

BAB V

ANALISA DATA

5.1 KEBUTUHAN FASILITAS PELABUHAN PENGEMBANGAN

Dengan memperhatikan pada tingkat pemanfaatan fasilitas PPSC saat ini yang belum optimal karena terutama permasalahan sedimentasi kolam pelabuhan hingga menghambat kapal-kapal besar masuk ke pelabuhan, meningkatnya jumlah armada dan nelayan, serta peningkatan volume produksi ikan yang masih jauh dari potensi lestarinya, maka arahan Perencanaan Pemecah Gelombang PPSC adalah pada peningkatan pelayanan operasional untuk akses kapal-kapal besar dengan kapasitas > 30 GT.

5.1.1 Kapal Untuk Perencanaan

Kebutuhan fasilitas direncanakan dengan menggunakan data proyeksi yang ada sampai tahun 2020. Di PPSC direncanakan untuk dapat melayani kapal rawai tuna ukuran kecil dan menengah yaitu dengan tonage sampai 100 GT-250 GT, dengan pelayanan jumlah kapal untuk bongkar muat sebesar 96 buah/hari.

Tabel 5.1 Karakteristik Kapal Ikan

No	Tahun	Kapal Masuk (GT)				Jml
		< 10	11-20	21-30	> 30	
1	2006	66	28	61	43	198
2	2007	76	29	62	45	212
3	2008	86	29	64	48	227
4	2009	99	29	65	51	244
5	2010	113	30	67	55	265
6	2015	193	32	74	72	371
7	2020	329	34	82	96	541

(Laporan PPSC, 2007)

Dari Tabel di bawah, untuk kapal kapal rawai tuna besar maka dimensi kapal ikan dengan ukuran 100 GT - 250 GT adalah : L=25 m; B=5,5 m, dan D=2,5 m.

Tabel 5.2 Karakteristik Kapal Ikan

No	Nama Kapal	Tonase	L (m)	L/B	L/D	B/D
1	Pukat Cincin	5-100 GT	L < 22 L > 22	< 4,30 < 4,50	< 10,00 11,00	>2,15 2,10
2	Pukat Udang Small/Med/Bottom Pukat Udang	50 GT 50-150 GT > 150 GT	L < 18 18 < L < 21 L > 21	< 4,75 < 5,00 < 5,30	10,00 10,30 10,50	2,10 2,05 1,95
3	Two Boat Trawler	15 GT 15 GT	L < 24 L > 24	< 5,50 < 5,60	10,50 10,70	1,88 1,85
4	Huhate	30-50 GT	L < 20 20 < L < 25 L > 25	< 4,60 < 4,80 < 5,00	9,50 10,00 10,50	2,05 1,95 1,90
5	Rawai Tuna Ukuran Besar	160-260 GT	L > 25 L > 25	< 4,90 < 5,10	10,00 11,00	2,00 1,95
6	Rawai Tuna Ukuran Kecil dan Menengah	100-250 GT	L > 18 L > 18	< 5,20 < 5,35	10,30 10,50	1,98 1,98
7	Kapal Pengangkut	100-150 GT	L < 18 L > 18	< 5,00 < 5,50	10,00 11,00	1,95 1,80
8	Jenis-Jenis Kapal Lainnya	3-250 GT	L < 18 18 < L < 23 23 < L < 27 L > 27	< 4,63 < 4,80 < 5,10 < 5,30	9,90 10,00 10,20 10,50	2,10 2,05 1,95 1,90

(Fishing Boat of The World (FAO), England).

5.1.2 Panjang Dermaga Pengembangan

Pada proyeksi tahun 2020, jumlah kunjungan kapal adalah 96 kapal/hari (Tabel 5.1). Dengan asumsi bahwa waktu yang diperlukan untuk bongkar adalah 2 s/d 2,5 jam, maka dalam satu hari dapat dilakukan 4 kali bongkar (1 hari = 7,5 - 9 jam kerja). Oleh karenanya jumlah dermaga bongkar yang diperlukan adalah :

$$96/4 = 24 \text{ (24 buah dermaga/tempat bongkar)}$$

Dengan demikian, kebutuhan ruang dermaga di pelabuhan perikanan adalah :

1. Panjang dermaga kebutuhan (L_p) total

$$L_p = nxLoa + (n - 1)15,00 + 50$$

Triatmodjo, 2003

$$L_p = 24 \times 25 + (24 - 1)15,00 + 50 = 995m$$

2. Panjang 1 Jetty untuk 2 kapal (kondisi existing) = 60,0 m

Jumlah jetty yang ada = 2 buah, dengan 2 sisi tambatan, maka panjang dermaga jetty = $60 \times 4 = 240$ m.

3. Panjang dermaga perencanaan (L_p) = $995 - 240 = 755$ m

4. Jarak Antar Jetty (untuk menjamin kelancaran manuver kapal)

$$= 2 \times (25,0 + 10,0) + 0,5 = 70,5 \text{ m}$$

5.1.3 Luas Kolam Pelabuhan

Luas kolam pelabuhan ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$L = L_1 + (3 \times N \times L \times B)$$

Dimana :

N : Jumlah kapal yang berlabuh

N₁ : ukuran kapal sedang (100 GT - 250 GT) = 96 buah

N₂ : ukuran kapal kecil (11 - 30 GT) = 116 buah

B : lebar kapal

B₁ : lebar kapal ukuran sedang = 5,5 m

B₂ : lebar kapal ukuran kecil = 4,5 m

Sehingga luas kolam pelabuhan yang dibutuhkan adalah minimal :

$$\begin{aligned} L &= 370 + 3 \times (96 \times 25 \times 5,5) + 3 \times (116 \times 22 \times 4,5) \\ &= \mathbf{74.422 \text{ m}^2} \text{ (atau = 7,44 Ha)} \end{aligned}$$

Kedalaman kolam pelabuhan yang diperlukan adalah sampai -4,0 m (dari LWS). Untuk mengantisipasi perkembangan tonage kapal sampai lebih dari 100 GT, maka kedalaman kolam pelabuhan direncanakan sampai -5,0 m (dari LWS) atau sama dengan -6,32 m dari MSL.

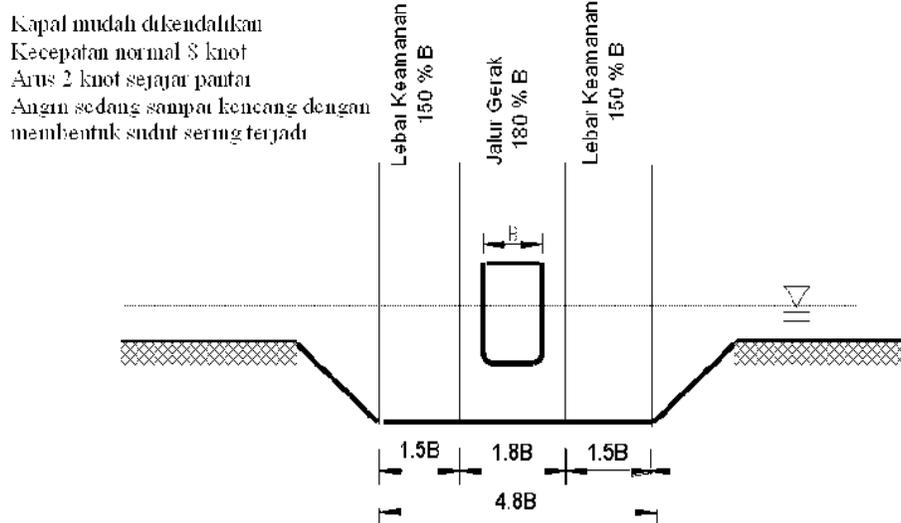
5.1.4 Lebar Alur Pelayaran

Lebar alur pelayaran perlu direncanakan agar lalu lintas kapal yang keluar ataupun masuk pelabuhan dapat lancar dan tidak saling mengalami benturan antar kapal. Lebar alur tergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Lebar, kecepatan dan gerakan kapal.
2. Lalu-lintas kapal, apakah direncanakan untuk satu atau dua jalur.
3. Kedalaman alur.
4. Apakah alur sempit atau lebar.
5. Stabilitas tebing alur.
6. Angin, gelombang, dan arus.

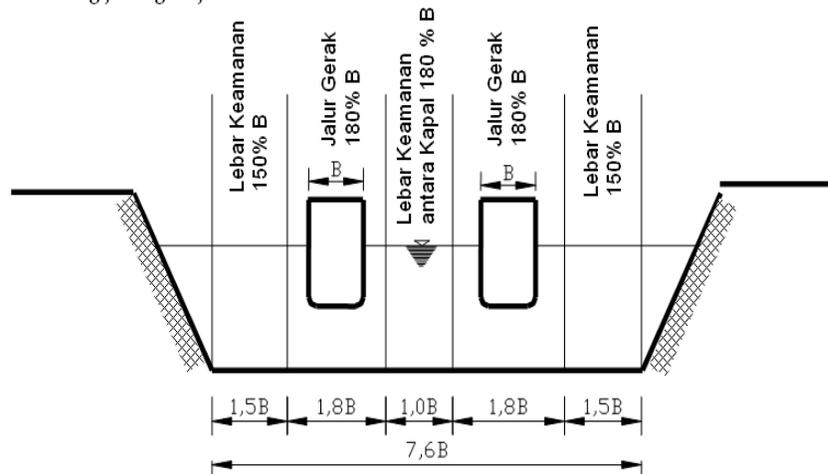
Tidak ada rumus yang memuat faktor-faktor tersebut secara eksplisit, tetapi beberapa kriteria telah ditetapkan berdasarkan pada lebar kapal dan faktor-faktor tersebut secara implisit. Pada alur untuk satu jalur (tidak ada simpangan), lebar alur adalah tiga

sampai empat kali lebar kapal. Jika kapal boleh bersimpangan, lebar alur adalah 6-7 kali lebar kapal.



