salah satu parameter peramalan gelombang. Perhitungan panjang *fetch* efektif ditunjukkan dalam tabel 4.3.

Titik	α (°)	$\text{Cos } \alpha$	X (km)	X cos α (km)
7	42	0,7431	430,77	320,124
6	36	0,8090	584,62	472,964
5	30	0,8660	625,64	541,821
4	24	0,9135	441,03	402,897
3	18	0,9511	441,03	419,440
2	12	0,9781	471,79	461,485
1	6	0,9945	471,79	469,210
0	0	1	543,59	543,59
1'	6	0,9945	564,10	561,012
2'	12	0,9781	615,38	601,937
3'	18	0,9511	92,31	87,790
4'	24	0,9135	82,05	74,958
5'	30	0,8660	76,92	66,617
6'	36	0,8090	71,79	58,083
7'	42	0,7431	61,54	45,732
Σ		13,5109		5127,660

Tabel 4.3. Panjang bangkitan angin (*fetch*)

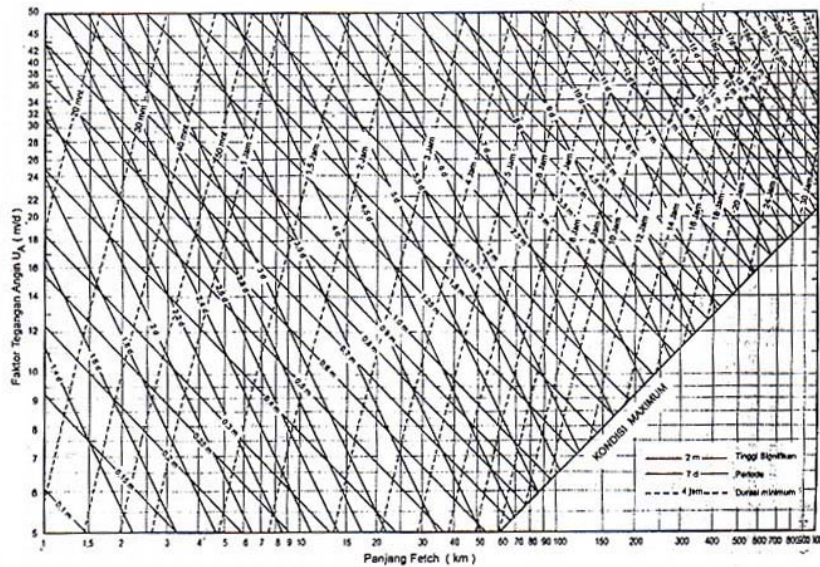
$$F_{eff} = \frac{\Sigma X \text{Cos } \alpha}{\Sigma \text{cos } \alpha}$$

$$F_{eff} = \frac{5127,660}{13,5109} = 379,5198 \text{ km}$$

Dengan menggunakan parameter-parameter diatas dapat dilakukan peramalan gelombang.

1. Peramalan gelombang berdasarkan kecepatan angin dan durasi.

Peramalan gelombang dengan metode ini dilakukan dengan cara menarik hubungan antara faktor tegangan angin dan durasi berdasarkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik peramalan gelombang
(Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai, 1992)

Hasil dari peramalan gelombang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Waktu Kejadian		Arah	U _L (m/dt)	RL	U _w (m/dt)	U _A (m/dt)	Durasi (jam)	Gelombang	
Tahun	Bulan							Tinggi (m)	Periode (dt)
2001	Juni	T	7,20	1,28	9,21	10,898	5	1,125	4,8
	Juli	T	6,17	1,34	8,27	9,538	10	1,65	6,4
	Agustus	BL	5,14	1,4	7,20	8,044	6	0,9	4,05
	September	U	7,71	1,25	9,64	11,522	4	1,05	4,45
	Oktober	TL	4,11	1,49	6,13	6,600	5	0,61	3,75
	Nopember	BL	8,22	1,22	10,03	12,107	10	2,25	7,2
	Desember	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	10	2,1	7,1
2002	Januari	BL	9,25	1,15	10,64	13,013	6	1,625	5,75
	Februari	BL	7,20	1,28	9,21	10,898	15	2,65	8,4
	Maret	U	5,14	1,4	7,20	8,044	6	0,9	4,6
	April	T	6,17	1,34	8,27	9,538	6	1,125	4,9
	Mei	U	5,14	1,4	7,20	8,044	7	1,05	4,9
	Juni	T	4,63	1,45	6,71	7,378	7	0,89	4,7
	Juli	T	7,71	1,25	9,64	11,522	4	1,1	4,45
	Agustus	U	7,71	1,25	9,64	11,522	4	1,1	4,45
	September	U	4,11	1,49	6,13	6,600	10	1,1	5,3
	Oktober	TG	5,14	1,4	7,20	8,044	9	1,2	5,65
	Nopember	U	7,71	1,25	9,64	11,522	9	1,85	6,8

