

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG PECAH DI PANTAI NIAMPAK UTARA

Ratna Parauba

M. Ihsan Jasin, Jeffrey. D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : Parauba_ratna@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pantai Niampak Utara terletak di Desa Niampak Utara Kecamatan Beo Selatan Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu Pantai di Kabupaten Kepulauan Talaud yang telah terkena bencana akibat perubahan bentuk gelombang sehingga menyebabkan dampak yang buruk dan terjadi kerusakan daerah pesisir pantai seperti abrasi, erosi perairan pantai dan rusaknya pemakaman umum sehingga membuat masyarakat menjadi khawatir akan kerusakan yang lebih besar lagi.

Maka perlu adanya informasi tentang karakteristik gelombang pada daerah tersebut yang dapat merusak pantai, salah satunya adalah dengan analisis karakteristik gelombang pecah dan hal-hal lainnya menyangkut kegiatan masyarakat yang dapat memicu terjadinya kerusakan pantai. Peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun dari stasiun BMKG Maritim Bitung untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan.

Dari hasil perhitungan gelombang di perairan pantai Niampak Utara didominasi oleh gelombang arah Barat Laut dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Januari 2014 dengan $H = 1.6747m$ dan $T = 5.3600det$. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9358 sampai 0.9989 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.9127 sampai 1,2354. Tinggi gelombang pecah yang didapat dari hasil perhitungan berkisar pada 1.2376 sampai 2.0267m pada kedalaman 0.1m sampai 25 m.

Kata kunci: *Pantai Niampak Utara, karakteristik gelombang, refraksi, shoaling, gelombang pecah.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai Niampak Utara terletak di Desa Niampak Utara Kecamatan Beo Selatan Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara merupakan kawasan yang sering di datangi oleh penduduk setempat untuk melakukan aktivitas seperti galian, mengangkat kerikil, pasir dan aktivitas lainnya. Lokasi ini dilewati jalan trans Beo-Melonguane dan Letak astronomisnya $4^{\circ}6'25.71''N$ dan $126^{\circ}43'546.55''E$ dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara, Ibu kota Kecamatan Beo Selatan (Tarohan)
- Sebelah Barat, Laut
- Sebelah Selatan, Desa Niampak
- Sebelah Timur, Pegunungan.

Pantai Niampak Utara termasuk salah satu desa yang terkena bencana akibat perubahan bentuk gelombang yang ada di Kabupaten Kepulauan Talaud sehingga menyebabkan dampak yang buruk dan terjadi kerusakan daerah

pesisir pantai seperti abrasi, erosi perairan pantai dan rusaknya pemakaman umum sehingga membuat masyarakat menjadi khawatir akan kerusakan yang lebih besar lagi.



Gambar 1. Kerusakan Pantai Niampak Utara
Kec. Beo Selatan Kab.Kepl.Talaud
Sumber: Dokumentasi Sendiri

Maka perlu adanya informasi tentang karakteristik gelombang pantai pada daerah tersebut yang dapat merusak pantai, salah satunya adalah dengan analisis karakteristik gelombang pecah dan hal-hal lainnya menyangkut kegiatan masyarakat yang dapat memicu terjadinya kerusakan pantai.

Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan di pantai Niampak Utara terlihat bahwa telah terjadi kerusakan. Karakteristik gelombang adalah merupakan faktor yang sangat penting dalam menganalisis penyebab kerusakan suatu daerah pantai. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu diketahui karakteristik dari gelombang guna pengembangan dan perlindungan khususnya pada daerah pantai Niampak Utara.

Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada:

1. Analisis hanya dilakukan di pantai Niampak Utara Kecamatan Beo Selatan Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara



Gambar 2. Pembatasan daerah penelitian
Sumber: Google Earth

2. Karakteristik gelombang yang ditinjau adalah tinggi gelombang, periode gelombang, refraksi gelombang, *shoaling* dan gelombang pecah.
3. Analisa gelombang yang digunakan adalah teori gelombang amplitudo kecil (*Airy*).
4. Tinggi dan periode gelombang laut dalam diperoleh dengan metode *hindcasting*.
5. Gelombang yang dihitung adalah gelombang yang diakibatkan oleh angin.
6. Data angin yang dipakai adalah data angin 10 tahun terakhir.
7. Mengabaikan faktor-faktor bencana alam tertentu seperti tsunami dan lain lain.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan karakteristik gelombang pecah yang menyebabkan kerusakan pantai di Pantai Niampak Utara.

