

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PASANG SURUT PADA PANTAI KIMA BAJO KABUPATEN MINAHASA UTARA

Josua Abimael Kaunang

M. I. Jasin, J. D. Mamoto

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: Abimaeljoshua10@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Kima Bajo merupakan daerah strategis untuk pengembangan pariwisata di Sulawesi Utara. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terjadi pergeseran garis pantai selama kurun waktu 10 tahun terakhir di daerah pantai Kima bajo, hal ini ditambah dengan masalah pemukiman warga yang sering terkena limpasan air laut (wave run off). Oleh karena itu diperlukan analisis karakteristik gelombang dan pasang surut di pantai kima bajo untuk pengamanan dan perlindungan daerah pesisir. Dalam penelitian ini perlu dilakukan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di kawasan pantai Kima Bajo. Peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun dari stasiun BMG Winangun Stasiun Tondano untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan. Sedangkan perhitungan pasang surut digunakan metode admiralty yang menguraikan data pasang surut selama 15 hari, data pasang surut didapat dari navigasi TNI AL.

Dari hasil perhitungan gelombang di perairan Pantai Kima Bajo didominasi oleh gelombang arah Barat dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2003 dengan $H = 1.3344$ m dan $T = 4.37607$ det. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9332 sampai 1.0030. Sedangkan koefisien shoaling berkisar pada 0.9045 sampai 1.3348. Tinggi gelombang yang didapat dari hasil perhitungan berkisar pada 0.991 sampai 1.5747 m pada kedalaman 0.5 m sampai 25 m. Dan hasil perhitungan pasang surut di perairan kima bajo mempunyai tipe pasang surut harian ganda (semi diurnal) dengan nilai $0 < F = 0.1336 < 0.25$, sedangkan muka air laut tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360 cm (+170 dari MSL) dan muka air laut terendah terjadi sebesar 50 cm (-140 MSL)

Kata kunci: Pantai Kima Bajo, karakteristik gelombang, Pasang surut, refraksi, shoaling, gelombang pecah, metode Admiralty

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai Kima Bajo terletak di Desa Kima Bajo kecamatan Wori..Hasil wawancara dengan warga sekitar, beberapa tahun yang lalu garis pantai berjarak ± 25 m dari pemukiman warga. Pada tahun 2015 kondisi garis pantai telah mengalami kemunduran sehingga menyebabkan garis pantai tinggal berjarak 15 m dengan pemukiman warga, hal ini menyebabkan rumah warga rentan terkena limpasa air (wave run off). Oleh karena itu diperlukan analisis terhadap karakteristik gelombang dan pasang surut di Pantai Kima Bajo. Sumber : Dokumentasi di lapangan

Adapun letak astronomis dari Pantai Kima Bajo terletak di $1^{\circ}36'04.35''$ LU dan $124^{\circ}52'07.56''$ BT dengan batas wilayah daerah pantai sebagai berikut :

- Bagian Utara : Desa Budo

- Bagian Timur : Laut Sulawesi
- Bagian Selatan : Desa Wori
- Bagian Barat : Desa Talawaan Bantik

Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan yang ada di lapangan maka diketahui belum adanya data-data karakteristik gelombang dan pasang surut di pantai Kima Bajo, maka daripada itu perlu diadakan analisis karakteristik gelombang dan pasang surut di pantai Kima Bajo

Pembatasan Masalah

1. Analisis yang dilakukan adalah studi karakteristik gelombang dan Pasang surut
2. Karakteristik gelombang yang ditinjau ialah Tinggi gelombang, periode gelombang, dan proses transformasi gelombang.
3. Anggapan gelombang yang digunakan adalah jenis gelombang linear

4. Data Angin yang digunakan pada analisa gelombang laut yaitu, data angin 10 tahun terakhir
5. Untuk perhitungan tinggi dan periode gelombang laut dilakukan dengan pendekatan Hind Casting
6. Data Pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut yang diperoleh dari Navigasi TNI AL untuk daerah pantai Manado selama 15 (Lima Belas) hari pada bulan Desember 2015 dengan asumsi data pasut ini dapat mewakili data pasut daerah pantai Kima Bajo Wori
7. Analisa yang dilakukan yaitu analisa besaran serta jenis pasang surut yang terjadi di pantai Kima Bajo Wori
8. Analisa data pasang surut menggunakan Metode Admiralty
9. 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 Kima Bajo.