	Desember	U	4,63	1,45	6,71	7,378	7	0,89	4,7
2003	Januari	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	8	1,75	6,35
	Februari	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	18	3,25	9,6
	Maret	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	8	0,79	6,35
	April	TL	7,71	1,25	9,64	11,522	7	1,6	5,58
	Mei	TG	4,11	1,49	6,13	6,600	7	0,79	4,95

Tabel 4.4. Peramalan gelombang dengan parameter
tegangan angin dan durasi

Dari tabel tersebut kemudian dicari besarnya gelombang signifikan yaitu H_{33} dan T_{33} dengan cara merata-rata 33% dari gelombang tertinggi. Tinggi dan periode gelombang yang telah diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil dapat dilihat pada tabel 4.5. berikut ini :

No.	Gelombang	
	Tinggi (m)	Periode (dt)
1	3,25	9,6
2	2,65	8,4
3	2,25	7,2
4	2,1	7,1
5	1,85	6,8
6	1,75	6,35
7	1,65	6,4
8	1,625	5,75
9	1,6	5,58
10	1,2	5,65
11	1,125	4,8
12	1,125	4,9
13	1,1	4,45
14	1,1	4,45
15	1,1	5,3
16	1,05	4,45
17	1,05	4,9
18	0,9	4,05
19	0,9	4,6
20	0,89	4,7
21	0,89	4,7
22	0,79	6,35
23	0,79	4,95
24	0,61	3,75

Tabel 4.5. Urutan gelombang dengan parameter
tegangan angin dan durasi dari yang terbesar ke yang terkecil

$$n = \frac{1}{3} \times 24 = 8$$

$$H_{33} = \frac{3,25 + 2,65 + 2,25 + 2,1 + 1,85 + 1,75 + 1,65 + 1,625}{8} = 2,141 m$$

$$T_{33} = \frac{9,6 + 8,4 + 7,2 + 7,1 + 6,8 + 6,35 + 6,4 + 5,75}{8} = 7,2 dt$$

2. Peramalan gelombang berdasarkan kecepatan angin dan *Fetch*

Peramalan gelombang dengan metode ini dilakukan dengan cara menarik hubungan antara faktor tegangan angin dan panjang *fetch* efektif berdasarkan pada gambar 4.3. diatas. Hasil dari peramalan gelombang tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Waktu Kejadian		Arah	U _L (m/dt)	RL	U _w (m/dt)	U _A (m/dt)	Gelombang	
Tahun	Bulan						Tinggi (m)	Periode (dt)
2001	Juni	T	7,20	1,28	9,21	10,898	-	-
	Juli	T	6,17	1,34	8,27	9,538	-	-
	Agustus	BL	5,14	1,4	7,20	8,044	-	-
	September	U	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Oktober	TL	4,11	1,49	6,13	6,600	-	-
	Nopember	BL	8,22	1,22	10,03	12,107	3,75	10,3
	Desember	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
2002	Januari	BL	9,25	1,15	10,64	13,013	4,1	10,5
	Februari	BL	7,20	1,28	9,21	10,898	-	-
	Maret	U	5,14	1,4	7,20	8,044	-	-
	April	T	6,17	1,34	8,27	9,538	-	-
	Mei	U	5,14	1,4	7,20	8,044	-	-
	Juni	T	4,63	1,45	6,71	7,378	-	-
	Juli	T	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Agustus	U	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	September	U	4,11	1,49	6,13	6,600	-	-
	Oktober	TG	5,14	1,4	7,20	8,044	-	-
	Nopember	U	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Desember	U	4,63	1,45	6,71	7,378	-	-
2003	Januari	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Februari	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Maret	BL	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	April	TL	7,71	1,25	9,64	11,522	-	-
	Mei	TG	4,11	1,49	6,13	6,600	-	-