Manfaat Penelitian

- Manfaat akademik :
 - a. Bagi peneliti, dapat meningkatkan kemampuan dan pengetahuan dalam melakukan penelitian terhadap gelombang dan kerusakan wilayah pesisir.
 - b. Bagi ilmu pengetahuan, sebagai masukan dalam mengembangkan penelitian tentang kerusakan pantai.
 - c. Memberikan informasi mengenai sifat-sifat gelombang yang terjadi dilokasi penelitian.
- Manfaat praktis :
 - a. Memberikan informasi/pemahaman kepada warga tentang fenomena gelombang yang terjadi di pantai Niampak serta upaya pencegahannya
 - b. Sebagai bahan rujukan dan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan bagi pemerintah daerah dalam pengelolaan wilayah pesisir.

LANDASAN TEORI

Gambaran Umum Pantai

Pantai adalah daerah pertemuan antara darat, laut dan udara dimana terjadi interaksi dinamis antara air, angin, dan material penyusun didalamnya.

Dalam bidang teknik pantai, ada dua istilah yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedang pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut

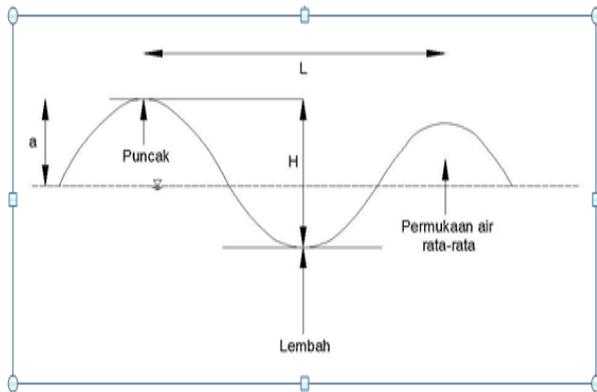
Gambaran Umum Gelombang

Menurut Bambang Triatmodjo dalam bukunya Teknik pantai, 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) di dasar

laut (**gelombang tsunami**), ataupun gelombang yanug disebabkan oleh gerakan kapal.

Gelombang yang sehari-hari terjadi dan diperhitungkan dalam bidang teknik pantai adalah gelombang angin dan pasang-surut (pasut). Hal ini karena gelombang tersebut dapat membentuk dan merusak pantai serta berpengaruh pada bangunan-bangunan pantai.

Gelombang Angin

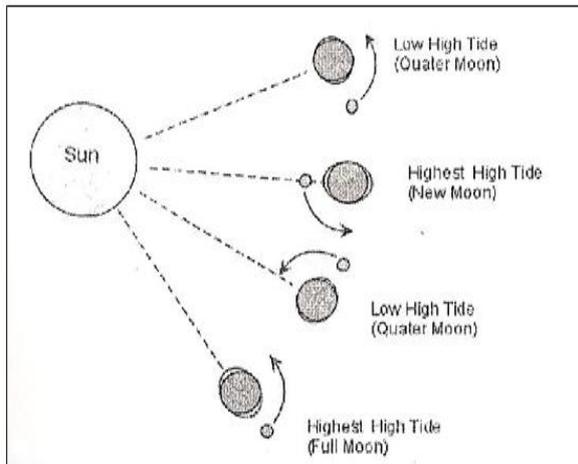


Gambar 3. Bentuk Gelombang
Sumber: Triatmodjo, 1999

Angin berhembus sejauh jarak seret angin (Fetch) dengan Kecepatan yang semakin besar dan durasi tertentu yang menyebabkan terjadinya Pembangkitan penuh tinggi gelombang yang di sebut dengan *Fully developed sea*.

Gelombang Pasang Surut

Pasang surut dipengaruhi oleh posisi bumi dan bulan terhadap matahari seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi Bumi dan Bulan terhadap Matahari yg selalu berubah
Sumber: Danial, 2008

Teori Gelombang Airy

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang terhadap Kedalaman

Klasifikasi	d/L	2πd/L	Tanh (2πd/L _o)
Perairan dalam	>1/2	> π	≈ 1
Perairan peralihan	1/25 – 1/2	1/4 - π	Tanh (2πd/L)
Perairan dangkal	<1/25	<1/4	≈ (2πd/L)

Sumber : SPM84, Vol.1

Pada laut dalam, ketika kedalaman relatif d/L lebih besar dari 0,5; nilai tanh (2πd/L) = 1,0 sehingga persamaan akan menjadi:

$$L_o = \frac{gT^2}{2\pi} \tag{1}$$

$$C_o = \frac{gT}{2\pi} \tag{2}$$

Indeks 'o' menunjukkan nilai tersebut untuk kondisi laut dalam.