Manfaat Penelitian

Sebagai sumber literature bagi ilmu pengetahuan dalam mengkaji atau meneliti lebih lanjut tentang gelombang dan pasang surut di pantai Kima Bajo kecamatan Wori.

TINJAUAN PUSTAKA

Gelombang

Gelombang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitan seperti angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-bulan-matahari (gelombang pasang-surut), gempa (vulkanik atau tektonik) didasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal. (Triatmodjo, B. 1999). Energi gelombang akan membangkitkan arus dan mempengaruhi pergerakan sedimen dalam arah tegak lurus pantai (cross-shore) dan sejajar pantai (longshore).

Hindcasting Gelombang

Hindcasting gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau.

Hindcasting gelombang akan mengasilkan perkiraan tinggi (H) dan perioda (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu.

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 (Hutabarat dan Evans, 1984) 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*.
- α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° 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

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

- ❖ Koreksi Stabilitas

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

- ❖ Koreksi Lokasi Pengamatan

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

Pembentukan Gelombang di Laut Dalam

Peramalan gelombang di laut dalam dilaku- kan dengan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider).

- ◆ Penentuan *fetch limited* dari gelombang bergunan untuk membatasi durasi minimum dari t_{fetch} .

Open Water

$$t_{fetch} = 68.8 \frac{F^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{1}{3}} U_A^{\frac{2}{3}}} \dots\dots\dots (5)$$

Restricted Fetch

$$t_{fetch} = 51.09 \frac{F^{0.72}}{g^{0.28} \hat{U}_A^{0.44}} \dots\dots\dots (6)$$

- ◆ Karakter pembentukan gelombang untuk *open water*

Duration Limited

$$H = 0.0000851 \left(\frac{U_A^2}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{\frac{5}{7}} \dots\dots\dots (7)$$

$$T = 0.072 \left(\frac{U_A}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{0.411} \dots\dots\dots (8)$$

Fetch Limited

$$H = 0.0016 \left(\frac{U_A^2}{g} \right) \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (9)$$

$$T = 0.2857 \left(\frac{U_A}{g} \right) \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (10)$$

- ◆ Karakter pembentukan gelombang untuk *restricted fetch*

Duration Limited

$$H = 0.000103 \left(\frac{\hat{U}_A^2}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{0.69} \dots\dots\dots (11)$$

$$T = 0.082 \left(\frac{\hat{U}_A}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{0.39} \dots\dots\dots (12)$$

Fetch Limited

$$H = 0.0015 \left(\frac{\hat{U}_A^2}{g} \right) \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (13)$$

$$T = 0.3704 \left(\frac{\hat{U}_A}{g} \right) \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{0.28} \dots\dots\dots (14)$$

Kondisi gelombang *fully developed* apabila memenuhi ketentuan – ketentuan berikut ini :

$$\frac{gH}{U_A^2} \geq 2.433.10^{-4} \dots\dots\dots (15)$$

$$\frac{gT}{U_A} \geq 8.134 \dots\dots\dots (16)$$

$$\frac{gT}{U_A} \geq 7.15.10^4 \dots\dots\dots (17)$$

- ◆ Apabila kondisi *fully developed*

Open water

$$H_{fd} = 0.2433 \left(\frac{U_{(10)}^2}{g} \right) \dots\dots\dots (18)$$

$$T_{fd} = 8.134 \left(\frac{U_{(10)}}{g} \right) \dots\dots\dots (19)$$

Restricted fetch

$$H_{fd} = 0.2433 \left(\frac{\hat{U}_{10}^2}{g} \right) \dots\dots\dots (20)$$

$$T_{fd} = 8.134 \left(\frac{\hat{U}_{(10)}}{g} \right) \dots\dots\dots (21)$$

Sehingga :

$$H_o = H_{fd} \dots\dots\dots (22)$$

$$T_o = T_{fd} \dots\dots\dots (23)$$

- ◆ Apabila *kondisi* gelombang *non fully developed* maka :

$$H_o = H \dots\dots\dots (24)$$

$$T_o = T \dots\dots\dots (25)$$

Deformasi 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.

Koefisien refraksi adalah :

$$Kr = \sqrt{\frac{b_o}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha_1}} \dots\dots\dots (26)$$

Pendangkalan Gelombang (*Wave Shoaling*)

Koefisien pendangkalan K_s merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air.

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o \times C_o}{n1 \times L1}} \dots\dots\dots (27)$$

Proses Pecahnya Gelombang

Gelombang pecah dapat dibedakan menjadi tiga tipe berikut ini:

- 1) *Spilling*
- 2) *Plunging*
- 3) *Surgings*

Pasang Surut

Pada mulanya muka air rendah, beberapa waktu kemudian muka air akan menjadi tinggi

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

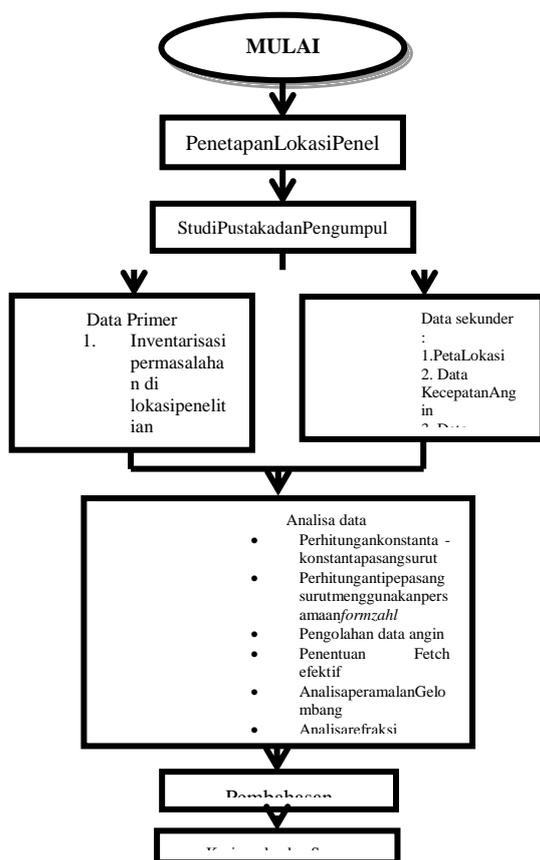
Tipe Pasang surut

1. Pasang surut harian ganda (semi diurnal tide).
2. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide)
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal)
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed the prevailing diurnal)

rata-rata (MSL). Tinggi muka laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu bench mark tertentu yang dijadikan acuan levelling di daerah sungai.

Proses perhitungan analisa harmonis Metode Admiralty dilakukan pengembangan perhitungan sistem formula dengan bantuan perangkat lunak Lotus/Excel, yang akan menghasilkan harga beberapa parameter yang ditabelkan sehingga perhitungan pada metode ini akan menjadi efisien dan memiliki keakuratan yang tinggi serta fleksibel untuk waktu kapanpun.

METODE PENELITIAN



Gambar 4. Flowchart metode penelitian

Metode admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke-20. Metode ini terbatas untuk menguraikan bench n data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitude dan keteringgalan fasa dari Sembilan komponen pasut serta muka laut

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Perhitungan Fetch Efektif



Arah Utara :

- Panjang garis *fetch* untuk sudut 0° adalah 0.1870 cm dengan skala 1,5729 : 250 km Untuk mendapatkan jarak sebenarnya maka dilakukan perhitungan jarak sebenarnya.

$$(F) = \text{Jarak pada peta} \times \text{Skala}$$

$$= 29,722 \text{ km}$$
 - Nilai dari cosines 0° adalah 1, maka :

$$F \cos(\alpha) = 29,722 \text{ km}$$
- Dengan mengetahui panjang *fetch* didapat
- $$F_{\text{eff}} = 307,1192 \text{ km}$$

Analisa Angin

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum harian dalam selang waktu 10 tahun terakhir, yakni tahun 2003 – 2013. Data angin diperoleh dari Stasiun Geofisika Manado di Tondano dari BMG

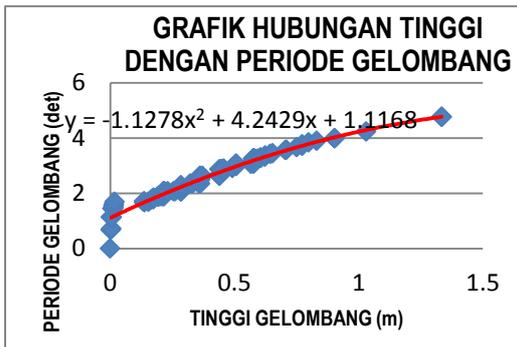
Winangun. Arah angin diklasifikasikan dalam delapan arah mata angin.

Perhitungan Faktor Tegangan Angin

Hindcasting gelombang dilakukan untuk setiap data angin maksimum harian selama 11 tahun. Dari hasil hindcasting ini disusun rekapitulasi tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan dari tahun 2003 s/d 2013. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data maksimum dan dominan dari setiap arah sebagai acuan gelombang rencana.

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan koefisien refraksi :

- Tentukan sudut datang gelombang (α)
Sudut datang gelombang (α) = 45°
- Tentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan.
- Kedalaman diambil mulai dari -25 m sampai -0.1 m, dengan metode pengukuran dilapangan titik 0.0 atau dasar pengukuran dengan mengambil SWL atau elevasi saat tinggi muka air tenang di pesisir atau kondisi normal dengan pengamatan langsung. karena tidak ada BM (Bench Mark) atau patok acuan dalam pengukuran.
- Tentukan tinggi dan periode gelombang rencana (yang paling maksimum dari arah tinjauan)



Gambar 6 Hubungan Tinggi Dengan Periode Gelombang

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka dibuat hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (10 tahun data masukan) yang telah dihitung dengan metode hindcasting untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan.

Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapat persamaan :

$$y = -1.127x^2 + 4.242x + 1.116 \text{ (persamaan didapat menggunakan trendline di program MS. Excel)}$$

Untuk arah Barat Potongan 1 :

$$H_o = 1.3344$$

$$T_o = -1.127.H_o^2 + 4.242.H_o + 1.116 = 4.7698$$

- Hitung panjang gelombang laut dalam dengan rumus :

$$L_o = 1.56T^2, \text{ dimana : } L_o = \text{Panjang gelombang laut dalam}$$

$$T = \text{Periode}$$

gelombang laut dalam

$$L_o = 1.56 \times 4.7698^2 = 35.4911 \text{ m}$$

- Hitung nilai α

$$d/L_o = 25/35.4911 = 0.7$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/L_o = 0.7

Tabel 1. Pembacaan Nilai d/L dan

d/L _o	d/L	2nd/L _o	tanh 2nd/L _o	sinh 2nd/L _o	cosh 2nd/L _o	K _a	K _b	4nd/L _o	sinh 4nd/L _o	cosh 4nd/L _o	n
0.6000	0.60063	3.7739	0.9989	21.763	21.786	0.997	0.0459	7.5477	948.21	948.2	0.5040
0.6100	0.61056	3.8363	0.9991	23.166	23.187	0.997	0.0431	7.6726	1074.3	1074	0.5036
0.6200	0.62051	3.8988	0.9992	24.660	24.681	0.997	0.0405	7.7975	1217.3	1217	0.5032
0.6300	0.63045	3.9613	0.9993	26.252	26.271	0.998	0.0381	7.9225	1379.3	1379	0.5029
0.6400	0.64041	4.0238	0.9994	27.947	27.965	0.998	0.0358	8.0476	1563.1	1563	0.5026
0.6500	0.65036	4.0863	0.9994	29.753	29.770	0.998	0.0336	8.1727	1771.5	1771	0.5023
0.6600	0.66032	4.1489	0.9995	31.676	31.691	0.998	0.0316	8.2979	2007.7	2008	0.5021
0.6700	0.67029	4.2116	0.9996	33.723	33.738	0.998	0.0296	8.4231	2275.5	2275	0.5019
0.6800	0.68026	4.2742	0.9996	35.904	35.918	0.999	0.0278	8.5484	2579.2	2579	0.5017
0.6900	0.69023	4.3369	0.9997	38.227	38.240	0.999	0.0262	8.6737	2923.6	2924	0.5015
0.7000	0.70021	4.3995	0.9997	40.700	40.712	0.999	0.0246	8.7991	3314	3314	0.5013
0.7100	0.71018	4.4622	0.9997	43.334	43.346	0.999	0.0231	8.9244	3757	3757	0.5012
0.7200	0.72016	4.5249	0.9998	46.139	46.150	0.999	0.0217	9.0499	4258	4259	0.5011
0.7300	0.73015	4.5876	0.9998	49.127	49.137	0.999	0.0204	9.1753	4827	4828	0.5010
0.7400	0.74013	4.6504	0.9998	52.308	52.317	0.999	0.0191	9.3008	5473	5473	0.5008

Sumber : Triatmodjo B, "Teknik Pantai"

Untuk d/L_o = 0.7000 (ditabel lihat yang diberikan lingkaran biru), didapat nilai d/L = 0.70021

$$\text{Maka } L = 35.7036 \text{ m}$$

Cepat rembat gelombang :

$$C_o = L_o/T = 35.4911/4.7698 = 7.4408 \text{ m/det}$$

$$C = L/T = 35.7036/4.7698 = 7.4854 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{C}{C_0} \times \sin \alpha \\ &= \frac{7.4854}{7.4408} \times \sin 45 = 0.7113 \\ \alpha &= 45.3444^\circ \end{aligned}$$

- Tentukan nilai koefisien Refraksi (Kr)

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 45}{\cos 45.3444}} = 1.0030$$

Analisis berikutnya dibuat pada tabel 2

Tabel 2. Perhitungan Refraksi Untuk Potongan 1 Arah Barat

α_0	d	H_0	T	L_0	d/ L_0	d/L
45	25	1,3344	4,7698	35,4911	0,70	0,70021
45,341	20	1,3327	4,7676	35,4594	0,56	0,56097
45,66	15	1,3248	4,7578	35,3129	0,42	0,42409
45,758	10	1,2920	4,7154	34,6860	0,29	0,30315
42,945	5	1,1963	4,5777	32,6910	0,15	0,18330
34,646	1	1,0206	4,2715	28,4630	0,04	0,08329
13,875	0,5	1,0669	4,3589	29,6405	0,02	0,05763

Ket : 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 2. Lanjutan

L	C_0	C	$\sin \alpha$	α	$\cos \alpha_0 / \cos \alpha$	K_r
35,7036	7,4408	7,4854	0,7113	45,3407	1,0060	1,0030
35,6525	7,4375	7,4780	0,7152	45,6595	1,0057	1,0028
35,3699	7,4221	7,4341	0,7164	45,7580	1,0018	1,0009
32,9870	7,3560	6,9956	0,6813	42,9453	0,9531	0,9763
27,2777	7,1413	5,9588	0,5685	34,6456	0,8898	0,9433
12,0062	6,6635	2,8108	0,2398	13,8747	0,8474	0,9205
8,6760	6,7999	1,9904	0,0702	4,0234	0,9732	0,9865

Perhitungan Koefisien *Shoaling*
Koefisien pendangkalan :

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{nL}}$$

Dimana: n_0 = (dilaut dalam) 0.5 ; L_0 = 35.4911 m

Dari tabel perhitungan *shoaling* untuk nilai d/ L_0 = 0.7, diperoleh nilai n = 0.5013

$$K_s = \sqrt{\frac{0.5 \times 35.4911}{0.5013 \times 35.7036}}$$

$$K_s = 0.9957$$

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan *shoaling*, akan didapat nilai tinggi gelombang yang baru :

$$H = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$$

$$\begin{aligned} &= 1.3344 \times 1.0030 \times 0.9957 \\ &= 1.3326 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3. Perhitungan *Shoaling* Untuk Potongan 1 Arah Barat

L_0	d/ L_0	d/L	L	K_r	K_s	H
35.4911	0.70	0.70021	35.7036	1.0030	0.9957	1.3327
35.4594	0.56	0.56097	35.6525	1.0028	0.9913	1.3248
35.3129	0.42	0.42409	35.3699	1.0009	0.9744	1.2920
34.6860	0.29	0.30315	32.9870	0.9763	0.9484	1.1963
32.6910	0.15	0.18330	27.2777	0.9433	0.9045	1.0206
28.4630	0.04	0.08329	12.0062	0.9205	1.1356	1.0669
29.6405	0.02	0.05763	8.6760	0.9865	1.3348	1.4048

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

Perhitungan Gelombang Pecah

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan antara H_0/gT^2 .



Tentukan nilai H_0 dan H_b

Dik : $H_0 = 1.3344$ m

$T_0 = 4.7698$ detik

$H = 1.3326$ m

$K_s = 0.9957$

d/ $L_0 = 0.7$

maka

$$H_0 = H_0 / K_s$$

$$= 1.3344 / 0.9957$$

$$= 1.3401$$

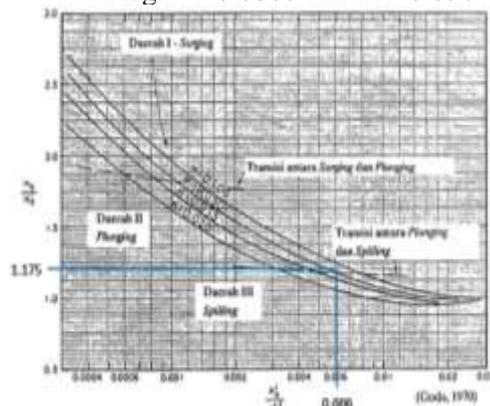
$$H_0/gT^2 = 1.3401 / 9.81 \times 4.7698^2$$

$$= 0.0060$$

Nilai H_b didapat dari hasil plot antara nilai H_0/gT^2 dan kemiringan pantai (m) pada grafik "Penentuan Tinggi Gelombang Pecah, Bambang Triatmodjo, 'Teknik Pantai'".

Plot pada grafik untuk :

$$H_0/gT^2 = 0.0060 \text{ dan } m = 0.036$$



$$H_b/H_0 = 1.125$$

$$H_b = (H_b/H_0) \times H_0 = 1.507$$



Gambar 7. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & Sudut Datang Gelombang Arah Barat Pot. 1

Perhitungan Pasang Surut Metode Admiralty

Tabel 4. Susunan Hasil Pengamatan Pasang Surut Pantai Kima Bajo (cm) Periode 1s/d15Desember 2015 Menurut Skema 1

No	Waktu	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Jumlah	Rata-rata		
1	12:00	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	4470	186,25	
2	12:00	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25
3	12:00	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25	
4	12:00	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	4470	186,25	
5	12:00	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	4470	186,25	
6	12:00	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	4470	186,25	
7	12:00	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	4470	186,25	
8	12:00	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25
9	12:00	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25	
10	12:00	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	4470	186,25	
11	12:00	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	4470	186,25	
12	12:00	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	4470	186,25	
13	12:00	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	4470	186,25	
14	12:00	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25
15	12:00	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25	
16	12:00	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	4470	186,25	
17	12:00	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	4470	186,25	
18	12:00	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	4470	186,25	
19	12:00	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	4470	186,25	
20	12:00	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25
21	12:00	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	4470	186,25	
22	12:00	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	4470	186,25	
23	12:00	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	4470	186,25	
24	12:00	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	190	140	100	80	100	140	4470	186,25	
Jumlah		4470																									2160	2810	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. Konstanta Pengali Dalam Menyusun Skema 2

Waktu	Konstanta Pengali																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
00:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
01:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
02:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
03:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
04:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
05:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
06:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
08:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
09:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. ialah tabel yang berisi konstanta pengali selama 24 jam untuk tiap hari pengamatan, tabel ini digunakan untuk menyusun skema 2.

Tabel 6. Penentuan X1 pada tanggal 1 dan 2 Desember 2015

Jam	Data Pengamatan	Tanggal 1 Desember 2015					
		Konstanta Pengali			Hasil Perhitungan		
		0	+	-	0	+	-
0:00	190						
1:00	140						
2:00	100						
3:00	80						
4:00	80						
5:00	100						
6:00	140						
7:00	180						
8:00	210						
9:00	230						
10:00	230						
11:00	210						
12:00	190						
13:00	160						
14:00	140						
15:00	140						
16:00	150						
17:00	180						
18:00							

Tabel 14. Perhitungan Besaran-besaran w dan (1+W) dari konstanta-konstanta Pasang Surut

Menari nilai S2 dan MS4, w dan 1+W

	K1		
V	345.7		
u	6.2		
	351.9		

Interpolasi	350	=	0.8	-0.193
	351.9	=	0.783	-0.19699
	360	=	0.7	-0.214
	ω/fk2	=	0.783	
	W/fk2	=	-0.19699	
	jadi			
	fk2	=	1.207	
	w	=	0.942009	
	W	=	-0.23777	
	1+W	=	0.762233	

Menari nilai K1, w dan 1+W

	K1		
V	345.7		
u	6.2		
	697.6	337.6	

Interpolasi	330	=	7.3	0.297
	337.6	=	5.476	0.31144
	340	=	4.9	0.316
	ω/fk2	=	5.476	
	W/fk2	=	0.31144	
	jadi			
	fk1	=	1.081	
	w	=	5.919556	
	W	=	0.336667	
	1+W	=	1.336667	

Mencari nilai N2, w dan 1+W

	M2	N2	
V	330.45	322.6	
			346.15

Interpolasi	340	=	-3.1	1.174
	346.15	=	-2.1779	1.17892
	350	=	-1.6	1.182
	ω	=	-2.1779	
	1+W	=	1.17892	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 15. Susunan Hasil Perhitungan Skema 7 untuk Besaran-besaran dari Konstanta-konstanta Pasang Surut

Susunan hasil perhitungan skema 7 untuk besaran-besaran V, W, P, A, V, V', u, g, r, w, (1+W), g, A dan g'

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
W (cm)	68467.50	6547.80	5884.80	2144.45	-77.25	2532.50	-136.90	-128.50		
W (m)	20071.80	4545.10	3886.80	666.20	-2096.30	784.80	-41.80	-39.50		
W'	68467.50	21113.79	7435.72	2728.52	8668.54	2759.81	343.54	1969.96		
W'	360	175	214	166	217	177	273	280		
f	0.00	0.98	1.00	0.98	1.08	1.13	0.95	0.98	1.21	
V	0.00	4.55	0.00	131.80	9.80	354.90	0.00	0.00		
V'	0.00	136.90	0.00	82.80	328.20	167.80	0.00	0.00		
V'	0.00	189.30	0.00	97.80	6.90	182.40	0.00	0.00		
V'	0.00	330.45	0.00	322.60	345.70	704.70	660.90	336.45		
u	0.00	1.70	0.00	1.70	8.20	-1.10	3.40	1.70		
u'	0.00	333.00	345.00	327.00	178.00	160.00	307.00	318.00		
u'	0.00	161.47	217.50	309.46	179.68	287.30	210.66	255.04		
u'	0.00	0.00	0.94	-2.18	5.92	0.00	0.00	0.94		
1+W	0.00	1.00	0.76	1.18	1.34	1.00	1.00	0.76		
g	0.00	826.62	568.44	958.59	710.50	1144.30	1191.96	1006.15		
g'	0.00	720.00	380.00	720.00	360.00	1080.00	1080.00	720.00		
A (cm)	190	123	46	14	28	14	1	9	12	9
g	0.00	107	228	228	250	85	112	386	329	330

Sumber : Hasil Perhitungan

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) ²
	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 16. Susunan Skema 8

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (cm)	190	123	46	14	28	14	1	9	12	9
g	0.00	106.62	203.44	238.59	350.50	64.90	111.96	286.13	203.44	350.50

Sumber : Hasil Perhitungan

Penentuan Tipe Pasang Surut

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

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

Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 17. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	360
MHWL	cm	336.47
MSL	cm	190
MLWL	cm	43.90
LLWL	cm	50

Range	cm	292.57
-------	----	--------

Sumber : Hasil Perhitungan

PENUTUP

Kesimpulan

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

1. Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai ialah tipe Pasang Surut Harian Ganda (*semidiurnal*) dengan nilai $0 < F=0.1336 < 0.25$ dimana konstanta-konstanta pasang surut yang didapat dari analisis pasang surut dengan menggunakan metode *Admiralty* adalah sebagai berikut :

	S0	N2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
h cm	190	123	46	14	28	14	1	9	12	9
h _{sp}	0.00	196.62	203.44	238.59	350.50	64.90	111.96	206.33	203.44	350.50

2. Elevasi muka air laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360 cm (+170cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar 50 cm (-140 cm dari MSL).
3. Dari hasil penggambaran, diperoleh empat arah pembentukan gelombang yaitu, utara, barat daya, barat, dan barat laut. Dimana gelombang di perairan Kima Bajo didominasi oleh gelombang arah Barat dengan

gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2003 dengan tinggi 1.3344 m dan periode 4.7607 det.

4. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode analitis maka diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9332 sampai 1.0030 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.9045 sampai 1.3348.
5. Tinggi gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 0.991 sampai 1,5747 m pada kedalaman 0.5 m sampai 25 m. Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap Pantai Kima Bajo dengan menggunakan data angin 10 tahun (masa lalu) diperoleh : Tinggi Gelombang Pecah Maksimum (Hb) : 1.507 m
Gelombang Pecah pada Kedalaman (Db): 1.0 m. Pada jarak 12 m dari garis pantai

Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- CERC. 1984. Shore Protection Manual. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.
- Danial,M,M. 2008. Rekayasa Pantai. Alfabeta. Bandung.
- Djaja Rochman, 1987. *Cara Perhitungan Pasut Laut dengan metode Admiralty, Dinas pemetaan Topografi, cibinong, Bogor*
- Douglass, S dan Chen, J. 2004. Overview of Coastal Engineering : Waves. Coastal Transportation Engineering Research and Education Center, South Alabama University. USA.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- <http://heavy-stuff.com/Arah-angin-yang-dapat-membangkitkan-gelombang.html>.
- <http://jun13-oseanografidanilmukelautan.blogspot.com/2011/01/gelombang-laut.html>.
- <http://robroslinggeoblog.blogspot.com/Tipe-Gelombang-Pecah.html>.