Tabel 4.6. Peramalan gelombang dengan parameter tegangan angin dan *fetch*

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa banyak yang tidak dapat diketahui tinggi dan panjang gelombangnya. Hal ini dikarenakan *fetch* yang terlalu panjang sehingga tidak efektif dalam pembangkitan gelombang.

Selain dengan metode diatas peramalan gelombang juga dapat dilakukan dengan menggunakan formula-formula empiris berdasarkan spektrum gelombang seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Tabel 4.7. berikut adalah hasil peramalan gelombang berdasarkan metode tersebut.

Waktu Kejadian		Arah	UL (m/dt)	RL	UW (m/dt)	UA (m/dt)	Durasi (jam)	gt/UA	to		H (m)	T (dt)
Tahun	Bulan								Detik	jam		
2001	Juni	T	7,20	1,3	9,21	10,898	5	684,00	7598,69	2,11	3,43	10,01
	Juli	T	6,17	1,3	8,27	9,538	10	817,00	7943,83	2,21	3,00	9,58
	Agustus	BL	5,14	1,4	7,20	8,044	6	1025,38	8408,04	2,34	2,53	9,05
	September	U	7,71	1,3	9,64	11,522	4	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	Oktober	TL	4,11	1,5	6,13	6,600	5	1334,87	8981,20	2,49	2,08	8,47
	Nopember	BL	8,22	1,2	10,03	12,107	10	594,49	7336,87	2,04	3,81	10,37
	Desember	BL	7,71	1,3	9,64	11,522	10	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
2002	Januari	BL	9,25	1,2	10,64	13,013	6	539,94	7162,42	1,99	4,10	10,62
	Februari	BL	7,20	1,3	9,21	10,898	15	684,00	7598,69	2,11	3,43	10,01
	Maret	U	5,14	1,4	7,20	8,044	6	1025,38	8408,04	2,34	2,53	9,05
	April	T	6,17	1,3	8,27	9,538	6	817,00	7943,83	2,21	3,00	9,58
	Mei	U	5,14	1,4	7,20	8,044	7	1025,38	8408,04	2,34	2,53	9,05
	Juni	T	4,63	1,5	6,71	7,378	7	1150,62	8653,80	2,40	2,32	8,79
	Juli	T	7,71	1,3	9,64	11,522	4	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	Agustus	U	7,71	1,3	9,64	11,522	4	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	September	U	4,11	1,5	6,13	6,600	10	1334,87	8981,20	2,49	2,08	8,47
	Oktober	TG	5,14	1,4	7,20	8,044	9	1025,38	8408,04	2,34	2,53	9,05
	Nopember	U	7,71	1,3	9,64	11,522	9	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
Desember	U	4,63	1,5	6,71	7,378	7	1150,62	8653,80	2,40	2,32	8,79	
2003	Januari	BL	7,71	1,3	9,64	11,522	8	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	Februari	BL	7,71	1,3	9,64	11,522	18	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	Maret	BL	7,71	1,3	9,64	11,522	8	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	April	TL	7,71	1,3	9,64	11,522	7	635,05	7458,94	2,07	3,63	10,20
	Mei	TG	4,11	1,5	6,13	6,600	7	1334,87	8981,20	2,49	2,08	8,47

Tabel 4.7. Peramalan gelombang berdasarkan sepektrum gelombang

Dari tabel tersebut kemudian dicari besarnya gelombang signifikan yaitu H_{33} dan T_{33} dengan cara merata-rata 33% dari gelombang tertinggi. Tinggi dan periode gelombang yang telah diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil dapat dilihat pada tabel 4.8.