Apabila percepatan gravitasi adalah 9,81 m/det² maka persamaan menjadi:

$$L_o = 1,56T^2 \tag{3}$$

Sedangkan pada laut dangkal yaitu saat kedalaman relatif d/L < 1/25, nilai tanh (2πd/L) = 2πd/L sehingga persamaan menjadi:

$$C = \sqrt{gd} \tag{4}$$

dan

$$L = \sqrt{gd} \cdot T$$

Tabel 2. Rangkuman Teori Gelombang Linier

Kedalaman	Laut Dangkal	Laut Transisi	Laut Dalam
Kecepatan Gelombang	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$	$C = C_o = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$
Panjang Gelombang	$L = T\sqrt{gd}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$	$L = L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = C_o \cdot T$
Kecepatan Group	$C_g = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C_g = n \cdot C = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4\pi d}{L} \frac{1}{\sinh\left(\frac{4\pi d}{L}\right)}\right)$	$C_g = \frac{1}{2} C = \frac{gT}{4\pi}$

Sumber : Triatmodjo B "Teknik Pantai"

Hindcasting Gelombang

Peramalan gelombang didasarkan pada peramalan gelombang pada kondisi masa lalu yang disebut *hindcasting* dan pendekatan pada kondisi pengukuran gelombang (*wave ruler*) yang disebut *forecasting*. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang di laut karena terjadinya gelombang laut paling dipengaruhi oleh tiupan angin. *Hindcasting* gelombang akan menghasilkan perkiraan tinggi (H) dan perioda (T) gelombang akibat adanya

angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu. Jadi, *hindcasting* gelombang dimaksudkan untuk mengalih-ragamkan (transformasi) data angin menjadi data gelombang.

Peramalan Gelombang di Laut Dalam

Salah satu cara peramalan gelombang adalah dengan melakukan pengolahan data angin. Ini bisa dibuat sederhana dengan menganggap geometri dari perairan relatif sederhana dan kondisi gelombang berada pada salah satu *fetch limited* atau *duration limited*. Pada kondisi *fetch limited*, angin bertiup konstan untuk tinggi gelombang pada akhir *fetch* sampai seimbang. Sedangkan kondisi *duration limited*, tinggi gelombang dibatasi oleh lamanya waktu dari angin berhembus.

Transformasi Gelombang

Menurut Danial dalam bukunya Rekeyasa Pantai, Sejak keluar dari daerah pembentukannya, gelombang yang masih berada di laut dalam menjalani transformasi lebih teratur dibanding pada saat pembentukannya. Setelah memasuki suatu kawasan transisi, gelombang akan dipengaruhi oleh kedalaman kontur yang menyebabkan terjadinya proses deformasi gelombang baik dalam tinggi, periode dan kecepatannya.

Beberapa bentuk transformasi gelombang adalah:

- Refraksi,
- Difraksi,
- Refleksi, dan
- Shoaling (Pendangkalan).

Gelombang Pecah

Gelombang pecah adalah suatu sistem yang sangat kompleks. Bahkan dalam beberapa jarak sebelum gelombang pecah, bentuknya tidak sinusoidal lagi. Jika terjadi gelombang pecah, energi yang diterima dari angin, berkurang. Beberapa energi dibalikkan kembali ke laut, jumlahnya bergantung kepada kemiringan pantai, semakin kecil sudut kemiringan pantai, semakin kecil energi yang dibalikkan. Kebanyakan energi berkurang sebagai panas dalam percampuran skala kecil dari buih air dan pasir.

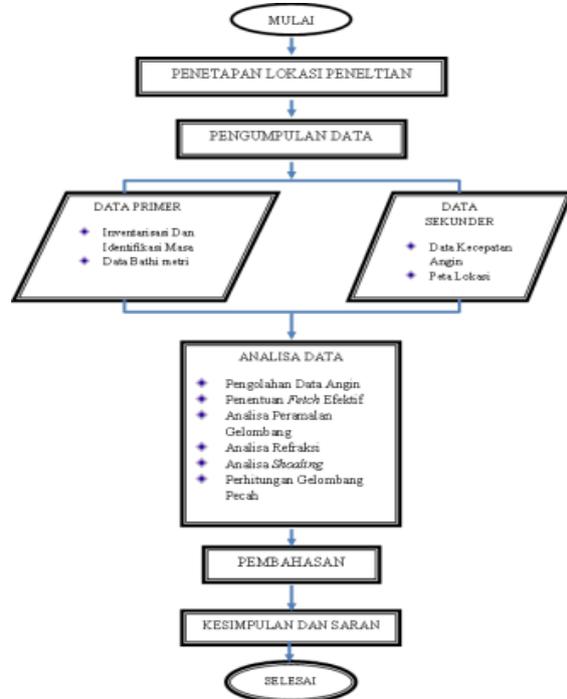
Gelombang pecah dibedakan atas:

- Spiling,
- Plunging, dan
- Surging.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diperlihatkan pada Gambar 5 berikut.