Gambar 5.1 Lebar alur satu jalur

Kapal mudah dikendalikan
Kecepatan normal 5 knot
Arus 4 knot sejajar pantai
Angin kencang jarang terjadi



Gambar 5.2 Lebar Alur Dua Jalur

Cara lain untuk menentukan lebar alur diberikan oleh OCDI (*Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*-1991). Lebar alur untuk dua jalur diberikan oleh Tabel 5.14. Untuk alur di luar pemecah gelombang, lebar alur harus lebih besar daripada yang diberikan dalam tabel tersebut, supaya kapal bisa melakukan gerakan (manuver) dengan aman di bawah pengaruh gelombang, arus, topografi, dan sebagainya.

Tabel 5.3 Lebar Alur Menurut OCDI

Panjang alur	Kondisi Pelayaran	Lebar
Relatif Panjang	Kapal sering bersimpangan	2,0 Loa
	Kapal tidak sering bersimpangan	1,5 Loa
Selain dari alur di atas	Kapal sering bersimpangan	1,5 Loa
	Kapal tidak sering bersimpangan	Loa

(OCDI-1991)

1. Lebar Alur menurut OCDI :

$$\text{Loa} = 25 \text{ m}$$

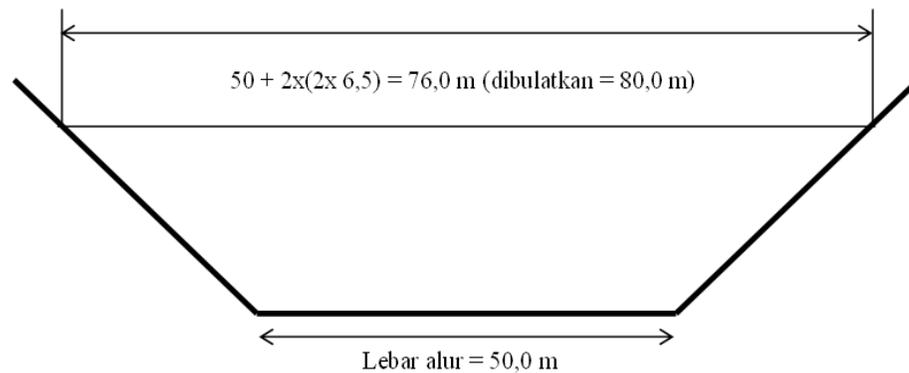
$$\text{Lebar Alur} = 2,0 \times 25 = 50 \text{ m}$$

2. Lebar Alur sesuai dalam buku Bambang Triatmojo :

$$\text{Lebar Alur} = 7,6 \times B = 7,6 \times 5,5 = 41,8 \text{ m}$$

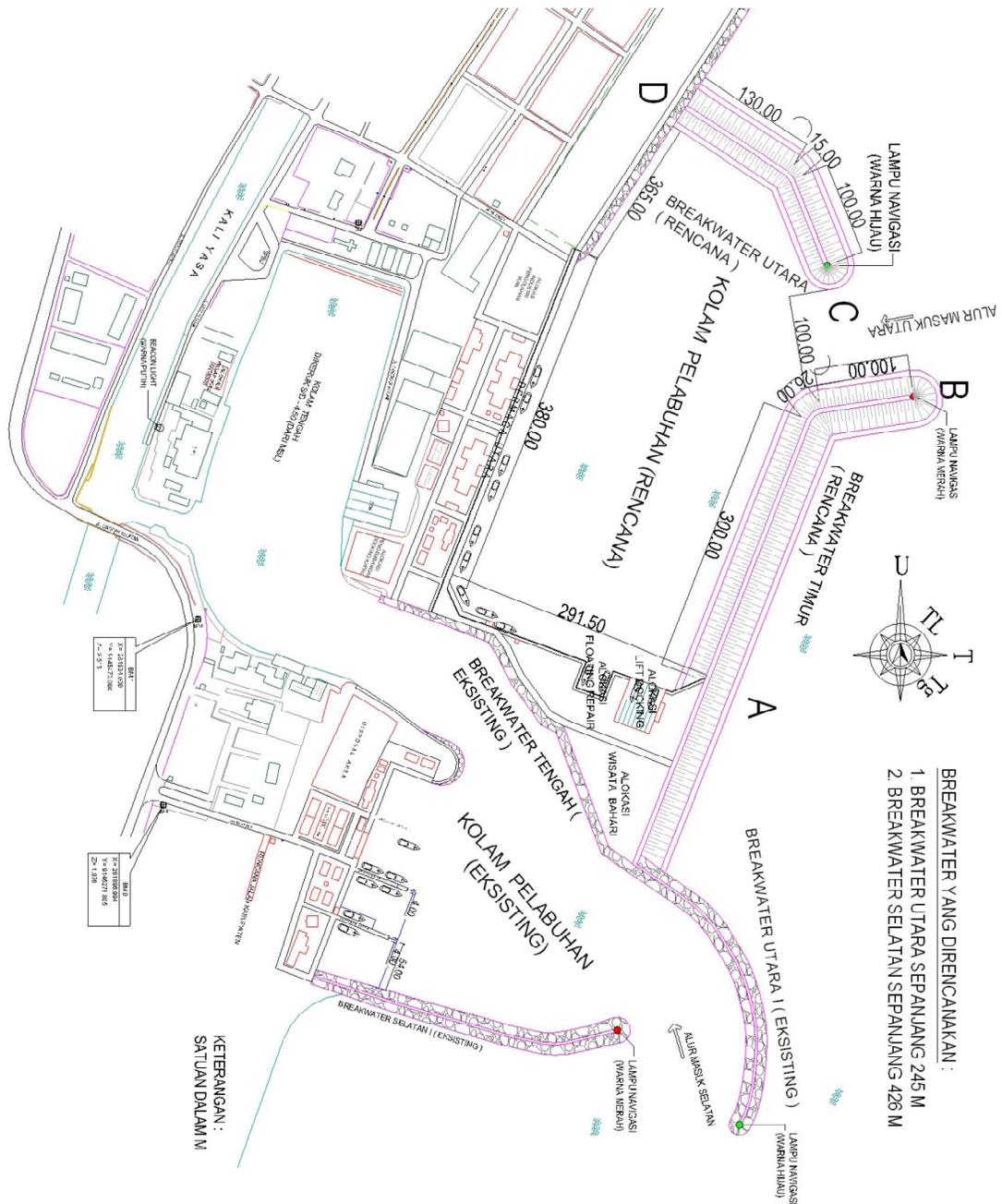
Sehingga Lebar Alur diambil = 50,0 m (jarak di dasar alur masuk).

Dengan memperhatikan kemiringan dari pemecah gelombang di alur masuk, maka lebar alur masuk minimal 80,0 m.



Gambar 5.3 Sketsa Lebar Alur Masuk

5.1.5 Lay Out Rencana Pengembangan PPSC



Gambar 5.4 Lay Out Rencana Pengembangan PPSC

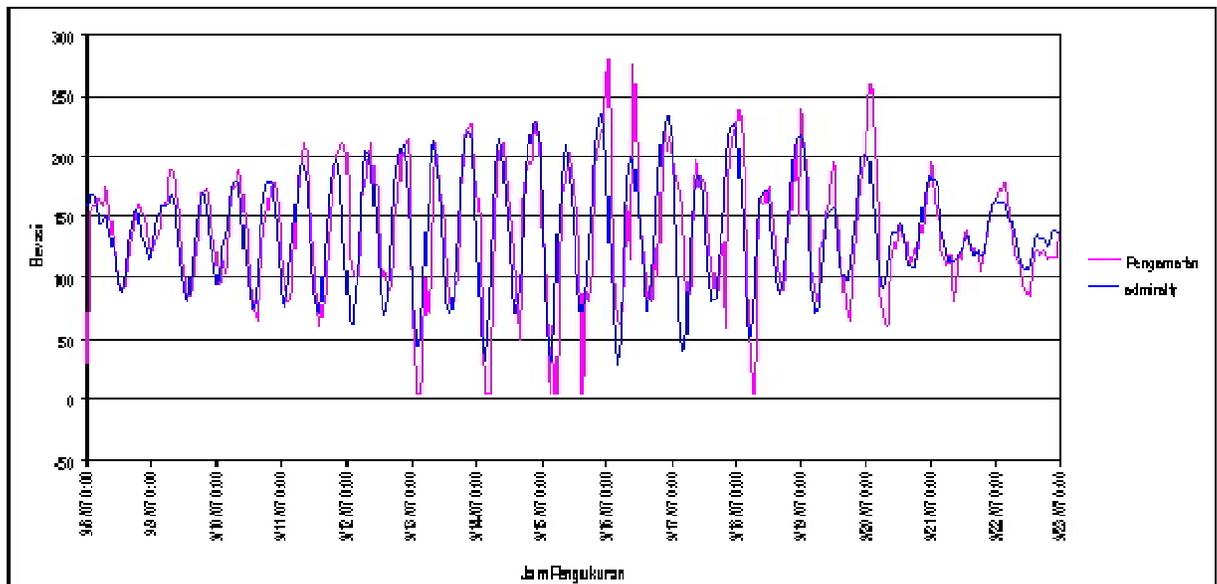
Alur pelayaran menghadap timur laut dengan alasan angin dominan dari arah timur dan tenggara, dari arah angin dominan transport sedimen datang sehingga tidak masuk ke kolam pelabuhan.

5.2 ANALISIS HYDRO-OCEANOGRAPHY

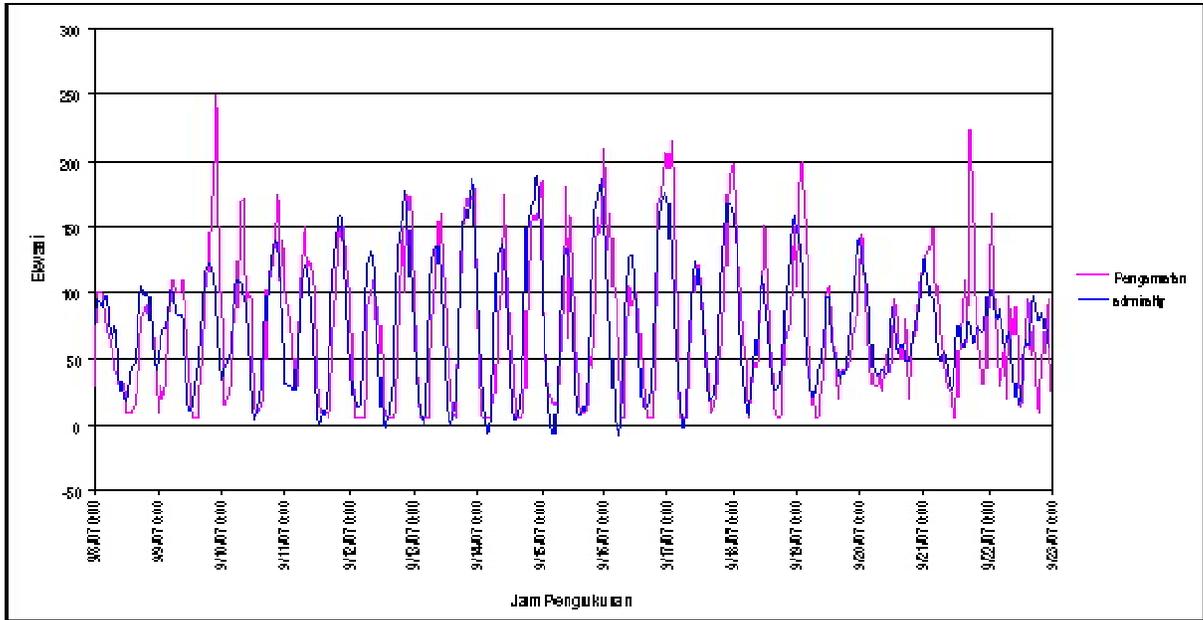
5.2.1 Analisa Pasang Surut

Pasang surut merupakan naik turunnya elevasi muka air yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan, matahari, serta benda-benda astronomi lainnya. Pasang surut juga dapat disebabkan oleh gaya sentrifugal dari pergerakan benda-benda tersebut. Karena pergerakan itu mempunyai siklus tertentu, maka elevasi pasang surut mempunyai bentuk periodik.

Pengukuran pasut dilakukan secara manual dengan membaca ketinggian permukaan muka air laut pada palem pasut yang dipasang. Pengamatan dilakukan di dua lokasi, yaitu di dalam kolam labuh dan ujung *breakwater*. Berdasarkan hasil pembacaan palem pasut tersebut dilakukan analisa harmonik pasut untuk mendapatkan konstanta pasut dengan metode admiralty, dan selanjutnya dilakukan perhitungan elevasi muka air laut kembali berdasarkan konstanta tersebut. Hasil perhitungan kembali tersebut akan lebih smooth dibandingkan data awal, karena kesalahan akibat pembacaan telah tereduksi. Hasil pembacaan dan perhitungannya kembali disajikan pada Tabel 5.4. dan 5.5, sedangkan grafik pasutnya disajikan pada Gambar 5.5 dan 5.6.



Gambar 5.5 Grafik pasut Perairan PPSC di Dermaga tanggal 9 – 22 September 2007
(Laporan PPSC, 2007)



Gambar 5.6 Grafik Pasut Perairan PPSC di Ujung *Breakwater* Tanggal 9 – 22 September 2007 (Laporan PPSC, 2007)

Tabel 5.4 Data Pengukuran Pasang Surut di Dermaga Dalam Satuan cm

Jam	Tahun 2007														
	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9	16/9	17/9	18/9	19/9	20/9	21/9	22/9
1	155	130	95	100	115	50	152	125	280	192	238	200	250	175	170
2	160	135	115	80	105	5	80	90	120	181	215	195	260	150	175
3	159	140	103	80	100	5	5	5	82	175	170	160	205	150	180
4	165	160	130	90	100	15	5	60	65	160	95	105	180	120	160
5	164	160	160	160	120	100	5	5	60	105	50	90	85	115	145
6	159	185	175	175	185	70	90	5	80	85	5	80	75	110	140
7	175	190	175	195	175	100	152	165	110	90	5	125	60	120	120
8	160	185	190	210	200	175	205	175	160	180	130	135	60	80	115
9	145	165	185	205	210	210	205	182	115	198	165	155	105	100	110
10	123	156	160	180	178	180	210	205	275	175	160	160	120	120	95
11	105	120	140	140	175	160	185	190	220	185	170	182	130	115	90
12	95	100	100	120	115	160	155	170	150	180	175	195	145	130	85
13	90	85	85	80	110	120	135	160	125	170	160	145	135	140	105
14	93	85	70	60	105	80	110	120	105	130	135	140	130	128	120
15	108	95	65	75	95	75	80	5	82	105	115	105	130	128	123
16	125	123	95	80	90	95	50	90	95	90	100	85	110	120	119
17	140	135	130	130	100	100	163	80	80	90	90	70	115	120	121
18	150	170	15	150	150	175	180	95	125	110	100	65	125	105	123
19	162	170	160	180	170	190	190	150	100	130	143	105	115	120	116
20	155	173	175	200	205	220	195	205	170	58	145	135	135	130	117
21	150	168	180	205	200	225	220	210	230	175	185	158	140	140	117
22	140	145	170	210	210	228	230	220	205	205	210	180	170	155	140
23	125	125	150	210	215	200	200	225	215	220	150	195	180	160	125
24	30	120	115	115	200	100	175	135	261	200	225	240	205	195	165
Mak	175	190	190	210	215	228	230	225	280	220	238	240	260	195	180
Min	30	85	15	60	90	5	5	5	60	58	5	65	60	80	85

(Laporan PPSC, 2007)

Tabel 5.5 Data Pengukuran Pasang Surut di *Breakwater* Dalam Satuan cm

Jam	Tahun 2007														
	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9	16/9	17/9	18/9	19/9	20/9	21/9	22/9
1	100	30	15	90	50	95	30	65	160	215	155	198	120	130	160
2	100	20	20	80	5	45	5	40	105	145	115	200	145	135	90
3	99	35	25	50	5	15	5	25	105	100	100	160	95	150	65
4	81	83	50	30	5	5	5	20	98	5	65	150	65	98	30
5	71	90	80	100	5	5	5	15	45	5	50	30	40	105	40
6	66	110	90	120	5	5	20	20	5	5	5	20	30	65	60
7	56	100	170	150	90	5	25	48	5	5	25	5	30	55	20
8	43	100	172	115	10	70	93	96	60	40	42	5	40	35	98
9	39	110	90	125	110	10	100	180	105	105	50	25	25	30	65
10	32	90	100	120	80	140	175	65	90	100	100	42	40	25	88
11	32	50	95	100	90	160	120	160	95	120	105	100	55	5	32
12	10	30	15	35	60	125	75	110	100	100	152	105	40	5	14
13	10	5	93	15	10	85	60	60	68	65	100	85	95	55	35
14	10	5	10	10	5	25	25	40	45	50	60	60	80	85	78
15	15	5	15	10	5	10	5	10	20	25	42	55	50	109	95
16	25	40	20	5	5	5	5	10	5	10	10	20	50	64	53
17	45	50	100	40	10	80	5	15	5	15	5	40	80	224	75
18	80	100	110	80	50	100	25	52	5	25	5	43	20	169	30
19	85	120	125	100	100	150	90	43	50	50	50	45	60	99	10
20	90	170	150	150	150	172	155	85	168	60	68	50	65	74	45
21	80	180	175	140	100	172	160	158	175	105	75	68	70	54	60
22	75	250	100	150	175	173	155	145	190	175	100	75	105	31	95
23	40	100	140	125	170	180	163	160	208	192	150	90	115	44	25
24	23	10	100	100	100	95	83	185	132	195	198	105	120	120	100
Mak	100	250	175	150	175	180	175	185	208	215	198	200	145	224	160
Min	10	5	10	5	5	5	5	10	5	5	5	5	20	5	10

(Laporan PPSC, 2007)

Dari hasil perkiraan elevasi pasang surut inilah datum-datum ini dapat dicari. Beberapa datum yang biasa digunakan adalah :

- HHWL : *Highest high water level*, yaitu elevasi tertinggi muka air selama periode tertentu.
- MHWL : *Mean high water level*, yaitu rata-rata elevasi pasang (tinggi) muka air selama periode tertentu.
- MSL : *Mean sea level*, yaitu elevasi tinggi muka air rata-rata.
- MLWL : *Mean low water level*, yaitu rata-rata elevasi surut (rendah) muka air pada periode tertentu.
- LLWL : *Lowest low water level*, yaitu elevasi muka air terendah selama periode tertentu.