H (m)	T (dt)
4,10	10,62
3,81	10,37
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,63	10,20
3,43	10,01
3,43	10,01
3,00	9,58
3,00	9,58
2,53	9,05
2,53	9,05
2,53	9,05
2,53	9,05
2,32	8,79
2,32	8,79
2,08	8,47
2,08	8,40
2,08	8,47

Tabel 4.8. Urutan gelombang berdasarkan spektrum gelombang

$$n = \frac{1}{3} \times 24 = 8$$

$$H_{33} = \frac{4,10 + 3,81 + 3,63 + 3,63 + 3,63 + 3,63 + 3,63 + 3,63}{8} = 3,711m$$

$$T_{33} = \frac{10,62 + 10,37 + 10,20 + 10,20 + 10,20 + 10,20 + 10,20 + 10,20}{8} = 10,3dt$$

Dari nilai-nilai tinggi gelombang signifikan (H_{33}) dan periode signifikan (T_{33}) yang telah didapatkan, maka diambil nilai yang terbesar sebagai acuan dalam perencanaan selanjutnya.

$$H_{33} = 3,711 \text{ m}$$

$$T_{33} = 10,3 \text{ dt}$$

4.2.3. PASANG SURUT

Pasang surut diramalkan dengan menggunakan data pasang surut jam-jaman selama 15 hari yang diperoleh dari hasil pengamatan Badan Meteorologi Maritim Pelabuhan Semarang yang ditunjukkan pada tabel 4.9. Data yang digunakan adalah data pada bulan Mei tahun 2004 dari tanggal 1 sampai dengan tanggal 15.

J \ T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J \ T
1	3	3	4	5	6	6	6	5	6	5	6	6	7	9	10	11	11	10	9	7	5	4	3	2	1
2	3	3	4	5	6	6	6	6	6	5	6	6	6	8	9	10	10	10	9	8	6	4	3	2	2
3	3	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	7	8	9	10	10	9	8	6	5	3	3	3
4	3	3	4	5	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	7	8	9	9	8	7	6	5	4	3	4
5	3	3	4	5	6	6	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	8	6	7	7	6	5	4	4	5
6	3	4	4	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	5	5	4	4	6
7	4	4	4	5	6	6	6	7	7	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	6	4	4	4	4	7
8	4	4	5	5	5	5	6	6	7	8	8	9	9	9	9	8	7	6	5	4	3	3	3	4	8
9	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7	8	9	10	10	10	9	8	6	5	3	3	2	3	3	9
10	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	10	9	7	6	3	2	2	2	2	10
11	3	4	5	6	6	6	6	5	6	6	7	9	10	11	11	11	10	8	6	4	2	1	1	2	11
12	3	4	6	6	6	6	5	5	5	5	7	8	9	11	12	11	11	9	7	5	3	1	1	1	12
13	2	3	6	6	6	6	6	5	5	6	6	7	9	10	11	12	11	10	8	5	3	2	1	1	13
14	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	11	11	10	8	6	4	3	2	1	14
15	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	10	10	10	10	9	7	5	4	2	2	15

Tabel 4.9. Pasang surut jam-jaman tanggal 1-15 Mei 2004 dengan satuan dm

(Sumber : Badan Meteorologi Maritim Pelabuhan Semarang)

Dari data pasang surut tersebut dapat dibuat grafik yang menunjukkan fluktuasi muka air laut serta dapat digunakan untuk menentukan elevasi muka air laut. Gambar 4.3. adalah grafik pasang surut selama bulan mei 2005. dalam gambar tersebut ditunjukkan pula beberapa elevasi muka air laut.