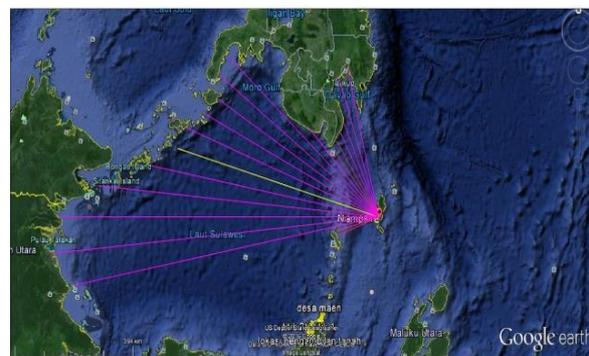


Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Fetch Efektif

Perhitungan daerah pembentukan gelombang (*fetch*) untuk arah-arah datangnya gelombang yang mungkin terjadi, sudah dijelaskan pada bab II. Berikut adalah hasil perhitungan untuk panjang *fetch* untuk masing-masing arah.



Gambar 6. Fetch Arah Utara, Arah Barat Laut , Barat & Barat Daya

Sumber : Google earth

Perhitungan Fetch :

Arah Barat

- a) Panjang garis *fetch* untuk sudut 0° adalah 9,12 cm dengan skala 1 : 8.397.378,792. Untuk mendapatkan jarak sebenarnya maka dilakukan perhitungan.

Jarak Sebenarnya (F) :

Jarak pada peta x Skala

$$= 9,12\text{cm} \times 8.397.378,792$$

$$= 76.584.094,59 \text{ cm} \rightarrow \text{Konversi ke km (1 cm = 0,00001 km)}$$

$$= 765,8409459 \text{ km}$$

- b) Nilai dari cosines 0° adalah 1, maka :

$$F \cos(\alpha) = 765,8409459 \times 1$$

$$= 765,8409459 \text{ km}$$

$$c) F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum X \cos \alpha}$$

$$F_{eff} = \frac{669.443 + 635.839 + \dots + 6.501}{0.940 + 0.966 + 0.985 + \dots + 0.940}$$

$$F_{eff} = 508.083 \text{ km}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Fetch untuk 8 Arah Mata Angin

Arah. Utama	Sudut (α) (°)	F (mil)	F (km)	Cos (α)	Fcos (α)	F _{eff} (km)
Utara	-20	4.563846	7.344798	0.940	6.90411	95.983
	-15	5.346322	8.604072	0.966	8.311533	
	-10	6.733644	10.83675	0.985	10.6742	
	-5	7.658515	12.32518	0.996	12.27588	
	0	8.873909	14.28053	1.000	14.28053	
	5	13.37208	21.52028	0.996	21.4342	
	10	18.2.6454	293.9393	0.985	289.5303	
	15	170.4349	274.2885	0.966	264.9626	
	20	141.3154	227.4251	0.940	213.7796	
Barat Laut	-20	140.6011	226.2755	0.940	212.699	463.809
	-15	140.1601	225.5657	0.966	217.8965	
	-10	129.3013	208.0903	0.985	204.9689	
	-5	228.5009	367.7366	0.996	366.2657	
	0	404.1748	650.4563	1.000	650.4563	
	5	375.933	605.0055	0.996	602.5855	
	10	377.0931	606.8725	0.985	597.7694	
	15	384.4919	618.7797	0.966	597.7412	
	20	409.2299	658.5916	0.940	619.0761	
Barat	-20	442.5243	712.1738	0.940	669.4434	508.083
	-15	408.9983	658.219	0.966	635.8396	
	-10	493.8285	794.7399	0.985	782.8188	
	-5	511.3539	822.9444	0.996	819.6526	
	0	475.8715	765.8409	1.000	765.8409	
	5	394.225	634.4437	0.996	631.9059	
	10	50.29884	80.94813	0.985	79.73391	
	15	42.57021	68.51011	0.966	66.18076	
	20	4.297442	6.916062	0.940	6.501099	
Barat daya	-20	394.225	634.4437	0.940	596.3771	85.359
	-15	50.29884	80.94813	0.966	78.1959	
	-10	42.57021	68.51011	0.985	67.48245	
	-5	4.297442	6.916062	0.996	6.888398	
	0	0	0	1.000	0	
	5	0	0	0.996	0	
	10	0	0	0.985	0	
	15	0	0	0.966	0	
	20	0	0	0.940	0	

Analisa Angin

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum harian dalam selang waktu 10 tahun terakhir, yakni tahun 2005 –2014. Data angin diperoleh dari

Stasiun BMKG Maritim Bitung. Arah angin diklasifikasikan dalam delapan arah mata angin.