1. Dermaga

$$\begin{aligned}MSL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{maksimum}} + \sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{minimum}}}{2 \cdot n} \\ &= \frac{3276 + 708}{2 \cdot 15} = 132,2 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}MHWL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{maksimum}}}{n} \\ &= \frac{3276}{15} \text{ cm} \\ &= 218,4 \text{ cm (elevasi : } 218,4 - 132,2 = 86,2 \text{ cm)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}MLWL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{minimum}}}{n} \\ &= \frac{708}{15} \text{ cm} \\ &= 47,2 \text{ cm (elevasi : } 47,2 - 132,2 = -85 \text{ cm)}\end{aligned}$$

$$HHWL = 280 \text{ cm (elevasi } 280 - 132,2 = 147,8 \text{ cm)}$$

$$LLWL = 5 \text{ cm (elevasi : } 5 - 132,2 = -127,2 \text{ cm)}$$

2. Breakwater

$$\begin{aligned}MSL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{maksimum}} + \sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{minimum}}}{2 \cdot n} \\ &= \frac{2740 + 110}{2 \cdot 15} = 95 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}MHWL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{maksimum}}}{n} \\ &= \frac{2740}{15} \text{ cm} \\ &= 182,7 \text{ cm (elevasi : } 182,7 - 95 = 87,7 \text{ cm)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}MLWL &= \frac{\sum \text{nilai} - \text{nilai}_{\text{minimum}}}{n} \\ &= \frac{110}{15} \text{ cm} \\ &= 7,33 \text{ cm (elevasi : } 7,33 - 95 = -87,67 \text{ cm)}\end{aligned}$$

$$HHWL = 250 \text{ cm (elevasi } 2,50 - 0,95 = 1,55 \text{ m)}$$

$$LLWL = 5 \text{ cm (elevasi : } 5 - 95 = -90 \text{ m)}$$

Tabel 5.6 Parameter Fluktuasi Pasut Perairan PPS Cilacap

Parameter	Referensi dari laporan PPSC 2007		Hasil Hitungan	
	Elevasi di Dermaga	Elevasi di Breakwater	Elevasi di Dermaga	Elevasi di Breakwater
HHWL	+261,52	+207,93	+147,8	+155
MSL	+138,40	+74,14	+132,2	+95
LLWL	+15,29	-59,64	-127,2	-90

Karena menurut teorema harmonik dari Fourier, semua sinyal periodik dapat dianggap sebagai komposisi dari sinyal sinusoidal dengan amplitudo, periode dan fase tertentu, maka elevasi pasang surut dapat dianggap mempunyai persamaan :

$$h_{(t)} = h_{(0)} + \sum_{i=1}^n h_i \cos(\omega_i * t + v_i + u_i) \quad (5.1)$$

dimana parameter :

$h_{(t)}$ = amplitudo/elevasi muka air pada waktu t

$h_{(0)}$ = amplitudo/elevasi muka air awal

$h_{(i)}$ = amplitudo/elevasi komponen i

v_i, u_i = kecepatan partikel air

ω_i = sudut fase pasang surut

Dari parameter-parameter tersebut di atas, dapat dihitung konstanta-konstanta astronomi pasang surut. Konstanta-konstanta ini jumlahnya lebih dari 100, tetapi yang biasa dianggap utama berjumlah 7 buah. Dari perhitungan konstanta-konstanta pasang surut dengan metode admiralty hasilnya dapat disajikan pada Tabel 5.7 berikut ini :

Tabel 5.7 Konstanta Pasang Surut di PPSC

Nama Konstanta	Simbol	Dermaga		Breakwater	
		Fase	Amplitudo	Fase	Amplitudo
<i>Principal Lunar</i>	M ₂	45,65	45,89	66,23	53,15
<i>Principal Solar</i>	S ₂	307,87	34,50	307,77	31,01
<i>Larger Elliptical Lunar</i>	N ₂	52,27	13,81	28,10	17,09
<i>Luni-solar Declinational</i>	K ₂	307,87	7,94	307,93	7,13
<i>Luni-solar Declinational</i>	K ₁	214,77	19,46	207,93	34,69
<i>Principal Lunar</i>	O ₁	125,11	22,67	175,11	11,24
<i>Principal Solar</i>	P ₁	214,77	6,42	207,93	11,45
<i>Principal Lunar</i>	M ₄	255,17	4,59	36,36	3,09
<i>Principal Lunar</i>	MS ₄	143,22	3,49	55,59	3,31
<i>Principal Solar</i>	S ₀		71,46		38,25

Tipe pasang surut di suatu tempat dapat digolongkan ke dalam tipe-tipe yang didasarkan pada *Bilangan Farmzhal* (F) berdasarkan perbandingan antara jumlah amplitudo komponen diurnal K_1 dan O_1 dengan jumlah amplitudo komponen semi diurnal M_2 dan S_2 . Perbandingan ini dinyatakan sebagai berikut ini :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (5.2)$$

Jika $F < 0,25$, berarti pasang surut bersifat diurnal murni. Sehari terjadi dua kali dengan tinggi yang hampir sama. Interval waktu antara transit bulan dan pasang naik adalah $2(M_2 + S_2)$.

Jika $0,25 < F < 1,5$, berarti pasang surut bersifat campuran ganda. Terdapat dua kali pasang sehari tetapi tinggi dan interval waktu antara transit bulan dan pasang naik tidak sama. Perbedaan ini mencapai maksimumnya bila deklinasi bulan telah melewati maksimumnya. *Range* rata-rata pada pasang purnama adalah $2(M_2 + S_2)$.

Jika $1,5 < F < 3$, berarti pasang surut bersifat campuran tunggal. Kadang terjadi satu kali pasang sehari yang mengikuti deklinasi maksimum dari bulan. Seringkali terjadi dua pasang sehari tetapi tinggi dan interval transit bulan dan pasang purnama naik berbeda sekali, terutama bila bulan telah melewati ekuator. *Range* rata-rata pada pasang purnama adalah $2(K_1 + O_1)$.

Jika $F > 3$, berarti pasang surut bersifat tunggal murni. Satu kali pasang dalam waktu sehari. Pada saat pasang perbani ketika bulan telah melewati ekuator. *Range* rata-rata pada bulan purnama adalah $2(K_1 + O_1)$. Maka untuk pantai lokasi PPSC memiliki *Bilangan Farmzhal* (F) sebagai berikut:

Di Dermaga :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

$$= \frac{19,46 + 22,67}{45,89 + 34,50}$$

$$= 0,524 \quad (0,25 < F < 1,5)$$

Di Breakwater:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

$$= \frac{34,69 + 11,24}{53,15 + 31,01}$$

$$= 0,546 \quad (0,25 < F < 1,5)$$

Dengan demikian Bilangan Farmzhall yang diperoleh adalah antara 0,25 dan 1,5 , maka termasuk tipe pasang surut campuran ganda. Dua kali pasang sehari tetapi tinggi dan interval waktu antara transit bulan dan pasang naik tidak sama. *Range* rata-rata pada pasang purnama adalah :

$$2 (M_2 + S_2) = 2 (0,89 + 0,52)$$

$$= 2,82 \text{ jam}$$

Dengan jangkauan pasang surut terbesar antara 1,00 – 2,60 meter

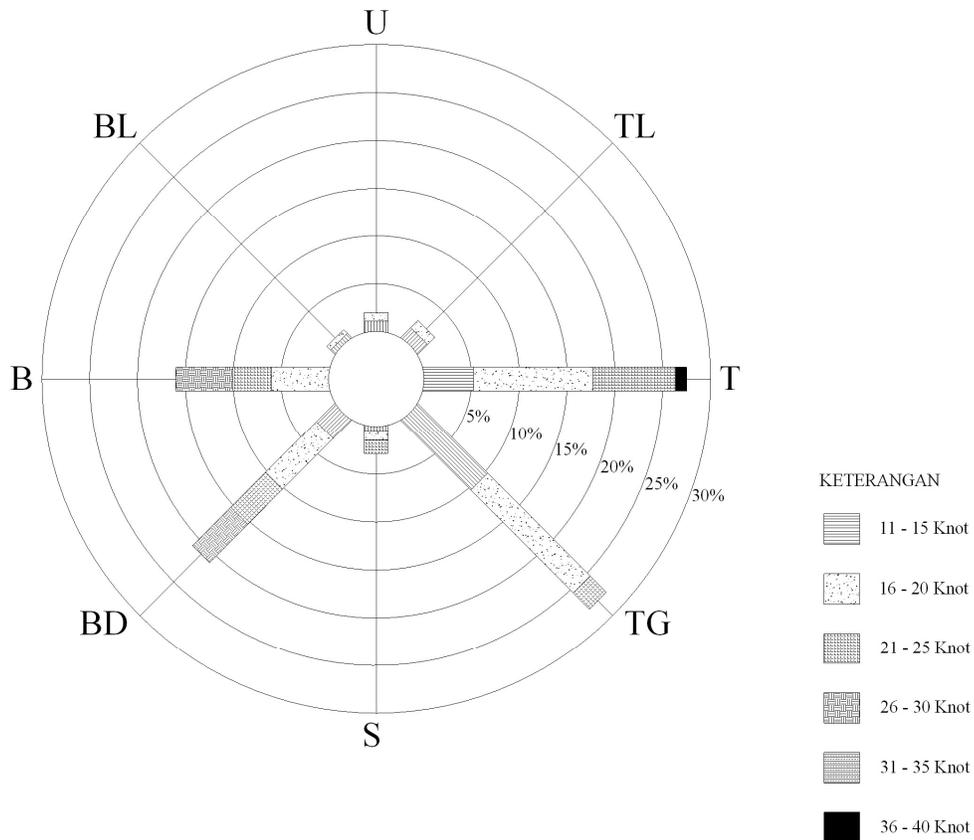
5.2.2 Analisa Angin

Data angin yang diperoleh adalah data angin tahun 1998 - 2007 dari Kantor BMG Cilacap. Data angin tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan arah datang angin dan kecepatan angin. Setelah itu data diolah dalam bentuk mawar angin (*wind rose*).

Tabel 5.8 Frekuensi Kejadian Angin Maksimum Tahun 1998-2007

Arah Mata Angin	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH
	0 - 5 Knot	6 - 10 Knot	11 - 15 Knot	16 - 20 Knot	21 - 25 Knot	26 - 30 Knot	31 - 35 Knot	36 - 40 Knot	
U	0,00	0,00	1,67	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
TL	0,00	0,00	0,83	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
T	0,00	0,00	6,67	13,33	7,50	0,00	0,00	1,71	28,33
TG	0,00	0,00	13,33	16,67	1,67	0,00	0,00	0,00	31,67
S	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	0,83	0,00	0,00	2,50
BD	0,00	0,00	5,00	7,50	4,17	2,50	0,00	0,00	19,17
B	0,00	0,00	0,00	5,00	2,50	3,33	0,00	0,00	10,83
BL	0,00	0,00	1,67	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
Angin Teduh:									100,00

(BMG Cilacap, 2008)



Gambar 5.7 Wind Rose (Mawar Angin) Tahunan (Berdasarkan Data Angin Thn.1998-2007)

Tabel 5.9 Kecepatan Angin Maksimum Bulanan Tahun 1998-2007

Tahun	Kec Arah	Kecepatan Angin Maksimum												Rerata
		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1998	<i>Knots</i>	15	14	15	12	13	12	14	20	20	18	14	15	15,17
	<i>m/dt</i>	8,10	7,56	8,10	6,48	7,02	6,48	7,56	10,80	10,80	9,72	7,56	8,10	8,19
	<i>Arah</i>	S	BL	U	BL	TG	T	TG	TG	TG	T	BD	TL	
1999	<i>Knots</i>	23	20	17	18	21	20	14	15	15	18	15	20	18,00
	<i>m/dt</i>	11,83	10,29	8,74	9,26	10,80	10,29	7,20	7,71	7,71	9,26	7,71	10,29	9,26
	<i>Arah</i>	B	BD	BD	BD	TG	TG	TG	TG	TG	TG	BD	B	
2000	<i>Knots</i>	14	14	18	18	15	18	19	18	18	16	17	14	16,58
	<i>m/dt</i>	7,20	7,20	9,26	9,26	7,71	9,26	9,77	9,26	9,26	8,23	8,74	7,20	8,53
	<i>Arah</i>	BD	BD	B	T	TG	T	TG	T	TG	TG	BD	BD	
2001	<i>Knots</i>	19	29	24	15	16	20	18	16	20	15	14	17	18,58
	<i>m/dt</i>	9,77	14,91	12,34	7,71	8,23	10,29	9,26	8,23	10,29	7,71	7,20	8,74	9,56
	<i>Arah</i>	B	B	BD	TG	T	TL	T	TG	TG	T	TG	TG	
2002	<i>Knots</i>	20	17	14	16	15	18	19	17	15	15	17	14	16,42
	<i>m/dt</i>	10,29	8,74	7,20	8,23	7,71	9,26	9,77	8,74	7,71	7,71	8,74	7,20	8,44
	<i>Arah</i>	BD	BL	TG	TL	TG	TG	T	T	TG	T	T	U	
2003	<i>Knots</i>	23	18	19	17	17	19	17	15	20	20	21	26	19,33
	<i>m/dt</i>	11,83	9,26	9,77	8,74	8,74	9,77	8,74	7,71	10,29	10,29	10,80	13,37	9,94
	<i>Arah</i>	BD	S	BD	T	U	TG	TG	TG	T	T	BD	BD	
2004	<i>Knots</i>	19	23	19	14	21	21	21	19	20	21	23	22	20,25
	<i>m/dt</i>	9,77	11,83	9,77	7,20	10,80	10,80	10,80	9,77	10,29	10,80	11,83	11,31	10,41
	<i>Arah</i>	BD	BD	B	T	T	T	T	TG	TG	T	T	B	

2005	<i>Knots</i>	22	27	19	21	15	17	17	18	22	18	16	27	19,91
	<i>m/dt</i>	11,31	13,89	9,77	10,80	7,71	8,74	8,74	9,26	11,31	9,26	8,23	13,89	10,24
	<i>Arah</i>	BD	BD	BD	T	T	TG	T	TG	T	T	TG	B	
2006	<i>Knots</i>	25	24	27	30	38	25	22	22	19	18	18	28	24,67
	<i>m/dt</i>	12,86	12,34	13,89	15,43	19,54	12,86	11,31	11,31	9,77	9,26	9,26	14,40	12,69
	<i>Arah</i>	B	BD	S	B	T	TG	T	T	T	TG	TG	B	
2007	<i>Knots</i>	15	26	17	14	16	15	15	16	15	15	15	16	16,25
	<i>m/dt</i>	7,71	13,37	8,74	7,20	8,23	7,71	7,71	8,23	7,71	7,71	7,71	8,23	8,36
	<i>Arah</i>	BD	BD	B	TG	T	T	T	T	TG	TG	TG	B	

(BMG Cilacap, 2008)

Data ini angin maksimum bulanan ini digunakan untuk dapat melakukan peramalan gelombang. Setelah didapatkan rata-rata kecepatan angin maksimum tahunan, maka data inilah yang akan diolah lebih lanjut.

5.2.3 Analisa Gelombang

5.2.3.1 Hasil Pembangkitan Gelombang dari Angin (*Fetch*)

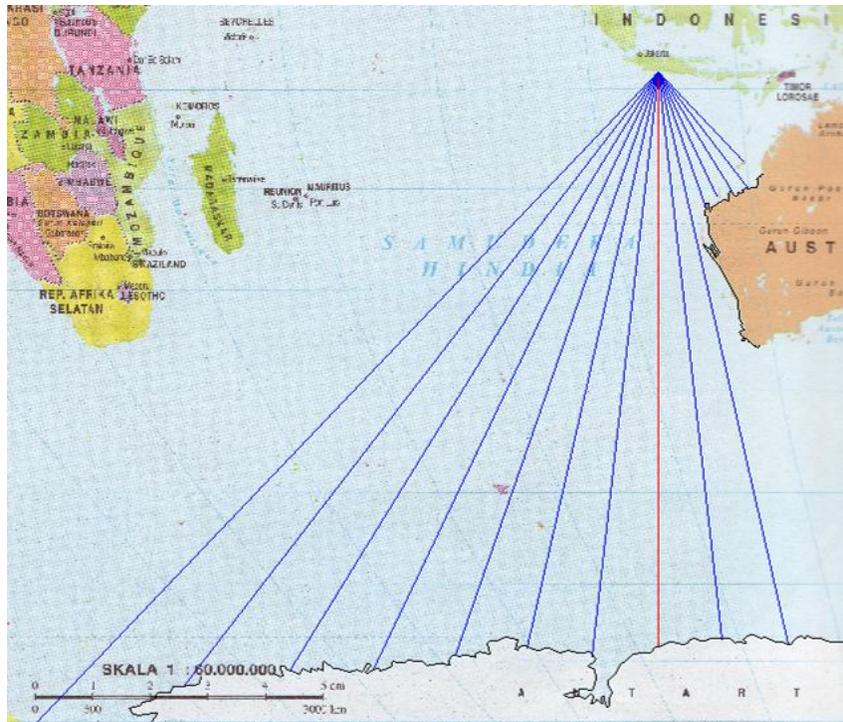
Fetch efektif digunakan dalam grafik peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi, durasi dan periode gelombang.

Tabel 5.10 Perhitungan Fetch Rerata Efektif

α (...°)	$\cos \alpha$	x (Km)	x cos α
42	0,7431	4943,33	3673,391
36	0,809	4307,85	3485,051
30	0,866	3938,33	3410,597
24	0,9135	3735,00	3411,923
18	0,9511	3511,67	3339,946
12	0,9781	3373,33	3299,457
6	0,9945	3368,33	3349,808
0	1	3296,67	3296,667
6	0,9945	3271,67	3253,673
12	0,9781	3353,33	3279,895
18	0,9511	823,33	783,0723
24	0,9135	773,33	706,44
30	0,866	776,67	672,5933
36	0,809	818,33	662,0317
42	0,7431	676,67	502,831
total	13,5106		37.127,3747

$$\begin{aligned}
 F_{\text{eff}} &= \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \\
 &= \frac{37127,3747}{13,5106} \\
 &= 2748 \text{ km} \approx 2750 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Dipakai $F_{\text{min}} = 200 \text{ km} = 200.000 \text{ m}$



Gambar 5.8 Panjang Fetch

5.2.3.2 Estimasi Angin Permukaan

Beberapa koreksi terhadap data angin yang harus dilakukan sebelum melakukan peramalan gelombang antara lain :

1. Elevasi

Elevasi pencatat angin untuk perhitungan adalah elevasi 10 m dpl. Dari Tabel 5.8 diperoleh rata-rata angin maksimum bulanan yang dipergunakan dalam peramalan gelombang. Data angin tersebut sudah didapat untuk ketinggian 10 m, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi elevasi.

2. Konversi kecepatan angin

Perhitungan untuk konversi angin dari data angin Tabel 5.8 sebagai contoh untuk tahun 1998 dengan nilai $U_s = 15,17$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 U &= 2,16xU_s^{7/9} \\
 &= 2,16x15,17^{7/9} \\
 &= 17,90 \text{ knots} \\
 U &= R_L x U \quad (R_L = 1) \\
 &= 1 x 25,51 \\
 &= 17,90 \text{ knots}
 \end{aligned}$$

5.2.3.3 Tegangan Angin

Untuk data tahun 1998 bisa didapatkan nilai tegangan anginnya sebagai berikut :

$$U_A = 0,71xU_w^{1,23}$$

$$U_A = 0,71x17,90^{1,23}$$

$$= 24,68 \text{ knots}$$

$$= 13,33 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya untuk perhitungan selengkapnya disajikan dalam Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Tabel Perhitungan Nilai U_A Untuk Tahun 1998-2007

Tahun	U_s (knots)	U (knots)	U_{RL} (knots)	U_A	
				knots	m/dt
1998	15,17	17,90	17,90	24,68	13,33
1999	18,00	20,45	20,45	29,08	15,70
2000	16,58	19,19	19,19	26,88	14,52
2001	18,58	20,97	20,97	29,98	16,19
2002	16,42	19,04	19,04	26,62	14,38
2003	19,33	21,62	21,62	31,13	16,81
2004	20,25	22,42	22,42	32,54	17,57
2005	19,12	22,13	22,13	32,03	17,30
2006	24,67	26,13	26,13	39,30	21,22
2007	16,25	18,89	18,89	26,36	214,24

5.2.3.4 Peramalan Gelombang Perairan Dalam.

Untuk tinggi gelombang yang terjadi serta periodenya untuk tahun 1998 dengan $U_A = 13,33 \text{ m/dt}$, $fetch_{min} = 200 \text{ km} = 200.000 \text{ m}$ dan $g = 9,81 \text{ m/dt}^2$, dapat dihitung sebagai berikut :

$$H = 1,6x10^{-3} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2} \frac{U_A^2}{g}$$

$$= 1,6x10^{-3} \left(\frac{9,81x200.000}{13,33^2_A} \right)^{1/2} \frac{13,33^2_A}{9,81}$$

$$= 3,04 \text{ meter}$$

$$T = 2,875x10^{-1} \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \frac{U_A}{g}$$

$$= 2,875x10^{-1} \left(\frac{9,81x200000}{13,33^2} \right)^{1/3} \frac{13,33}{9,81}$$

$$= 8,70 \text{ detik}$$

Perhitungan komponen-komponen gelombang untuk tahun 1998-2007 untuk nilai $f_{etch_{min}} = 200.000 \text{ m}$ dan $g = 9,81 \text{ m/dt}^2$, selanjutnya diberikan oleh Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Perhitungan Tinggi Dan Periode Gelombang Untuk Tahun 1998-2008

Tahun	U_A (m/dtk)	H (m)	T (dtk)
1998	13,33	3,04	8,70
1999	15,70	3,59	9,17
2000	14,51	3,32	8,95
2001	16,19	3,70	9,28
2002	14,38	3,28	8,92
2003	16,81	3,84	9,40
2004	17,57	4,01	9,54
2005	17,29	3,95	9,49
2006	21,22	4,85	10,16
2007	14,24	3,25	8,89

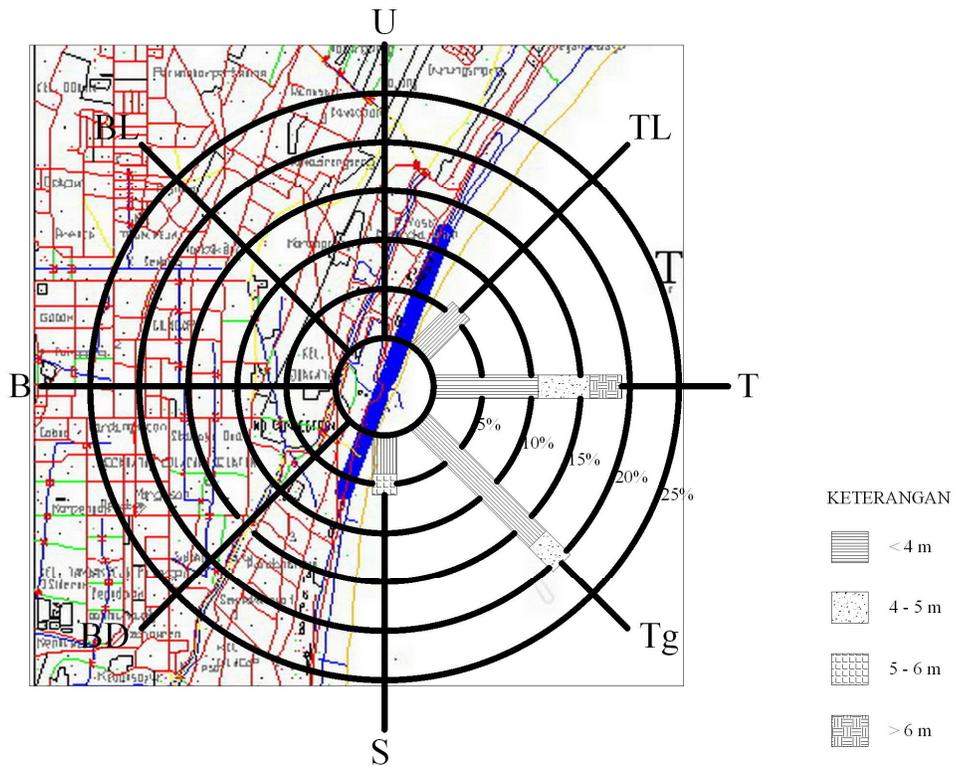
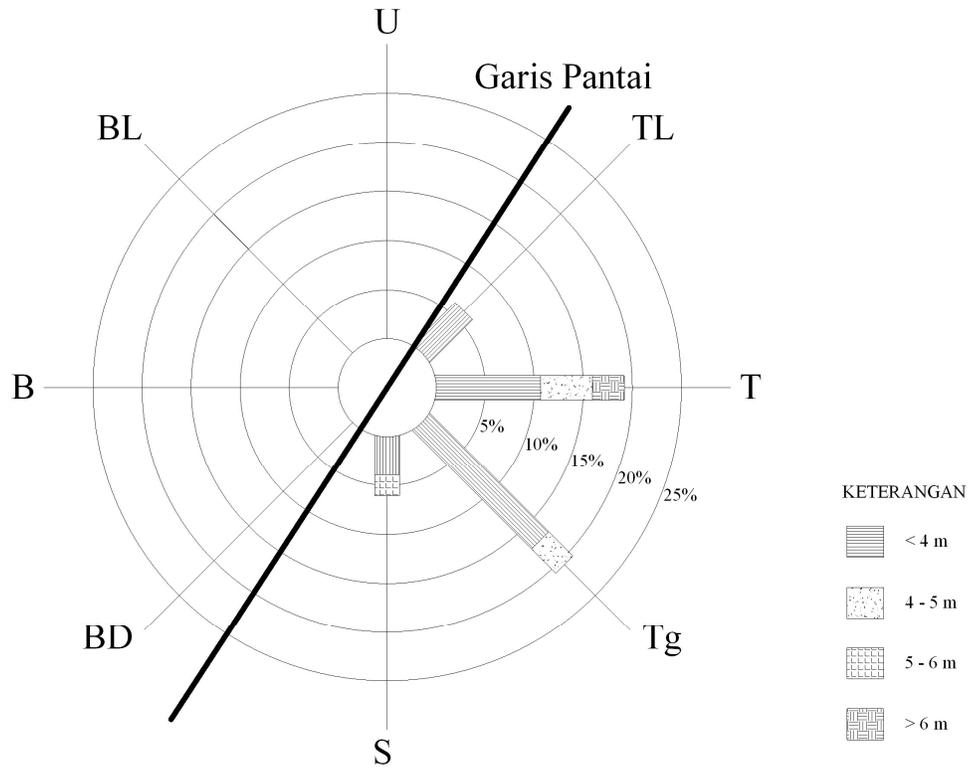
5.2.3.5 Peramalan *Waverose* (mawar gelombang)

Dari data angin maksimum bulanan Tabel 5.8 dapat diketahui besaran angin maksimum yang bertiup beserta arahnya, sehingga dapat dicari tinggi gelombang dan periodenya. Hasil perhitungan selengkapnya disajikan dalam bentuk persentase seperti tersaji pada tabel berikut :

Tabel 5.13 Persentase Arah Dan Tinggi Gelombang

Arah	Tinggi gelombang (m)				Jumlah
	< 4	4 - 5	5 - 6	>6	
U (%)	6,38	0,00	0,00	0,00	6,38
TL (%)	6,38	0,00	0,00	0,00	6,38
T (%)	12,77	4,26	0,00	2,13	19,15
Tg (%)	17,02	4,26	0,00	0,00	21,28
S (%)	4,26	0,00	2,13	0,00	6,38
BD (%)	8,51	6,38	6,38	0,00	21,28
B (%)	4,26	4,26	6,38	0,00	14,89
BL (%)	4,26	0,00	0,00	0,00	4,26
Jumlah	63,83	19,15	14,89	2,13	100

Selanjutnya dari tabel di atas dapat disajikan dalam bentuk mawar gelombang (*waverose*), seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5.9 Mawar Gelombang (*Wave Rose*) Maksimum

5.2.3.6 Gelombang Ekstrem

Untuk keperluan merencanakan bangunan di pantai diperlukan kondisi gelombang ekstrem. Kondisi gelombang ekstrem ini tidak selalu dapat teramati dalam satu periode observasi lapangan, karena biasanya gelombang ekstrem terjadi pada kondisi angin badai (*swell wave*) ataupun angin lokal (*wind wave*). Data gelombang untuk jangka panjang diperoleh dari hasil studi mengenai gelombang ekstrem di samudera Hindia yaitu pada lokasi 8^o42,5' LS dan 109^o23' BT yaitu sekitar 110 km di sebelah selatan PPS Cilacap. Hasil studi gelombang ekstrem di Samudera Hindia tersebut disampaikan pada Tabel berikut :

Tabel 5.14 Gelombang Ekstrem di Samudera Hindia

Subcedance Probability	Wind Waves (karena angin lokal)			Swell wave (karena angin badai)		
	Hs (m)	Tz (dt)	Arah (deg)	Hs (m)	Tz (dt)	Arah (deg)
Maksimum	3	7,1	346	3,4	15,9	271
99%	2,1	5,7	301	2,8	14,1	255
90%	1,4	4,6	266	2,1	11,9	244
50%	0,6	2,9	133	1,4	8,8	216
10%	0,3	0,1	99	0,9	6,9	185
Minimum	0	0	0	0	0	0
Zero (%)	2,9	2,9	2,9	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Missing data (%)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

(South Java Flood Control Sector Project, 1999)

Dari hasil studi tersebut dapat dilihat bahwa hanya sekitar 10% gelombang yang melebihi tinggi 1,40 m pada kondisi *wind waves*. Pada kondisi *swell waves*, 10% gelombang melebihi tinggi 2,10 m. Selanjutnya, dalam perhitungan gelombang rencana digunakan kondisi *swell waves*.

Dalam perencanaan biasanya digunakan H33 sebagai gelombang rencana. Namun mengingat bahwa struktur bangunan pantai di PPSC berhubungan dengan laut lepas, maka dalam perencanaan digunakan gelombang rencana dengan kala ulang 50 tahun.

5.2.3.7 Statistik Gelombang

Untuk memberikan kejelasan mengenai gelombang representatif, berikut ini adalah perhitungan dari hasil peramalan gelombang yang telah dilakukan sebelumnya pada tahun 1998-2007 di lokasi PPS Cilacap. Tinggi gelombang yang terpilih adalah yang terbesar dari perhitungan analitis untuk tiap-tiap tahunnya, dengan periodenya.

Tabel 5.15 Hasil Pencatatan Tinggi Dan Periode Gelombang Yang Telah Diurutkan

No. Urut	Tahun	H (m)	T (detik)
1.	2006	4,85	10,16
2.	2004	4,01	9,54
3.	2005	3,95	9,49
4.	2003	3,84	9,40
5.	2001	3,70	9,28
6.	1999	3,59	9,19
7.	2000	3,32	8,95
8.	2002	3,28	8,92
9.	2007	3,25	8,89
10.	1998	3,04	8,70

Dari data tersebut pada Tabel 5.15 dapat ditentukan H_n . Gelombang maksimum dan periodenya adalah $H_{max} = 4,85$ m dan $T_{max} = 10,16$ detik

Gelombang 10 % (H_{10}) adalah :

$$n = 10 \% \times 10 = 1 \text{ data}$$

$$H_{10} = 4,85 \text{ m}$$

$$T_{10} = 10,16 \text{ detik}$$

Gelombang 33,3 % (gelombang signifikan, H_s) adalah :

$$n = 33,3 \% \times 10 = 3,3 \text{ data} \approx 3 \text{ data}$$

$$H_{33} = \frac{4,85 + 4,01 + 3,95}{3} = 4,27 \text{ m}$$

$$T_{33} = \frac{10,16 + 9,54 + 9,49}{3} = 9,73 \text{ detik}$$

Gelombang 100 % (gelombang rerata) adalah :

$$n = 100 \% \times 10 = 10 \text{ data}$$

$$H_{100} = \frac{4,85 + 4,01 + 3,95 + 3,84 + 3,70 + 3,59 + 3,32 + 3,28 + 3,25 + 3,04}{10}$$

$$= 3,68 \text{ m}$$

$$T_{100} = \frac{10,16 + 9,54 + 9,49 + 9,40 + 9,28 + 9,19 + 8,95 + 8,92 + 8,89 + 8,70}{10}$$

$$= 9,25 \text{ detik}$$

Setelah didapatkan data gelombang signifikan maka dilanjutkan dengan perhitungan periode ulang gelombang untuk 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Metode yang dipergunakan adalah dengan Metode Fisher-Tippet Type I serta Metode Weibull.

1. Metode Fisher-Tippet Type I

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Tabel 5.16 berikut ini :

Tabel 5.16 Hitungan Gelombang Dengan Periode Ulang (Metode FT-I)

No. Urut	H_{sm} (m)	P	y_m	$H_{sm} \times y_m$	y_m^2
1.	4,85	0,9447	2,8660	13,9001	8,2140
2.	4,01	0,8458	1,7873	7,1670	3,1944
3.	3,95	0,7470	1,2322	4,8673	1,5184
4.	3,84	0,6482	0,8358	3,2095	0,6986
5.	3,70	0,5494	0,5126	1,8967	0,2628
6.	3,59	0,4506	0,2267	0,8137	0,0514
7.	3,32	0,3518	-0,0438	-0,1454	0,0019
8.	3,28	0,2530	-0,3181	-1,0434	0,1012
9.	3,25	0,1542	-0,6258	-2,0340	0,3917
10.	3,04	0,0553	-1,0628	-3,2308	1,1294
<i>Jumlah</i>	36,83	5,0000	5,4101	25,4009	15,5637

Keterangan:

- Kolom 1 menunjukkan jumlah tahun yang ditinjau (1998-2007)
- Kolom 2 merupakan tinggi gelombang signifikan yang terjadi tiap tahun dari 1998-2007, dan diurutkan dari nilai terbesar sampai terkecil.
- Kolom 3 dihitung dengan rumus $P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0,44}{N_T + 0,12}$

Dimana:

$P(H_s \leq H_{sm})$: Probabilitas dari tinggi gelombang representatif ke- m yang tidak dilampaui.

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke- m .

m : Nomor urut tinggi gelombang signifikan.
1,2,3,... N

N_T : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan

k : Parameter bentuk $k=0,93$

- Kolom 4 dihitung dengan rumus $y_m = [-\ln\{1 - P(H_s \leq H_{sm})\}]^{1/k}$

Dari Tabel 5.16, didapat beberapa parameter berikut ini:

- N (jumlah data tinggi gelombang signifikan) = 10
- N_T (jumlah kejadian gelombang selama pencatatan) = 10

$$\bullet \nu = \frac{N}{N_T} = \frac{10}{10} = 1$$

$$\bullet \bar{H}_{sm} = \frac{36,83}{10} = 3,683 \text{ m}$$

$\bullet K$ (panjang data) = 10 tahun

$\bullet \lambda = 1$

$$\bullet \bar{y}_m = 0,541$$

Dari beberapa nilai di atas selanjutnya dihitung parameter A^{\wedge} dan B^{\wedge} berdasar data H_{sm} dan y_{sm} seperti terlihat pada kolom 2 dan 4 Tabel 5.16 dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$H_{sm} = A^{\wedge} y_m + B^{\wedge}$$

Dengan :

$$A^{\wedge} = \frac{n \sum H_{sm} y_{sm} - \sum H_{sm} \sum y_m}{n \sum y_m^2 - (\sum y_m)^2}$$

$$= \frac{10(25,5637) - 36,83 \times 5,4101}{10(15,5637) - (5,4101)^2}$$

$$= 0,4333$$

$$B^{\wedge} = H_{sm} - A^{\wedge} y_m$$

$$= 3,683 - 0,4333 \times 0,541$$

$$= 3,4486$$

Persamaan regresi yang diperoleh adalah :

$$H_{sm} = 0,4333 y_m + 3,4486$$

Selanjutnya hitungan tinggi gelombang signifikan dengan beberapa periode ulang dilakukan dengan Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Gelombang Dengan Periode Ulang Tertentu (Metode FT-1)

Tahun	yr	Hsr(m)
2	0,3665	3,6074
5	1,4999	4,0985
10	2,2504	4,4236
25	3,1985	4,8345
50	3,9019	5,1392
100	4,6001	5,4418

Keterangan:

$$H_{sr} = A^{\wedge} y_r + B$$

$$y_r = -\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{LT_r} \right) \right\}$$

Dengan:

T_r : Periode ulang (tahun)

L : Rerata jumlah kejadian per tahun = N_T/K

2. Metode Weibull

Hitungan perkiraan tinggi gelombang ekstrim dilakukan dengan cara yang sama seperti Metode Fisher-Tippet Type I, hanya persamaan dan koefisien yang digunakan disesuaikan untuk Metode Weibull.

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Tabel 5.18 dan Tabel 5.19. Beberapa parameter yang diperoleh :

$$\begin{aligned} H_{sm} &= 3,680 \text{ m} & \hat{A} &= 0,3687 \\ y_m &= 1,1777 & \hat{B} &= 3,2488 \end{aligned}$$

Persamaan regresi yang didapatkan adalah :

$$H_{sm} = 0,3687y_m + 3,2488$$

Tabel 5.18 Hitungan Gelombang Dengan Periode Ulang (Metode Weibull)

No. Urut(m)	H _{sm} (m)	P	y _m	H _{sm} y _m	y _m ²
1	4,85	0,9533	4,4507	21,5858	19,8086
2	4,01	0,8578	2,4365	9,7704	5,9366
3	3,95	0,7622	1,6207	6,4017	2,6266
4	3,84	0,6667	1,1337	4,3533	1,2852
5	3,70	0,5711	0,8010	2,9636	0,6416
6	3,59	0,4756	0,5579	2,0030	0,3113
7	3,32	0,3800	0,3739	1,2415	0,1398
8	3,28	0,2845	0,2325	0,7627	0,0541
9	3,25	0,1889	0,1244	0,4044	0,0155
10	3,04	0,0934	0,0452	0,1375	0,0020
Jumlah	36,83	5,2337	11,7766	49,6239	30,8213

Keterangan:

1. Kolom 1 merupakan periode ulang yang diperhitungkan.
2. Kolom 2 adalah perkiraan tinggi gelombang yang dihitung dengan persamaan regresi linier yang telah didapatkan dari perhitungan sebelumnya:

$$H_{sm} = 0,3687y_m + 3,2488$$

3. Kolom 3 dihitung dengan rumus
$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0,22 - \frac{0,27}{\sqrt{k}}}{N_T + 0,2 + \frac{0,23}{\sqrt{k}}}$$

Dimana:

$P(H_s \leq H_{sm})$: Probabilitas dari tinggi gelombang representatif ke- m yang tidak dilampaui.

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke- m .

m : Nomor urut tinggi gelombang signifikan.

1,2,3,... N

N_T : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan

k : Parameter bentuk $k=0,75$

4. Kolom 4 dihitung dengan rumus
$$y_m = [-\ln\{1 - P(H_s \leq H_{sm})\}]^{1/k}$$

Tinggi gelombang signifikan untuk berbagai periode ulang dihitung dari fungsi distribusi probabilitas dengan rumus sebagai berikut dengan \hat{A} dan \hat{B} adalah perkiraan dari parameter skala dan lokal yang diperoleh dari analisis regresi linier (Triatmodjo, 1999):

$$H_m = \hat{A} y_m + \hat{B}$$

atau

$$H_{sr} = \hat{A} y_r + \hat{B}$$

Dimana y_m diberikan oleh bentuk berikut:

$$y_m = [-\ln\{1 - P(H_s \leq H_{sm})\}]^{1/k}$$

Sedangkan y_r diberikan oleh bentuk berikut:

$$y_r = \{\ln(LT_r)\}^{1/k}$$

Dengan:

- H_{sr} : Tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang T_r .
- T_r : Periode ulang (tahun)
- K : Panjang data (tahun)
- L : Rerata jumlah kejadian per tahun = N_T/K

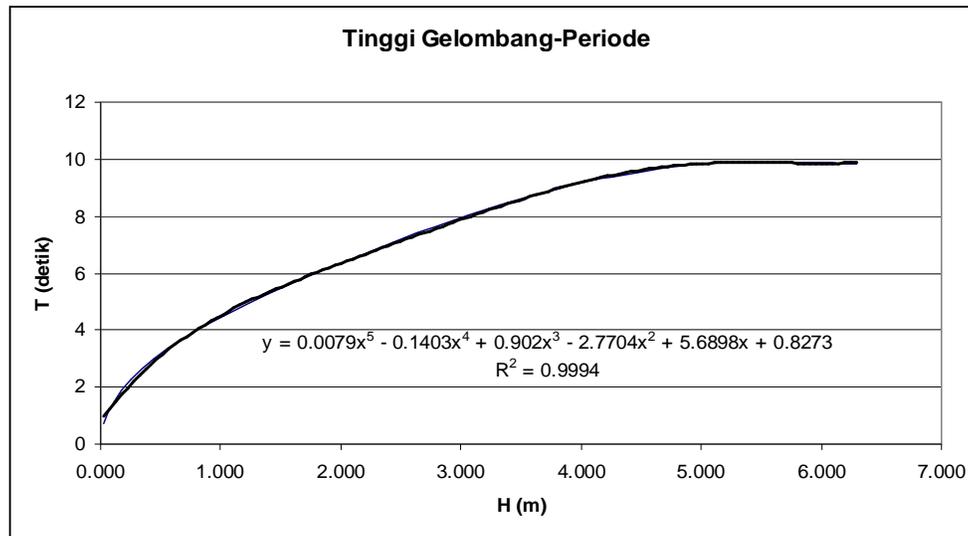
Tabel 5.19 Gelombang Dengan Periode Ulang Tertentu (Metode Weibull)

Tahun	yr	Hsr(m)
2	0,3665	3.3839
5	1,4999	3.8018
10	2,2504	4.0785
25	3,1985	4.4281
50	3,9019	4.6875
100	4,6001	4.9449

Tabel 5.20 Perbandingan Gelombang Dengan Periode Ulang Tertentu (Metode Weibull & Metode Fisher-Tippet Tipe I)

Periode Ulang (tahun)	Fisher-Tippett		Weibull 0,75	
	yr	Hsr (m)	yr	Hsr (m)
2	0,3665	3,6074	0,3665	3.3839
5	1,4999	4,0985	1,4999	3.8018
10	2,2504	4,4236	2,2504	4.0785
25	3,1985	4,8345	3,1985	4.4281
50	3,9019	5,1392	3,9019	4.6875
100	4,6001	5,4418	4,6001	4.9449

Dari perbandingan gelombang dengan periode ulang tertentu menggunakan Metode Weibull & Metode Fisher-Tippet Tipe I, diperoleh tinggi H_s dari kedua metode tersebut hampir sama. Pada laporan ini diambil nilai H_s terbesar yaitu dari metode *Fisher-Tippett* dengan periode ulang 50 tahun, sehingga diperoleh $H_s = 5,139$ m.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Tinggi Gelombang Periode

Dari grafik di atas didapat persamaan yang paling mewakili perbandingan antara tinggi gelombang (H) dan periode (T).

$$y = 0,0079x^5 - 0,1403x^4 + 0,902x^3 - 2,7704x^2 + 5,6898x + 0,8273$$

sehingga T untuk $H_s = 5,139$ m bisa dihitung

$$\begin{aligned} T_s &= 0,0079 \times 5,139^5 - 0,1403 \times 5,139^4 + 0,902 \times 5,139^3 - 2,7704 \times 5,139^2 + \\ &\quad 5,6898 \times 5,139 + 0,8273 \\ &= 9,73 \text{ detik} \end{aligned}$$