Penentuan elevasi muka air

1. Muka air tinggi tertinggi (HHWL) sebesar 120 cm
2. Muka air rendah terendah (LLWL) sebesar 10 cm
3. Muka air tinggi rata-rata (MHWL) didapat dari rata-rata muka air tinggi

$$MHWL = \left(\begin{array}{l} 110 + 120 + 120 + 110 + 110 + 100 + 90 + 80 + 80 + 80 + 80 \\ + 90 + 90 + 100 + 100 + 110 + 110 + 110 + 110 + 100 + 100 \\ + 90 + 90 + 80 + 80 + 80 + 90 + 100 + 110 + 120 + 120 \end{array} \right) / 32$$

$$MHWL = 99,06 \approx 100 \text{ cm}$$

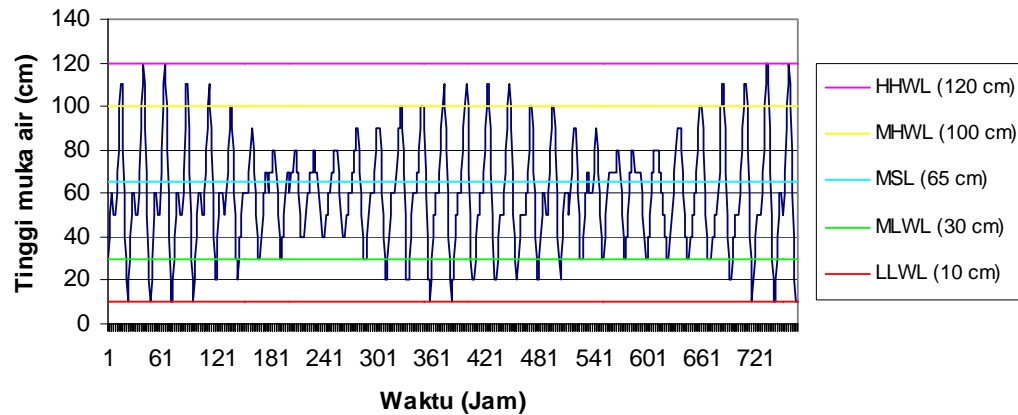
4. Muka air rendah rata-rata (MLWL) didapat dari rata-rata muka air rendah

$$MLWL = \left(\begin{array}{l} 35 + 50 + 10 + 50 + 10 + 50 + 10 + 50 + 10 + 50 + 20 + 50 \\ + 20 + 60 + 30 + 60 + 30 + 60 + 40 + 40 + 40 + 30 + 20 + 20 \\ + 10 + 10 + 20 + 20 + 20 + 20 + 50 + 50 + 50 + 20 + 50 + 30 \\ + 55 + 30 + 30 + 30 + 30 + 30 + 20 + 10 + 10 + 50 + 10 \end{array} \right) / 48$$

$$MLWL = 32,17 \approx 30 \text{ cm}$$

5. Muka air rata-rata (MSL) didapat dari rata-rata muka air tinggi rata dan muka air rendah rata-rata

$$MSL = \frac{100 + 30}{2} = 65 \text{ cm}$$



Gambar 4.4. Grafik pasang surut

Dalam analisis dan perencanaan selanjutnya MSL dipakai sebagai elevasi acuan dengan kedudukan ± 0 sehingga elevasi muka air yang lain juga menyesuaikan. Elevasi-elevasi muka air tersebut adalah sebagai berikut :

1. Muka air tinggi tertinggi (HHWL) adalah + 55 cm
2. Muka air tinggi rata-rata (MHWL) adalah + 35 cm
3. Muka air rata-rata (MSL) adalah ± 0
4. Muka air rendah rata-rata (MLWL) adalah - 35 cm, dan
5. Muka air rendah terendah (LLWL) adalah -55 cm

4.2.4. PERAMALAN ANGKUTAN SEDIMEN

Besarnya angkutan sedimen dihitung dengan menggunakan formula CERC seperti yang telah disajikan pada bab sebelumnya. Tabel 4.10 menampilkan besarnya perbandingan angkutan sedimen yang bergerak ke arah timur dan ke arah barat. Dengan menganggap gelombang yang berasal dari barat laut dan utara menyebabkan angkutan sedimen ke arah timur dan diberi notasi “+” sedangkan gelombang yang berasal dari arah timur dan timur laut menyebabkan angkutan sedimen ke arah barat dan diberi notasi “-“.