Kecepatan angin diukur dengan anemometer dan dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1.852 km/jam = 0.5144 m/d.

Perhitungan faktor tegangan angin

Data angin diperlukan untuk perkiraan tinggi dan periode gelombang. Data angin tersebut harus dikoreksi terhadap elevasi, stabilitas, dan efek lokasi untuk mendapatkan faktor tegangan angin (U_A). Data angin yang digunakan adalah data angin maksimum harian yang setelah diolah pada akhirnya akan didapat tinggi gelombang maksimum.

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai U_A (Perhitungan pada data angin tanggal 10 Januari 2014) :

Koreksi Terhadap Elevasi

Data angin diambil dari BMKG yang diukur +18 m dari muka air laut.

$$U_{(10)} = U_{(z)} \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

Dimana :

$$U_{(z)} = 6.8\text{m/d}$$

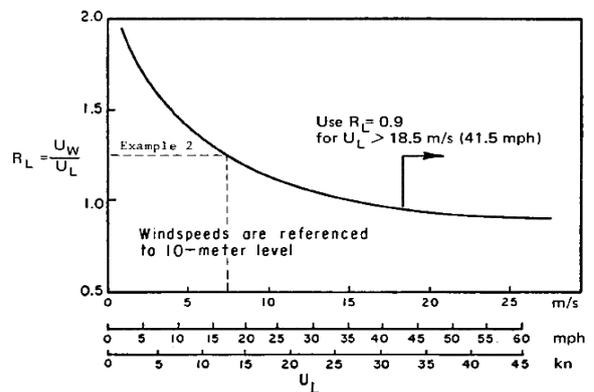
$$z = 18 \text{ m}$$

$$U_{(10)} = 6.8 \cdot \left(\frac{10}{18} \right)^{1/7}$$

$$U_{(10)} = 6.24 \text{ m/d}$$

Koreksi Terhadap Stabilitas dan Efek Lokasi

Karena tidak ada data suhu udara, maka diambil R_T =1,13 sedangkan nilai R_L bervariasi sesuai dengan kecepatan angin (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik Pembacaan Rasio Aplikasi R_L

$$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{(10)}$$

dimana:

$$U_{(10)} = 6.8 \text{ m/det}$$

$$R_L = 1,26$$

$$R_T = 1,13$$

$$U_A = 1.13 \times 1.26 \times 6.8 \text{ m/det} = 8.65 \text{ m/det}$$

Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang

Langkah-langkah perhitungan *hindcasting* gelombang untuk mendapatkan nilai H_o dan T_o adalah sebagai berikut :

Perhitungan digunakan data tanggal 10 Januari 2014 arah angin barat laut :

1. Karena termasuk *Open Water*

Hitung nilai t_{fetch}

$$t_{fetch} = 68,8 \frac{F^{2/3}}{g^{1/3} U_A^{1/3}}$$

(F digunakan $F_{eff} = 463.809 \text{ km} = 463809 \text{ m}$)
 $= 81926.9999 \text{ det}$

$t_i = 6 \text{ jam (21600 dtk} \rightarrow \text{) (pengukuran data angin harian maximum per 6 jam dari BMKG Maritim Bitung)}$

Karena $t_{fetch} > t_i$ maka maka kondisi gelombang termasuk *Duration Limited*

2. Hitung nilai H_o dan T_o .

$$H_o = 0,0000851 \left(\frac{U_A^2}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{\frac{5}{7}}$$

$$= 1,524 \text{ m}$$

$$T_o = 0,0702 \left(\frac{U_A}{g} \right) \left(\frac{gt_i}{U_A} \right)^{0,411}$$

$$= 5.060 \text{ de}$$

3. Kontrol apakah kondisi *fully developed* atau *non fully developed*

Syarat *Fully Developed*,

$$\frac{gH}{U_A^2} \geq 2,433 \cdot 10^{-4} \rightarrow \frac{9,81 \cdot 1,524}{13,22^2} = 0,086 \geq 2,433 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{gT}{U_A} \geq 8,134 \rightarrow \frac{9,81 \cdot 5,060}{13,22} = 3,754 \leq 8,134$$

$$\frac{gt}{U_A} \geq 7,15 \cdot 10^4 \rightarrow \frac{9,81 \cdot 21600}{13,22} = 16026,93 \leq 7,15 \cdot 10^4$$

Dari hasil ketiga syarat diatas ternyata hanya dua diantaranya yang memenuhi Syarat *fully developed*, maka gelombang termasuk gelombang *non fully developed*, jadi H dan T yang dipakai adalah H dan T yang dihitung sebelumnya yaitu 1,524 m dan 5,060 detik.

