

# ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PASANG SURUT PADA DAERAH PANTAI PAAL KECAMATAN LIKUPANG TIMUR KABUPATEN MINAHASA UTARA

Chandrika Mulyabakti

M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [chan\\_drika49@yahoo.co.id](mailto:chan_drika49@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

*Pengelolaan wilayah pantai sangatlah penting dalam mempertahankan bentuknya dimana wilayah pantai berperan khusus dalam bidang rekreasi, pelabuhan, navigasi, dan lain sebagainya. Pantai Paal yang merupakan salah satu wilayah pantai yang berpotensi sebagai daerah wisata. Oleh sebab itu dalam pengembangan dan pengamanan daerah pesisir serta perlindungan penduduk maka perlu mengetahui karakteristik gelombang dan pasang surut yang terjadi di pantai tersebut.*

*Dalam penelitian ini perlu dilakukan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di kawasan pantai Paal. Peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun dari stasiun BMG Bitung untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan. Serta menentukan komponen, tipe pasang surut, elevasi muka air laut yang terjadi Pantai Paal dengan Metode Admiralty dimana data pasang surut yang digunakan ialah data pengukuran yang dilakukan selama 15 hari.*

*Dari hasil perhitungan gelombang di perairan Bulu Rerer didominasi oleh gelombang arah Tenggara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Juli 2006 dengan  $H = 1.230$  m dan  $T = 4.698$  det. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.997 sampai 1.446 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.857 sampai 1.148. Tinggi gelombang yang didapat dari hasil perhitungan berkisar pada 1.051 sampai 1.220 m pada kedalaman 1 m sampai 25 m. memiliki pasang surut tipe Harian Ganda (semidiurnal) dengan elevasi muka air laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360 cm dan elevasi muka air laut rendah terendah (LLWL) terjadi sebesar 20 cm.*

**Kata kunci:** *Pantai Paal, karakteristik gelombang, refraksi, shoaling, gelombang pecah, Pasang surut, Metode Admiralty.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pantai merupakan daerah ditepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan surut terendah. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tepat dan dapat berubah atau berpindah. Pantai di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Peningkatan pemanfaatan daerah pantai diiringi oleh meningkatnya masalah terhadap pantai, seperti mundurnya garis pantai akibat erosi yang disebabkan oleh gelombang dan berdampak bagi pemukiman dipesisir pantai.

Gelombang laut merupakan salah satu parameter laut yang dominan terhadap laju mundurnya garis pantai. Gelombang laut terjadi karena hembusan angin dipermukaan laut, perbedaan suhu air laut, perbedaan kadar garam

dan letusan gunung berapi yang berada dibawah atau permukaan laut. Proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula antara lain disebabkan oleh gelombang dan arus, serta tidak adanya keseimbangan sedimen yang masuk dan keluar.

Daerah pantai Paal yang terletak di Desa Marinsow, Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. Daerah ini merupakan salah satu pusat pariwisata yang ada di daerah Minahasa Utara. Daerah pantai sepanjang  $\pm 1000$  meter ini memiliki gelombang yang tinggi. Pada bulan-bulan tertentu tinggi gelombang cukup besar dan mengganggu aktifitas pariwisata sehingga mengganggu proses mata pencaharian warga desa marinsow. Sehubungan dengan kondisi tersebut, maka diperlukan informasi tentang karakteristik gelombang dan pasang surut.

### Rumusan Masalah

Mengetahui fenomena gelombang dan fenomena pasang surut yang perlu dianalisa agar dapat digunakan dalam perencanaan pembangunan di daerah pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara.

**Batasan Masalah**

Agar studi dapat terarah dan sesuai dengan tujuan maka diambil batasan masalah sebagai berikut :

1. Karakteristik gelombang yang ditinjau ialah Tinggi gelombang, periode gelombang, dan proses transformasi gelombang.
2. Anggapan gelombang yang digunakan adalah jenis gelombang linear.
3. Analisa yang dilakukan yaitu analisa besaran serta jenis pasang surut yang terjadi di pantai paal
4. Analisis pasang surut menggunakan metode Admiralty
5. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut

**Tujuan Penelitian.**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik gelombang dan mendapatkan besaran jenis pasang surut menggunakan metode admiralty serta menentukan elevasi muka air laut di pantai paal.

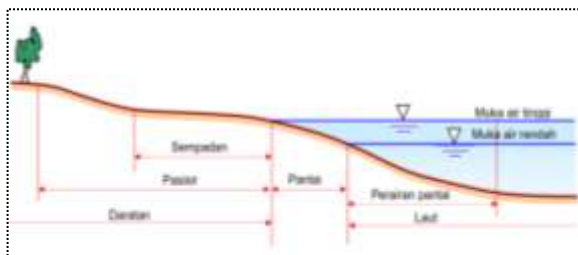
**Manfaat Penelitian**

Sebagai sumber literature bagi khasanah ilmu pengetahuan dalam mengkaji atau meneliti lebih lanjut tentang gelombang dan pasang surut di pantai paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara.

**LANDASAN TEORI**

**Gambaran Umum Pantai**

Istilah pantai sering rancu dalam pemakaiannya yaitu antara *coast* (pesisir) dan *shore* (pantai).