Persamaan-persamaan dalam tabel tersebut adalah sebagai berikut :

$$S_x = 0,040 H_o^2 c_o \cos(\varphi_o) \sin(\varphi_b) \quad (4.2.)$$

$$Q_s = S_s \times \text{Durasi angin} \quad (4.3.)$$

dimana S_x : laju transpor sedimen sepanjang pantai (m^3/dt)

Q_s : volume angkutan sedimen (m^3)

H_o : tinggi gelombang = H_{sig} (m)

c_o : kecepatan gelombang (m/dt)

φ_o : sudut gelombang datang

φ_b : sudut antara puncak gelombang dan pantai pada garis gelombang pecah

No	Bulan	Tahun	Arah	ϕ_0 ($^{\circ}$)	H_0 (m)	T (dt)	c_0 (m/dt)	L (m)	h_b (m)	c_b (m/dt)	ϕ_b ($^{\circ}$)	K_r	kh	K_s	H_b (m)	Cek (H_b/h_b)	S_x (m^3/dt)	Durasi		Q_x (m^3)			
																		(Jam)	(dt)				
1	Juni	2001	T	28	1,13	4,8	7,49	35,94	1,45	3,77	13,68	0,95	0,50	1,08	1,16	0,80	0,08	14	50400	-3988,95			
2	Juli	2001	T	28	1,65	6,4	9,98	63,90	2,18	4,62	12,56	0,95	0,46	1,11	1,75	0,80	0,21	12	43200	-9018,17			
3	Agustus	2001	BL	17	0,90	4,05	6,32	25,59	1,17	3,39	9,02	0,98	0,54	1,06	0,94	0,80	0,03	10	36000	1104,86			
4	September	2001	U	62	1,05	4,45	6,94	30,89	1,05	3,21	24,09	0,72	0,46	1,11	0,84	0,80	0,06	15	54000	3168,15			
5	Oktober	2001	TL	73	0,61	3,75	5,85	21,94	0,51	2,24	21,45	0,56	0,38	1,20	0,41	0,80	0,01	8	28800	-268,08			
6	Nopember	2001	BL	17	2,25	7,2	11,23	80,87	3,03	5,45	8,16	0,98	0,48	1,09	2,42	0,80	0,31	16	57600	17780,13			
7	Desember	2001	BL	17	2,10	7,1	11,08	78,64	2,83	5,27	7,99	0,98	0,48	1,10	2,27	0,80	0,26	15	54000	14033,04			
8	Januari	2002	BL	17	1,63	5,75	8,97	51,58	2,15	4,59	8,61	0,98	0,51	1,07	1,71	0,80	0,14	18	64800	8788,75			
9	Februari	2002	BL	17	2,65	8,4	13,10	110,07	3,65	5,98	7,67	0,98	0,46	1,12	2,91	0,80	0,47	14	50400	23686,17			
10	Maret	2002	U	62	0,90	4,6	7,18	33,01	0,92	3,00	21,69	0,71	0,42	1,16	0,74	0,80	0,04	10	36000	1452,51			
11	April	2002	T	28	1,13	4,9	7,64	37,46	1,45	3,77	13,39	0,95	0,49	1,09	1,16	0,80	0,08	12	43200	-3419,10			
12	Mei	2002	U	62	1,31	4,9	7,64	37,46	1,30	3,57	24,36	0,72	0,47	1,11	1,04	0,80	0,10	10	36000	3630,23			
ΣQ																							56949,54

Tabel 4.10. Angkutan sedimen Juni 2001 sampai Mei 2002

Dari tabel diatas dapat dilihat perbandingan angkutan sedimen ke arah timur dan barat dalam satu tahun. Dari tabel tersebut angkutan sedimen ke arah timur lebih dominan dengan selisih volume angkutan sedimen 56949,54 m³ per tahun.