Tabel 4. Tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan berdasarkan Wave Hindcasting tahun 2005 s/d 2014

No.	Bulan	H&T	Arah Datang Gelombang					Max Tiap Bulan	
			U	BL	B	BD	TL	Arah Dominan	H-T
1	Januari	H (m)	1.5277	1.5243	0.0000	0.0000	0.0000	BL	1.5277
		T (det)	5.0650	5.3600	0.0000	0.0000	0.0000		5.3600
2	Februari	H (m)	1.3707	1.0962	0.0000	1.1025	0.0000	U	1.3707
		T (det)	4.8196	4.3507	0.0000	4.3620	0.0000		4.8196
3	Maret	H (m)	1.4250	1.6155	0.9216	0.8748	0.0000	BL	1.6155
		T (det)	4.9061	5.1964	4.0184	3.9235	0.0000		5.1964
4	April	H (m)	1.0235	0.9411	0.9028	1.2059	0.0000	BD	1.2059
		T (det)	4.2161	4.0571	3.9806	4.5662	0.0000		4.5662
5	Mei	H (m)	0.0000	0.0000	1.2182	1.3614	0.0000	BD	1.3614
		T (det)	0.0000	0.0000	4.5662	4.8046	0.0000		4.8046
6	Juni	H (m)	0.0000	0.0000	0.0000	1.5612	0.0000	BD	1.5612
		T (det)	0.0000	0.0000	0.0000	5.1155	0.0000		5.1155
7	Juli	H (m)	0.0000	0.4545	1.1576	1.6747	0.0000	BD	1.6747
		T (det)	0.0000	2.9068	4.4607	5.2826	0.0000		5.2826
8	Agustus	H (m)	0.0000	0.0000	0.0000	1.6515	0.0000	BD	1.6515
		T (det)	0.0000	0.0000	0.0000	5.2489	0.0000		5.2489
9	September	H (m)	0.0000	0.0000	0.0000	1.4959	0.0000	BD	1.4959
		T (det)	0.0000	0.0000	0.0000	5.0164	0.0000		5.0164
10	Oktober	H (m)	0.0000	0.0000	0.0000	1.4844	0.0000	BD	1.4844
		T (det)	0.0000	0.0000	0.0000	4.9987	0.0000		4.9987
11	November	H (m)	1.2034	1.4523	0.8279	1.5650	0.0000	BD	1.5650
		T (det)	4.5406	4.9489	3.8259	5.1213	0.0000		5.1213
12	Desember	H (m)	1.3757	1.1044	0.0000	1.2740	0.0000	U	1.3757
		T (det)	4.8276	4.7240	0.0000	4.6607	0.0000		4.8276
Max Tiap Arah		H (m)	1.5277	1.6155	1.2182	1.6747	0.0000	BL	1.6747
		T (det)	5.0650	5.3600	4.5662	5.2826	0.0000		5.3600

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

Peramalan gelombang dari data angin maksimum harian akan menghasilkan tinggi dan periode gelombang ekstrim yang maksimum pula. Gelombang maksimum ini akan digunakan dalam perencanaan bangunan pantai, baik untuk menentukan gelombang dengan periode ulang maupun dalam desain dimensi bangunan pengaman pantai yang akan direncanakan. Hal ini dimaksudkan agar bangunan pengaman pantai yang direncanakan tetap aman pada saat gelombang besar datang. Akan tetapi gelombang-gelombang ekstrim ini tidak terjadi setiap hari sehingga tidak dapat dianggap sebagai pola yang mewakili gelombang pantai.

Analisa Transformasi Gelombang

Perhitungan Koefisien Refraksi

Metode Perhitungan Analitis

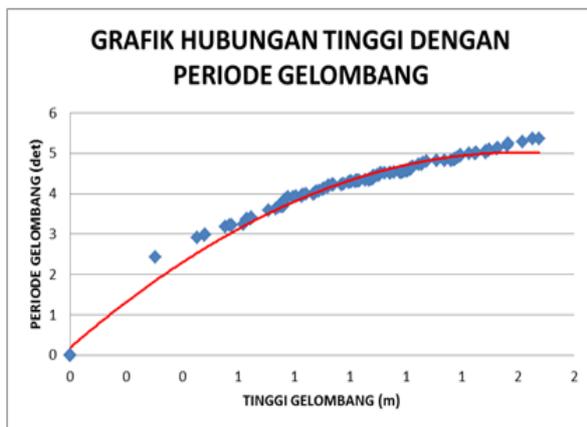
- a) Tentukan sudut datang gelombang (α)
 Sudut datang gelombang (α) = 45°

b) Tentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan.

Kedalaman diambil mulai dari -25 m sampai -0.1 m

c) Tentukan tinggi dan periode gelombang rencana (yang paling maksimum dari arah tinjauan).