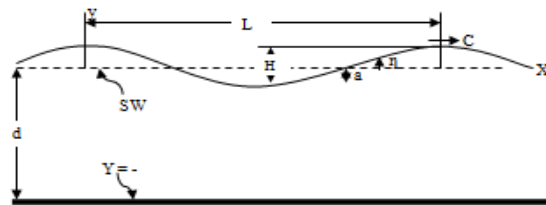
Gambar 1. Definisi Pantai dan Batasan Pantai  
 Sumber : <http://eprints.undip.ac.id/>

**Gelombang**

Gelombang laut adalah satu fenomena alam yang sering terjadi di laut. Gelombang laut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan laut secara vertikal yang membentuk kurva/grafik sinusoidal.

**Teori Gelombang Amplitudo Kecil ( Airy )**

Teori paling sederhana adalah teori gelombang Airy, yang juga disebut teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil, yang pertama kali dikemukakan oleh Sir. George Biddell Airy pada tahun 1845. Selain mudah dipahami, teori tersebut sudah dapat digunakan sebagai dasar dalam merencanakan bangunan pantai.



Gambar 2. Sketsa Definisi Gelombang  
 Sumber : Triatmodjo B. "Perencanaan Bangunan Pantai"

**Hindcasting Gelombang**

*Hindcasting* gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang di laut. Terjadinya gelombang di laut paling dipengaruhi oleh tiupan angin.

**Fetch**

*Fetch* adalah daerah pembangkit gelombang laut yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut tersebut. Daerah *fetch* adalah daerah dengan kecepatan angin konstan. Sedangkan jarak *fetch* merupakan jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup<sup>3</sup>.

Arah *fetch* bisa datang dari segala arah, yang besarnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

$F_{eff}$  : *Fetch* efektif

$F$  : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

$\alpha$  : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $6^\circ$  sampai sudut sebesar  $42^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin.

**Estimasi Angin Permukaan Untuk Peramalan Gelombang**

Sebagai langkah awal dalam menganalisis data angin, hal yang harus diperhatikan adalah mendapatkan nilai *Wind Stress Factor* ( $U_A$ ), sebagai nilai yang akan digunakan dalam melakukan peramalan gelombang. Prosedur untuk mendapatkan *Wind Stress Factor* ( $U_A$ ) adalah dengan melakukan koreksi – koreksi terhadap data angin yang kita miliki sebagai berikut :

❖ **Koreksi Elevasi**

Kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan angin yang diukur pada elevasi 10 meter. Jika data angin didapat dari pengukuran pada elevasi yang lain (misalnya y meter), maka dapat dikonversi dengan persamaan :

$$U_{(10)} = U(y) \left( \frac{10}{y} \right)^{\frac{1}{7}} \dots\dots\dots(2)$$

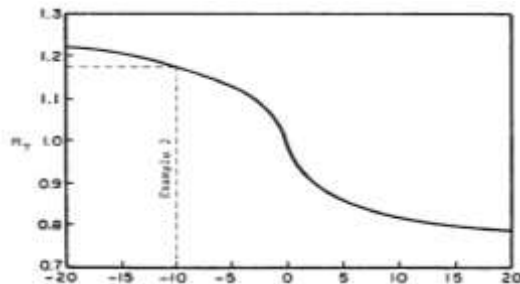
Dimana :  $U_{(10)}$  = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m.  
 y = Ketinggian pengukuran angin ( $y < 20$  m)

❖ **Koreksi Stabilitas**

Koreksi ini diperlukan, jika terdapat perbedaan temperatur antara udara dan air laut. Besarnya koreksi dilambangkan dengan  $R_T$ , dimana :

$$U = R_T \times U_{10} \dots\dots\dots(3)$$

Jika tidak terdapat perbedaan data temperature, maka  $R_T = 1.1$  (SPM'88, hal 3-30)

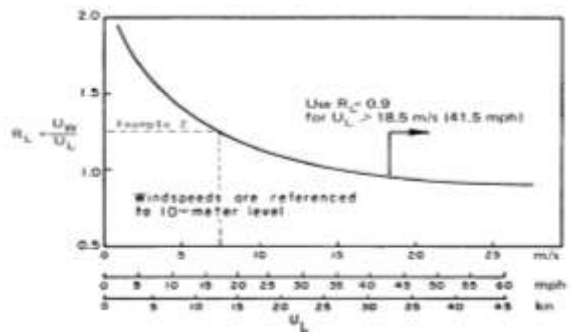


Gambar 3. Faktor koreksi beda suhu di laut dan di darat.  
 Sumber : SPM' 84

❖ **Koreksi Lokasi Pengamatan**

Jika data angin yang dimiliki adalah data angin pengukuran di darat, perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai kecepatan di laut. Faktor koreksi dilambangkan dengan  $R_L$ , yang nilainya disajikan Gambar 2. Di dalam gambar tersebut,  $U_w$  adalah kecepatan angin di atas laut, sedangkan  $U_L$  adalah kecepatan angin di darat. Apabila data kecepatan angin disuatu perairan memerlukan penyesuaian atau koreksi terhadap elevasi, koreksi stabilitas dan efek lokasi maka dapat digunakan persamaan:

$$U = R_T \times R_L \times U_{10} \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 4. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat  
 Sumber : SPM'84

**Pembentukan Gelombang di Laut Dalam**

Peramalan gelombang di laut dalam dilakukan dengan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider).