4.3. ANALISIS PENANGANAN MASALAH

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, masalah yang dihadapi Pantai Slamaran adalah abrasi. Cara-cara yang sering digunakan untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan membangun bangunan pantai atau dengan mereklamasi pantai ataupun dengan penanaman *mangrove*. Untuk menentukan metode yang paling tepat untuk penanganan masalah pantai maka harus dilakukan pengkajian terhadap beberapa faktor. Dalam laporan ini faktor-faktor yang dipakai untuk penentuan metode penanganan masalah yaitu :

1. Besar, arah gelombang serta angkutan sedimen
2. Kondisi lingkungan di sekitar pantai
3. Pelaksanaan pekerjaan
4. Analisis biaya
5. Pemanfaatan pantai
6. Bentuk akhir pantai

Dengan menggunakan enam faktor tersebut, diharapkan dapat ditentukan metode penanganan masalah yang sesuai dengan kondisi Pantai Slamaran.

4.4. PEMILIHAN ALTERNATIF PENANGANAN MASALAH

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, ada beberapa alternatif penanganan masalah. Dalam sub bab berikut akan diuraikan beberapa perbandingan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode penyelesaian dengan menggunakan faktor-faktor yang telah dijelaskan diatas. Tabel 4.11. menunjukan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif.

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1.	Dinding pantai dan Revetment	- Pelaksanaan pekerjaan relatif lebih mudah dan lebih cepat karena dikerjakan dari sisi darat serta tidak memerlukan banyak peralatan berat untuk mengangkut material ke lepas	- Kurang efektif untuk gelombang yang besar. - Kurang efektif untuk penanganan sedimentasi sejajar pantai. - Tidak menimbulkan bentukan

		<p>pantai.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biaya relatif lebih kecil. - Dapat digunakan sebagai tempat tambat kapal. 	<p>pantai baru karena tidak dapat menahan laju sedimentasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rawan terhadap gerusan yang dapat menyebabkan bangunan runtuh. - Kurang cocok untuk daerah wisata karena memberikan pembatas pada bibir pantai sehingga pengunjung tidak leluasa bermain di tepi pantai.
2.	Groin	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mereduksi energi gelombang yang besar. - Efektif untuk angkutan sedimen sejajar pantai. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerjaan relatif lebih sulit karena harus dibangun menjorok ke lepas pantai. - Biaya lebih besar karena harus dibuat berseri.
3.	<i>Submerged breakwater</i> lepas pantai	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat menghancurkan energi gelombang di lepas pantai sehingga tidak langsung menggerus pantai. <p>Cocok untuk daerah wisata karena bangunan tidak terlalu terlihat sehingga tidak</p> <ul style="list-style-type: none"> - membatasi pandangan selain itu pantai menjadi lebih aman karena gelombang tidak terlalu besar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerjaan paling sulit karena dilakukan di lepas pantai. - Biaya lebih besar karena memerlukan pengangkutan material ke lepas pantai.
4.	Mangrove	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat melestarikan biota yang ada di pantai. - Mengurangi intrusi air laut. - Cocok untuk daerah tambak dan daerah penelitian. - Biaya lebih murah karena dapat mengikutsertakan partisipasi masyarakat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diperlukan perawatan yang intensif agar mangrove dapat tumbuh dengan baik. - Diperlukan bangunan pengaman lain agar mangrove yang baru ditanam tidak hanyut terbawa ombak. - Kurang cocok untuk daerah wisata. - Memerlukan daerah sempadan pantai yang relatif lebih luas. - Memerlukan waktu yang lama untuk menunggu pertumbuhan mangrove.

Tabel 4.11. Kelebihan dan kekurangan alternatif penanganan masalah

Dari perbandingan kelebihan dan kekurangan tersebut dipilih *submerged breakwater* lepas pantai sebagai alternatif penanganan masalah. Hal ini ditinjau dari keuntungan yang akan didapatkan dengan pembangunan breakwater lepas pantai sesuai dengan pemanfaatan pantai sebagai area wisata. *Submerged breakwater* lepas pantai akan memberikan rasa aman dan nyaman bagi wisatawan yang berenang di area pantai. Sedangkan untuk daerah pantai yang telah terabrasi dapat dilakukan *send nourishment* untuk memperbaiki kondisi pantai.