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.



Gambar 8. Grafik hubungan Tinggi dengan Periode Gelombang

$$H_o = 1,6747 \text{ m}$$

$$T_o = -1,8671.H_o^2 + 6,0071.H_o$$

$$= 5,0144 \text{ det}$$

a) Hitung panjang gelombang laut dalam dengan rumus :

$$L_o = 1,56 T^2 ,$$

dimana:

L_o = Panjang gelombang laut dalam

T = Periode gelombang laut dalam

$$L_o = 1,56 * (5,0144)^2$$

$$= 39,2249 \text{ m}$$

b) Hitung nilai α

$$\frac{d}{L_o} = \frac{25}{39,2249} = 0,64$$

Cari nilai d/L untuk nilai $d/L_o = 0,64041$ (Tabel L-1 Bambang Triatmodjo 'teknik pantai').

Tabel 5. Pembacaan nilai d/L dan n

$\frac{d}{L_o}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	K_s	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	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

Untuk $d/L_o = 0,6400$ (ditabel lihat yang diberikan lingkaran merah), didapat nilai:

$$d/L = 0,64041$$

maka $L = 39,0375 \text{ m}$.

Cepat rambat gelombang :

$$C_o = \frac{L_o}{T} = 7,8225 \text{ m/det}$$

$$C = \frac{L}{T} = 7,7851 \text{ m/dt}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \sin \alpha_o$$

$$= 0,6463$$

$$\alpha = 44,7369^\circ$$

Tentukan nilai Koefisien Refraksi (K_r)

Koefisien refraksi:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

$$K_r = 0,9977$$

Tabel 6a. Perhitungan Refraksi untuk Potongan 1 Barat Laut

a_s	d	H_o	T	L_o	d/ L_o	d/L	L
45	25	1.6747	5.0144	39.2249	0.64	0.64041	39.0375
44.7369	20	1.6710	4.9640	38.4408	0.52	0.52148	38.3524
44.6119	15	1.6558	4.9680	38.5029	0.39	0.39546	37.9305
43.8165	10	1.6026	4.9751	38.6127	0.26	0.27660	36.1533
40.5458	5	1.4641	4.9429	38.1141	0.13	0.16657	30.0174
31.0339	1	1.2584	4.7599	35.3451	0.03	0.07135	14.0154
11.8911	0.5	1.3647	4.8747	37.0694	0.01	0.04032	12.4008

Tabel 6b. Perhitungan Refraksi untuk Potongan 1 Barat Laut (Lanjutan)

C_o	C	$\sin \alpha$	α	$\cos \alpha_o / \cos \alpha$	K_r
7.8225	7.7851	0.6463	44.7369	0.9954	0.9977
7.7439	7.7261	0.6448	44.6119	0.9978	0.9989
7.7501	7.6349	0.6352	43.8165	0.9866	0.9933
7.7612	7.2668	0.5947	40.5458	0.9496	0.9745
7.7109	6.0729	0.4684	31.0339	0.8868	0.9417
7.4255	2.9444	0.1857	11.8911	0.8757	0.9358
7.6045	2.5439	0.0621	3.9559	0.9809	0.9904

Perhitungan Koefisien Shoaling

Koefisien pendangkalan:

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o L_o}{nL}}$$

dimana : $n_o =$ (dilaut dalam) 0,5
 $L_o = 39,2249$ m

Dari tabel perhitungan *shoaling* untuk nilai $d/L_o = 0,6400$ diperoleh nilai n dengan melakukan pembacaan pada Tabel 5.

Untuk nilai $d/L_o = 0,6400$ (ditabel lihat yang diberikan lingkaran merah yang dihubungkan dengan garis merah), maka didapat nilai $n = 0,5026$

$$K_s = 0,9998$$

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

$$H = H_o \cdot K_r \cdot K_s = 1,6705$$

Tabel 7. Perhitungan Koefisien Shoaling

L_o	L	K_r	K_s	H
39.2249	39.0375	0.9977	0.9998	1.6705
38.4431	38.3524	0.9989	0.9920	1.6553
38.5045	37.9305	0.9933	0.9745	1.6022
38.6129	36.1533	0.9745	0.9375	1.4637
38.1114	30.0174	0.9417	0.9127	1.2580
35.3383	14.0154	0.9358	1.1588	1.3642
37.0625	12.4008	0.9904	1.2354	1.6691

Perhitungan Gelombang Pecah

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan antara $H'o/gT^2$ dan $H_b/H'o$.