**Transformasi Gelombang**

*Proses Refraksi*

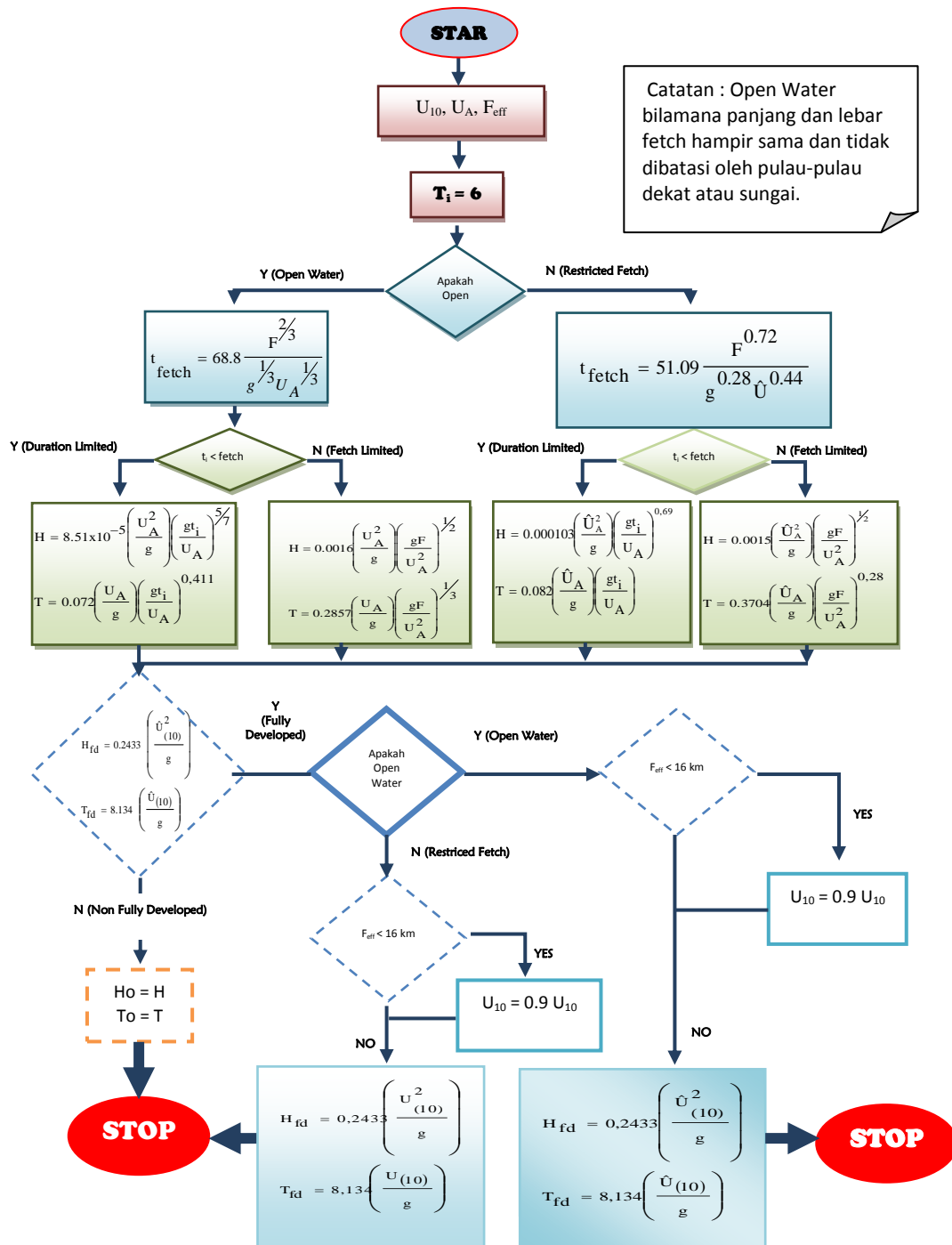
Pengaruh perubahan kedalaman laut akan menyebabkan refraksi. Di laut dalam, daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut.

*Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)*

Koefisien pendangkalan  $K_s$  merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air.

**Pasang Surut**

Apabila seseorang berdiri di pantai dalam waktu yang cukup lama, maka orang tersebut akan merasakan bahwa kedalaman selalu berubah-ubah sepanjang waktu. Pada mulanya muka air rendah, beberapa waktu kemudian menjadi tinggi dan akhirnya mencapai maksimum. Setelah itu muka air turun kembali



Gambar 5. Bagan Hindcasting Gelombang

sampai elevasi terendah dan kemudian naik kembali. Perubahan elevasi muka air laut sebagai fungsi waktu tersebut disebabkan oleh adanya pasang surut.

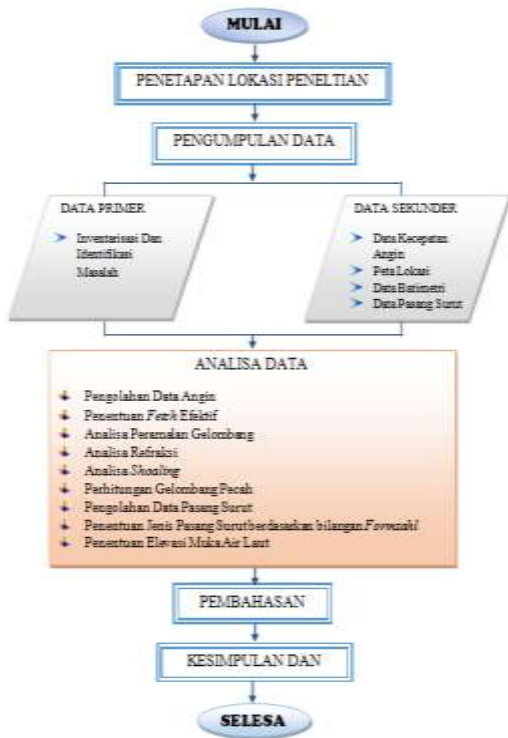
### Pasang Surut Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20.

Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan keteringgalan *phase* dari sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL). Tinggi muka air laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu *bench mark* tertentu yang dijadikan acuan leveling di daerah survey.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Tahapan pelaksanaan studi :**

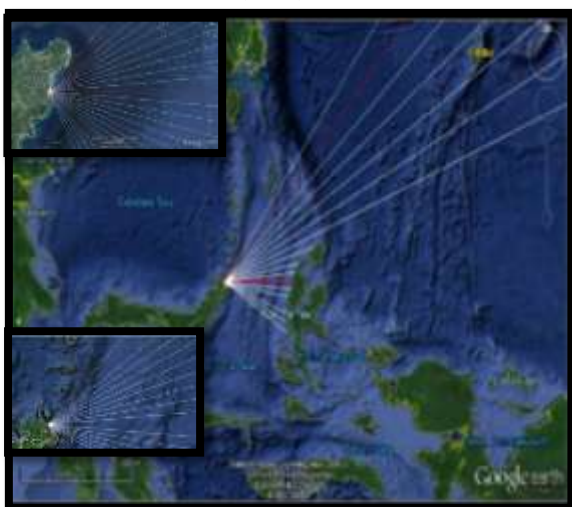


Gambar 7. Tahapan Pelaksanaan Studi

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Data**

**Perhitungan Fetch Efektif**



Gambar 8. Fetch Arah Tenggara, Selatan, Barat laut

Sumber : Autocad

**Perhitungan Fetch :**

Tabel 1. Perhitungan Panjang Fetch Untuk Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos(α)	cos(α)	Feff (km)
UTARA (N)	-20	0	0	0	0.940	0.281664
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	1243	1.243	1.200846	0.966	
20	1352	1.352	1.270464	0.940		
TIMUR LAUT (NE)	-20	1535	1.535	1.442428	0.940	0.595813
	-15	1608	1.608	1.553209	0.966	
	-10	2266	2.266	2.231574	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
20	0	0	0	0.940		
TIMUR (E)	-20	0	0	0	0.940	239.865
	-15	420731	420.731	406.3949	0.966	
	-10	292018	292.018	287.5816	0.985	
	-5	275848	275.848	274.7983	0.996	
	0	255878	255.878	255.878	1	
	5	261580	261.58	260.5846	0.996	
	10	251117	251.117	247.302	0.985	
	15	136973	136.973	132.3058	0.966	
20	254922	254.922	239.5483	0.940		
TENGGARA (SE)	-20	304877	304.877	286.4907	0.940	61.4249
	-15	317073	317.073	306.269	0.966	
	-10	18073	18.073	17.79843	0.985	
	-5	17122	17.122	17.05685	0.996	
	0	19024	19.024	19.024	1	
	5	19975	19.975	19.89899	0.996	
	10	20926	20.926	20.60809	0.985	
	15	15219	15.219	14.70043	0.966	
20	13317	13.317	12.51389	0.940		
20	0	0	0	0.940		

**Analisa Angin**

Data angin yang dianalisa adalah data angin maksimum harian dalam 10 tahun terakhir. Data angin diambil dari BMKG Bitung, yakni data angin pada tahun 2005-2014.

Data angin dinyatakan dalam satuan knot, 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5144 m/d.

**Perhitungan faktor tegangan angin**

Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $U_A$  (perhitungan pada data angin tgl 26 April 2005) :

Tabel 2. Perhitungan Hindcasting Gelombang Maksimum Bulan April 2005

Tanggal	Arah	$U_x$ m/d	$U_{10}$ m/d	$R_L$	$U_A$ m/d	$F_{HFF}$ km	$t_b$ d
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1/4/2005	NE	2.83	2.60	1.63	4.66	0.596	21600
2/4/2005	NE	3.38	3.11	1.56	5.33	0.596	21600

Tabel 2. Lanjutan

Open Water/ Restricted Fetch	t <sub>max</sub> d	Kondisi Gelombang	$H_0(1)$	$T_0(1)$
			m	d
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Open Water	1362.306	Fetch Limited	0.088	1.154
Open Water	1302.722	Fetch Limited	0.098	1.189

Tabel 2. Lanjutan

$\frac{gH}{U^2_A}$	$\frac{gI}{U_A}$	$\frac{gI_s}{U_A}$	Fully/Non fully Developed	$H_0$ m	$T_0$ d
[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
0.040	2.430	45460.101	Non Fully Developed	0.088	1.154
0.034	2.189	39752.288	Non Fully Developed	0.098	1.189

Hindcasting gelombang dilakukan untuk setiap data angin maksimum harian selama 10 tahun. Dari hasil hindcasting ini disusun rekapitulasi tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan dari tahun 2005 s/d 2014.

Tabel 3. Tabel rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing – masing fetch berdasarkan Hindcasting Gelombang tahun 2005 – 2014.

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max. Tiap Bulan	
		U	TL	T	TG	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0.108	0.144	0	0.257	TG	0.257
	T (det)	1.184	1.317	0	2.292		2.292
FEBRUARI	H (m)	0.113	0.136	0.281	0.266	T	0.281
	T (det)	1.205	1.297	2.389	2.330		2.389
MARET	H (m)	0.112	0.113	0.389	0.254	T	0.389
	T (det)	1.136	1.235	2.772	2.280		2.772
APRIL	H (m)	0.094	0.111	0.485	0.394	T	0.485
	T (det)	1.139	1.230	3.068	2.787		3.068
MEI	H (m)	0	0	0.404	0.537	TG	0.537
	T (det)	0	0	2.820	3.213		3.213
JUNI	H (m)	0	0	0.359	1.165	TG	1.165
	T (det)	0	0	2.674	4.583		4.583
JULI	H (m)	0	0	0	1.230	TG	1.230
	T (det)	0	0	0	4.698		4.698
AGUSTUS	H (m)	0	0	0	0.733	TG	0.733
	T (det)	0	0	0	3.706		3.706
SEPTEMBER	H (m)	0	0	0	0.853	TG	0.853
	T (det)	0	0	0	3.973		3.973
OKTOBER	H (m)	0	0	0.567	0.571	TG	0.571
	T (det)	0	0	3.294	3.305		3.305
NOVEMBER	H (m)	0.079	0	0.425	0.335	T	0.425
	T (det)	1.015	0	2.888	2.588		2.888
DESEMBER	H (m)	0.095	0.106	0.248	0.297	TG	0.297
	T (det)	1.139	1.214	2.257	2.451		2.451
MAX TIAP ARAH	H (m)	0.113	0.144	0.567	1.230	TG	1.230
	T (det)	1.205	1.317	3.294	4.698		4.698

Dari tabel rekapitulasi di atas dapat diketahui bahwa gelombang dominan dan maksimum berasal dari arah tenggara. Hal ini disebabkan gelombang dari arah tenggara mempunyai daerah pembangkitan gelombang yang lebih besar.

Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapat persamaan :

$$y = -3.742x^2 + 7.688x + 0.346$$

(persamaan didapat menggunakan trendline di program MS. Excel)

Untuk arah Tenggara Potongan 1 :

$$H_0 = 1.2303$$

$$T = -3.742.H_0^2 + 7.688.H_0 + 0.346$$

$$= 4.1405$$

Analisis berikutnya dibuat pada tabel 4.

**Perhitungan Koefisien Refraksi**

Tabel 4. Perhitungan Refraksi Untuk Potongan 1 Arah Tenggara

$n_s$	d	$H_0$	T	$L_0$	d/ $L_0$	d/L
45	25	1.2303	4.1405	26.7437	0.93	0.93002
45.2952	20	1.2198	4.1560	26.9455	0.74	0.74014
45.4597	15	1.2122	4.1668	27.0847	0.55	0.55108
45.7496	10	1.1863	4.2002	27.5207	0.36	0.36720
45.1383	5	1.1058	4.2717	28.4659	0.18	0.20833
36.6996	1	1.0510	4.2927	28.7462	0.03	0.07135
16.9402	0.5	1.6898	2.6522	10.9733	0.05	0.09415

Kerf untuk tabel berwarna biru, nilai tersebut didapat secara manual menggunakan tabel pembacaan d/L dari buku Triatmodjo B, "Teknik Pantai" (dapat dilihat pada lampiran)

Tabel 4. Lanjutan

L	$C_0$	C	$\sin a$	a	$\cos a_0 / \cos a$	Kr
26.8811	6.4591	6.4923	0.7107	45.2952	0.9935	0.9967
27.0219	6.4834	6.5018	0.7128	45.4597	0.9964	0.9982
27.2193	6.5002	6.5325	0.7163	45.7496	0.9937	0.9968
27.2331	6.5523	6.4838	0.7088	45.1383	1.0135	1.0067
24.0004	6.6638	5.6185	0.5976	36.6996	1.2299	1.1090
14.0154	6.6966	3.2650	0.2914	16.9402	2.1664	1.4719
5.3107	4.1374	2.0024	0.1410	8.1066	2.0897	1.4456

**Perhitungan Koefisien Shoaling**

Tabel 5. Perhitungan Shoaling Untuk Potongan 3 arah tenggara

$L_0$	d/ $L_0$	d/L	L	$n_0$	n	Kr	$K_s$	H
26.744	0.935	0.930	26.881	0.500	0.500	0.997	0.995	1.220
26.945	0.742	0.740	27.022	0.500	0.501	0.998	0.996	1.212
27.085	0.554	0.551	27.219	0.500	0.507	0.997	0.992	1.186
27.521	0.363	0.367	27.233	0.500	0.546	1.007	0.926	1.106
28.466	0.176	0.208	24.000	0.500	0.692	1.109	0.857	1.051
28.746	0.035	0.071	14.015	0.500	0.939	1.472	1.092	1.690
10.973	0.046	0.094	5.311	0.500	0.900	1.446	1.148	2.804

**Perhitungan Gelombang Pecah**

Tabel 6. Perhitungan gelombang pecah Untuk Potongan 1 arah tenggara

$H_0/gT^2$	$H_0/gT^2$	m	$H_b/H_0$	$H_b$
1.2369	0.0074	0.068	1.16	1.4348
1.2252	0.0072	0.062	1.18	1.4458
1.2348	0.0072	0.067	1.16	1.4324
1.2812	0.0074	0.077	1.17	1.4989
1.2904	0.0072	0.091	1.19	1.5355
0.9621	0.0053	0.040	1.19	1.1449
1.4719	0.0213	0.025	0.90	1.3247

Selanjutnya dibuat grafik hubungan tinggi, kedalaman dan sudut datang gelombang.



Gambar 9. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & Sudut Datang Gelombang Arah Tenggara Pot.



Tabel 13. Perhitungan Harga X00

Tipe Pengeraman			Konstanta				H0	
Tp	Bn	Tm	1	2	3	4	5	6
1	12	2015	1				4500	4500
2	12	2015	1				4400	4400
3	12	2015	1				4700	4700
4	12	2015	1				4400	4400
5	12	2015	1				4500	4500
6	12	2015	1				4510	4510
7	12	2015	1				4500	4500
8	12	2015	1				4590	4590
9	12	2015	1				4600	4600
10	12	2015	1				4620	4620
11	12	2015	1				4620	4620
12	12	2015	1				4630	4630
13	12	2015	1				4630	4630
14	12	2015	1				4620	4620
15	12	2015	1				4700	4700
Jumlah							68420	68420

Tabel 14. Penyusunan Hasil Perhitungan X dan Y Indeks ke Dua dari Skema 4

Indeks Tanda		Besaran Harga		X̄	Ȳ
		X	Y		
1	2	3	4	5 = (3*)-(3*)	6 = (4*)-(4*)
00	+	68420		68420	
10	+	29680	39320	-320	9320
	-	30000	30000		
12	+	14880	17920	2080	
	-	14800	21400		-1480
	+	2000	2000		
1b	+	11850	14750		
	-	12020	16680	-170	-1930
	+	10820	12720		
13	-	38860	26600	1960	-3880
	+	10000	10000		
1c	+	13600	17960		
	-	13870	18830	-270	-870
20	+	23200	25300	-6800	-4700
	-	30000	30000		
	+	8640	16600		9900
22	-	14560	8700	-3920	
	+	2000	2000		
2b	+	13410	13090	9070	4670
	-	4340	8420		
23	+	6000	12500		9700
	-	17200	12800	-1200	
	+	10000	10000		
2c	+	11980	11360	1950	50
	-	10030	11310		
	+	13800	14120		
42	-	16150	15880	-350	240
	+	2000	2000		
4b	+	12030	12190	130	350
	-	11900	11840		
	+	14030	13970		
44	-	15920	16030	110	-60
	+	2000	2000		
4d	+	11930	11970		
	-	12000	12060	-70	-90

Tabel 15. Bilangan Pengali Untuk 15 Piantan.

Tipe Pengeraman	Bn	Tm	W		F		L		V	
			1	2	1	2	1	2	1	2
00			1.00							
01	001		0.91	0.01	0.01	0.01	1.00	-0.01	0.01	
02	011	001	0.89	0.09	0.01	0.09	0.99	1.00	0.01	0.01
03	021	011	0.88	0.17	0.01	0.17	0.98	0.99	0.01	0.02
04	031	021	0.87	0.24	0.01	0.24	0.97	0.98	0.01	0.03
05	041	031	0.86	0.31	0.01	0.31	0.96	0.97	0.01	0.04
06	051	041	0.85	0.38	0.01	0.38	0.95	0.96	0.01	0.05
07	061	051	0.84	0.45	0.01	0.45	0.94	0.95	0.01	0.06
08	071	061	0.83	0.52	0.01	0.52	0.93	0.94	0.01	0.07
09	081	071	0.82	0.59	0.01	0.59	0.92	0.93	0.01	0.08
10	091	081	0.81	0.66	0.01	0.66	0.91	0.92	0.01	0.09
11	101	091	0.80	0.73	0.01	0.73	0.90	0.91	0.01	0.10
12	111	101	0.79	0.80	0.01	0.80	0.89	0.90	0.01	0.11
13	121	111	0.78	0.87	0.01	0.87	0.88	0.89	0.01	0.12
14	131	121	0.77	0.94	0.01	0.94	0.87	0.88	0.01	0.13
15	141	131	0.76	1.01	0.01	1.01	0.86	0.87	0.01	0.14
16	151	141	0.75	1.08	0.01	1.08	0.85	0.86	0.01	0.15
17	161	151	0.74	1.15	0.01	1.15	0.84	0.85	0.01	0.16
18	171	161	0.73	1.22	0.01	1.22	0.83	0.84	0.01	0.17
19	181	171	0.72	1.29	0.01	1.29	0.82	0.83	0.01	0.18
20	191	181	0.71	1.36	0.01	1.36	0.81	0.82	0.01	0.19
21	201	191	0.70	1.43	0.01	1.43	0.80	0.81	0.01	0.20
22	211	201	0.69	1.50	0.01	1.50	0.79	0.80	0.01	0.21
23	221	211	0.68	1.57	0.01	1.57	0.78	0.79	0.01	0.22
24	231	221	0.67	1.64	0.01	1.64	0.77	0.78	0.01	0.23
25	241	231	0.66	1.71	0.01	1.71	0.76	0.77	0.01	0.24
26	251	241	0.65	1.78	0.01	1.78	0.75	0.76	0.01	0.25
27	261	251	0.64	1.85	0.01	1.85	0.74	0.75	0.01	0.26
28	271	261	0.63	1.92	0.01	1.92	0.73	0.74	0.01	0.27
29	281	271	0.62	1.99	0.01	1.99	0.72	0.73	0.01	0.28
30	291	281	0.61	2.06	0.01	2.06	0.71	0.72	0.01	0.29
31	301	291	0.60	2.13	0.01	2.13	0.70	0.71	0.01	0.30
32	311	301	0.59	2.20	0.01	2.20	0.69	0.70	0.01	0.31
33	321	311	0.58	2.27	0.01	2.27	0.68	0.69	0.01	0.32
34	331	321	0.57	2.34	0.01	2.34	0.67	0.68	0.01	0.33
35	341	331	0.56	2.41	0.01	2.41	0.66	0.67	0.01	0.34
36	351	341	0.55	2.48	0.01	2.48	0.65	0.66	0.01	0.35
37	361	351	0.54	2.55	0.01	2.55	0.64	0.65	0.01	0.36
38	371	361	0.53	2.62	0.01	2.62	0.63	0.64	0.01	0.37
39	381	371	0.52	2.69	0.01	2.69	0.62	0.63	0.01	0.38
40	391	381	0.51	2.76	0.01	2.76	0.61	0.62	0.01	0.39
41	401	391	0.50	2.83	0.01	2.83	0.60	0.61	0.01	0.40
42	411	401	0.49	2.90	0.01	2.90	0.59	0.60	0.01	0.41
43	421	411	0.48	2.97	0.01	2.97	0.58	0.59	0.01	0.42
44	431	421	0.47	3.04	0.01	3.04	0.57	0.58	0.01	0.43
45	441	431	0.46	3.11	0.01	3.11	0.56	0.57	0.01	0.44
46	451	441	0.45	3.18	0.01	3.18	0.55	0.56	0.01	0.45
47	461	451	0.44	3.25	0.01	3.25	0.54	0.55	0.01	0.46
48	471	461	0.43	3.32	0.01	3.32	0.53	0.54	0.01	0.47
49	481	471	0.42	3.39	0.01	3.39	0.52	0.53	0.01	0.48
50	491	481	0.41	3.46	0.01	3.46	0.51	0.52	0.01	0.49
51	501	491	0.40	3.53	0.01	3.53	0.50	0.51	0.01	0.50
52	511	501	0.39	3.60	0.01	3.60	0.49	0.50	0.01	0.51
53	521	511	0.38	3.67	0.01	3.67	0.48	0.49	0.01	0.52
54	531	521	0.37	3.74	0.01	3.74	0.47	0.48	0.01	0.53
55	541	531	0.36	3.81	0.01	3.81	0.46	0.47	0.01	0.54
56	551	541	0.35	3.88	0.01	3.88	0.45	0.46	0.01	0.55
57	561	551	0.34	3.95	0.01	3.95	0.44	0.45	0.01	0.56
58	571	561	0.33	4.02	0.01	4.02	0.43	0.44	0.01	0.57
59	581	571	0.32	4.09	0.01	4.09	0.42	0.43	0.01	0.58
60	591	581	0.31	4.16	0.01	4.16	0.41	0.42	0.01	0.59
61	601	591	0.30	4.23	0.01	4.23	0.40	0.41	0.01	0.60
62	611	601	0.29	4.30	0.01	4.30	0.39	0.40	0.01	0.61
63	621	611	0.28	4.37	0.01	4.37	0.38	0.39	0.01	0.62
64	631	621	0.27	4.44	0.01	4.44	0.37	0.38	0.01	0.63
65	641	631	0.26	4.51	0.01	4.51	0.36	0.37	0.01	0.64
66	651	641	0.25	4.58	0.01	4.58	0.35	0.36	0.01	0.65
67	661	651	0.24	4.65	0.01	4.65	0.34	0.35	0.01	0.66
68	671	661	0.23	4.72	0.01	4.72	0.33	0.34	0.01	0.67
69	681	671	0.22	4.79	0.01	4.79	0.32	0.33	0.01	0.68
70	691	681	0.21	4.86	0.01	4.86	0.31	0.32	0.01	0.69
71	701	691	0.20	4.93	0.01	4.93	0.30	0.31	0.01	0.70
72	711	701	0.19	5.00	0.01	5.00	0.29	0.30	0.01	0.71
73	721	711	0.18	5.07	0.01	5.07	0.28	0.29	0.01	0.72
74	731	721	0.17	5.14	0.01	5.14	0.27	0.28	0.01	0.73
75	741	731	0.16	5.21	0.01	5.21	0.26	0.27	0.01	0.74
76	751	741	0.15	5.28	0.01	5.28	0.25	0.26	0.01	0.75
77	761	751	0.14	5.35	0.01	5.35	0.24	0.25	0.01	0.76
78	771	761	0.13	5.42	0.01	5.42	0.23	0.24	0.01	0.77
79	781	771	0.12	5.49	0.01	5.49	0.22	0.23	0.01	0.78
80	791	781	0.11	5.56	0.01	5.56	0.21	0.22	0.01	0.79
81	801	791	0.10	5.63	0.01	5.63	0.20	0.21	0.01	0.80
82	811	801	0.09	5.70	0.01	5.70	0.19	0.20	0.01	0.81
83	821	811	0.08	5.77	0.01	5.77	0.18	0.19	0.01	0.82
84	831	821	0.07	5.84	0.01	5.84	0.17	0.18	0.01	0.83
85	841	831	0.06	5.91	0.01	5.91	0.16	0.17	0.01	0.84
86	851	841	0.05	5.98	0.01	5.98	0.15	0.16	0.01	0.85
87	861	851	0.04	6.05	0.01	6.05	0.14	0.15	0.01	0.86
88	871	861	0.03	6.12	0.01	6.12	0.13	0.14	0.01	0.87
89	881	871	0.02	6.19	0.01	6.19	0.12	0.13	0.01	0.88
90	891	881	0.01							



Catatan :

M2, O1, M4	W = 0
	w = 0
S2	f = 1
	V = 0
	u = 0
N2, MS4	f = f (M2)
	u = u (M2)
M4	f = f (M2) <sup>2</sup>
	V = 2*V(M2)
	u = 2*u(M2)
MS4	V = V(M2)
K2	A = A(S2)*0.27
	g = g(S2)
P1	A = A(K1)*0.33
	g = g(K1)

Tabel 20. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	360
MHWL	cm	334.42
MSL	cm	190
MLWL	cm	45.90
LLWL	cm	20
Range	cm	288.52



Gambar 10. Tipe Pasang Surut  
Sumber : Grafik Pasang Surut Pantai Paal

Tabel 19. Susunan Skema 8

	S1	M2	S2	M2	M2	M4	M4	MS4	K2	P1
h <sub>m</sub>	1.90	1.21	46	14	28	14	1	9	12	9
F	0.00	106.62	203.44	203.59	350.50	64.90	110.95	206.13	203.44	350.50

### Penentuan Tipe Pasang Surut

Berdasarkan komponen-komponen Pasang Surut yang didapat dari hasil analisis dengan menggunakan metode *Admiralty* maka dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di pantai Paal dengan menggunakan angka pasang surut "F" (*tide form number "Formzahl"*). Dimana F ditentukan sebagai berikut :

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{28 + 14}{106.62 + 203.44} = 0.1336$$

Pasang Surut termasuk tipe Pasang Surut Harian Ganda (*semi diurnal*) dengan nilai  $0 < F < 2.5$

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap Pantai Paal, dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tinggi gelombang maksimum (H<sub>b</sub>) = 1.35 m

Gelombang pecah pada kedalaman (d<sub>b</sub>) = 3.2 m

Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Paal ialah tipe Pasang Surut Harian Ganda (*semi diurnal*) dengan nilai  $0 < F = 0.1336 < 0.25$ .

Elevasi muka air laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360 cm (+170 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar 20 cm (-170 cm dari MSL).

### Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan pergerakan dari sedimen, bangkitan arus dan juga pelepasan energi yang terjadi di Pantai Paal, agar diketahui apakah perlu ada bangunan pengaman pantai atau tidak.

## DAFTAR PUSTAKA

Aya Duck. *Gelombang*. [http://www.academia.edu/3250863/Gelombang\\_Laut](http://www.academia.edu/3250863/Gelombang_Laut), diakses Desember 2015.

BAB II Dasar Teori. Teknik Pantai. [www.eprints.ac.id](http://www.eprints.ac.id) diakses februari 2016.

CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.

- Hadikusumah. *Karakteristik Gelombang Dan Arus Di Eretan, Indramayu*. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta.
- Kramadibrata, S. 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. ITB. Bandung.
- Modul 1 Admiralty. [www.academia.edu/7203382/Modul\\_1\\_Admiralty](http://www.academia.edu/7203382/Modul_1_Admiralty) diakses february 2016.
- Musrifin. *Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Masjid Dumai*. . Jurnal Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau.
- Novian Sangkop, 2015. “*Analisis Pasang Surut di Panai Bulo Rere Kecamatan Kombi Kabupaen Minahasa Dengan Metode Admiralty*”, *Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado*.
- Pengolahan Data Pasang Surut Dengan Metode Admiralty*. [Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id](http://Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id) diakses Januari 2016.
- Samulano, I. 2012. *Refraksi Dan Difraksi Gelombang Laut Di Daerah Dekat Pantai Pariaman*. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.