1. Tentukan nilai $H'o$ dan H_b

Dik : $H_o = 1,6747$ m
 $T_o = 5,0144$ detik
 $H = 1,6705$ m
 $d/L_o = 0,6400$

maka :

$$H'o = \frac{H_o}{K_s} = 1,6750$$

sehingga didapat nilai :

$$\frac{H'o}{gT^2} = 0,0068$$

Nilai H_b didapatkan dari hasil plot antara nilai

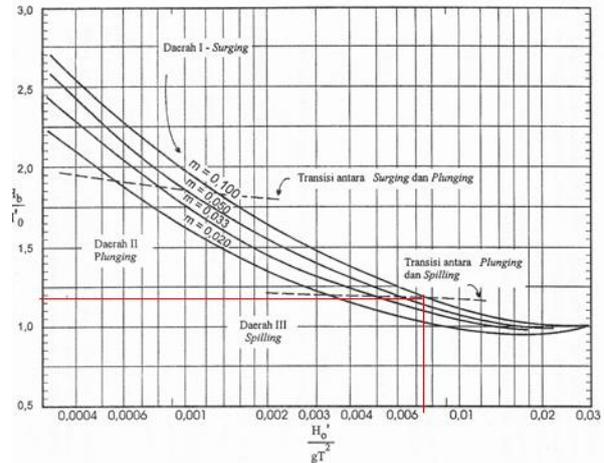
$\frac{H'o}{gT^2}$ dan kemiringan pantai (m) pada grafik

”Penentuan Tinggi Gelombang Pecah, Bambang Triatmodjo ‘Teknik Pantai’.

Plot pada grafik untuk :

$$\frac{H'o}{gT^2} = 0,0068 \text{ dan } m = 0,063$$

Didapat:



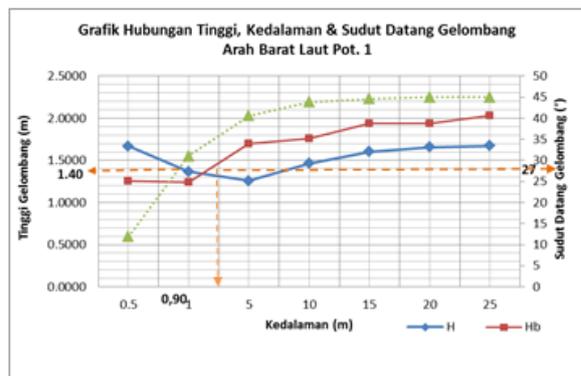
Gambar 9. Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah

H_b

$$H'o = 1,21 \rightarrow H_b = 2.02675 \text{ m}$$

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah

$H'o$	$H'o/gT^2$	m	$H_b/H'o$	H_b
1.6750	0.0068	0.063	1.21	2.0267
1.6840	0.0070	0.053	1.15	1.9366
1.6987	0.0070	0.040	1.14	1.9365
1.7091	0.0070	0.029	1.03	1.7803
1.6038	0.0067	0.024	1.06	1.7000
1.0856	0.0049	0.013	1.14	1.2376
1.1043	0.0047	0.013	1.14	1.2589



Gambar 10. Hubungan Tinggi, Kedalaman dan Sudut Datang Gelombang di Potongan 1.

Jadi berdasarkan Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman, dan Sudut datang Gelombang di Potongan 1 maka diperoleh :

Tinggi Gelombang Pecah = 1,40 m
 Gelombang Pecah pada kedalama = 0,90 m

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap Pantai Niampak Utara Kecamatan Beo Selatan, Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara dengan menggunakan data angin 10 tahun (masa lalu) diperoleh :

Tinggi Gelombang Pecah = 1,40 m
Gelombang Pecah pada kedalama = 0,90 m

Dari hasil analisa di atas, gelombang dapat merusak pantai tersebut.

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan pergerakan dari sedimen, bangkitan arus dan juga pelepasan energi yang terjadi di Pantai Niampak Utara Kecamatan Beo Selatan Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara. Perlu adanya bangunan pantai.

DAFTAR PUSTAKA

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

Danial, M. M., 2008. *Rekayasa Pantai*. Alfabeta. Bandung.

Douglass, S dan Chen, J., 2004. *Overview of Coastal Engineering : Waves*. Coastal Transportation Engineering Research and Education Center, South Alabama University. USA.

http://jun13-oseanografidanilmukelautan.blogspot.com/2011/01/gelombang_laut.html,21 Mei 2015

http://heavy-stuff.com/2011/05/Arah-angin-yang-dapat-membangkitkan_gelombang.html,21 Mei 2015

<http://robroslinggeoblog.blogspot.com/2012/07Tipe-Gelombang-Pecah.html>,21 Mei 2015

<http://rahmatriski.com/2009/01/22/proses-perubahan-garis-pantai/>,21 Mei 2015

Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B., 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta