

ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DI PANTAI BAHOI KECAMATAN LIKUPANG BARAT

Masita Aisza mokodongan

Muh. Ihsan Jasin, Arthur H. Thambas

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: mokodonganmasita@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan wilayah pantai sangat penting untuk mempertahankan bentuk garis pantai. Pantai Desa Bahoi mengalami pengikisan akibat gelombang sehingga di garis pantai tersebut mengalami kerusakan. Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di pantai Desa Bahoi, peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin masa lalu selama 10 tahun dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Dari data tersebut bisa didapatkan tinggi dan periode gelombang yang signifikan. Dari hasil perhitungan diperoleh lima arah pembentukan gelombang yakni Timur Laut, Timur, Tenggara dan selatan dengan gelombang maksimum yang terjadi dari arah Timur dengan tinggi gelombang 1.132 m dan periode 3.411 det. Diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 1.0260 sampai 1.4900 dan koefisien shoaling yang terjadi antara 0.8343 sampai 1.1865. Nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 1.0260 sampai 1.4900 dan koefisien shoaling yang terjadi antara 0.8343 sampai 1.1865. Tinggi gelombang pecah yang terjadi berkisar antara 0.9098 m sampai dengan 1.3987m pada kedalaman -1m sampai -10 m.

Kata Kunci : *Pantai Desa Bahoi, gelombang pecah, karakteristik gelombang, refraksi, shoaling.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai adalah daerah pertemuan antara darat, laut dan udara dimana terjadi interaksi dinamis antara air, angin, dan material penyusun didalamnya. Hal ini menyebabkan pantai rentan terhadap perubahan, dimana perubahan tersebut dapat menjadi penyebab kerusakan pada daerah pesisir pantai.

Desa Bahoi adalah salah desa dengan pemukiman disekitar pantai, juga merupakan kawasan ekowisata. Pesisir pantai desa bahoi mengalami kerusakan pinggiran pantai dimana pinggiran pantai tersebut mulai tergerus dan kian hari kian bertambah besar sehingga menyebabkan mundurnya garis pantai desa tersebut.

Menurut informasi warga sejak dulu tidak ada bangunan pengaman pantai di desa tersebut jadi apabila gelombang pasang datang sebagian rumah warga tergenang air laut. Dikarenakan hal tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai kerusakan terutama penyebab mundurnya garis pantai di desa tersebut dan alternatif bangunan pengaman pantai untuk mencegah kerusakan pantai di desa tersebut tidak berlanjut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dibuat suatu rumusan masalah. Rumusan masalah dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:
Bagaimana karakteristik gelombang di Desa Bahoi?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh karakteristik gelombang berupa periode gelombang, tinggi gelombang dan proses transformasi gelombang.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada:

1. Lokasi penelitian ini pada desa Bahoi kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara
2. Gelombang yang dihitung adalah gelombang yang diakibatkan oleh angin
3. Data angin yang dipakai adalah data angin 10 tahun terakhir
4. Data angin yang dipakai adalah data angin dari BMKG
5. Data Batimetri yang digunakan adalah data dari website batnas.big.go.id

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Sebagai masukan dalam mengembangkan penelitian tentang kerusakan pantai.
2. Sebagai pengetahuan bagi penulis dalam mengembangkan pengetahuan tentang teknik pantai
3. Sebagai referensi kepada pemerintah dalam pengelolaan wilayah pesisir pantai Bahoi.

LANDASAN TEORI

Gambaran Umum Pantai

Dalam bidang teknik ada dua istilah tentang kepantauan yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedang pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai.

Gelombang

Gelombang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitan seperti angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-bulanmatahari (gelombang pasang-surut), gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yanug disebabkan oleh gerakan kapal.

Hindcasting Gelombang

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

Metode peramalan gelombang dapat dibedakan atas peramalan gelombang laut dangkal. Metode peramalan laut dangkal memperhitungkan faktor gesekan antara gerak air dan dasar laut sehingga mengurangi tinggi

gelombang yang terbentuk, sedangkan metode peramalan laut dalam tanpa mempengaruhi dasar laut jadi gelombang yang terbentuk tidak dipengaruhi oleh keadaan dasar laut.

Fetch

Fetch adalah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang relatif konstan. Pada kenyataan, angin bertiup bervariasi atau sembarang sehingga panjang *Fetch* efektif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta lokasi studi dengan skala yang cukup besar, sehingga dapat terlihat pulau-pulau/daratan yang mempengaruhi pembentukan gelombang disuatu lokasi. Sedangkan jarak *fetch* merupakan jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup.

Hal-hal yang menjadi pembatas dari *fetch* adalah garis pantai yang berhadapan dengan arah datang gelombang dan arah angin yang selalu berganti-ganti. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Panjang *Fetch* dihitung untuk 8 arah mata angin dan ditentukan berdasarkan rumus berikut.

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

dengan

- F_{eff} : *Fetch* efektif
- F : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.
- α : Sudut Deviasi pada kedua sisi dari arah angin

Estimasi Angin Permukaan untuk Peramalan Gelombang

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau dengan mengkonversi data angin yang diukur di darat.

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:

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

dengan:

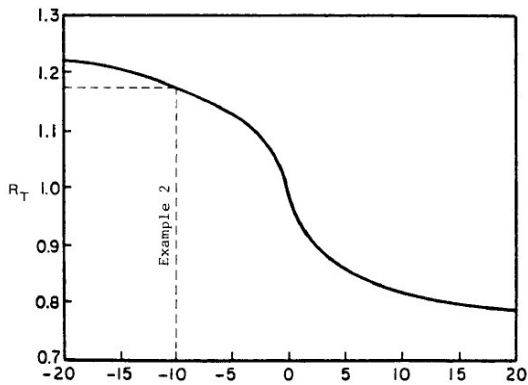
- $U_{(10)}$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m.
- y = Ketinggian pengukuran angin (y < 20 m)

❖ 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)



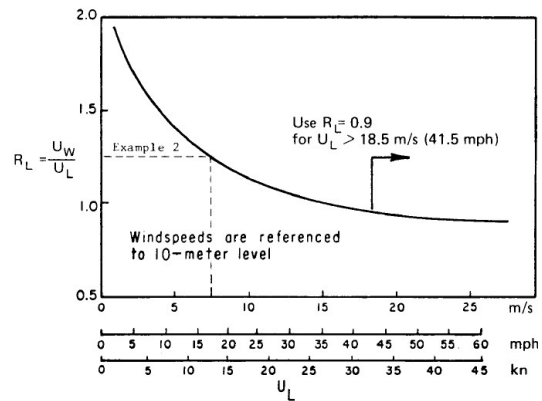
Gambar 1. Faktor koreksi beda suhu di laut dan di darat.
Sumber: SPM' 84

❖ 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 2. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat

Pembentukan Gelombang di Laut Dalam

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

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

Open Water

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

Restricted Fetch

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

❖ 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

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

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

Fetch Limited

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

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

Setelah mendapatkan nilai H dan T, cek kondisi pembangkitan gelombang. Kondisi gelombang *fully developed* apabila memenuhi ketentuan-ketentuan berikut ini :

$$\frac{gH}{U_A^2} \geq 2.433 \cdot 10^{-4} \dots\dots\dots(15)$$

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

$$\frac{gT}{U_A} \geq 7.15 \cdot 10^4 \dots\dots\dots(17)$$

❖ 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:

$$H_0 = H_{fd} \dots\dots\dots(22)$$

$$T_0 = T_{fd} \dots\dots\dots(23)$$

❖ Apabila kondisi gelombang *non fully developed* maka :

$$H_0 = H \dots\dots\dots(24)$$

$$T_0 = T \dots\dots\dots(25)$$

dengan:

U_A : Faktor tegangan angin.

\hat{U}_A : Faktor tegangan angin untuk *restricted fetch* = $(U_A \cos \theta)$

θ : Sudut antara arah angin dan arah datang gelombang.

t_i : Durasi angin berhembus.

F : Panjang *fetch*.

g : Percepatan gravitasi.

t_{fetch} : Besarnya durasi angin yang menentukan apakah gelombang yang terjadi termasuk di dalam kategori *fetch limited* atau *duration (time) limited*.

Bila $t_i > t_{fetch}$ termasuk di dalam kategori *fetch limited*.

Bila $t_i < t_{fetch}$ termasuk di dalam kategori *duration limited*.

H : Tinggi gelombang (dari metode *fetch limited / duration limited*).

T : Periode gelombang (dari metode *fetch limited / duration limited*).

H_{fd} : Tinggi gelombang *fully developed*.

T_{fd} : Periode gelombang *fully developed*.

H_0 : Tinggi gelombang laut dalam.

T_0 : Periode gelombang laut dalam.

Transformasi Gelombang

Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk. Penyebab perubahan ini diantaranya ialah proses refraksi gelombang, pendangkalan gelombang dan proses pecahnya gelombang.

Refraksi Gelombang

Refraksi gelombang adalah perubahan bentuk gelombang yang diakibatkan oleh berubahnya kedalaman laut. Di daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang yaitu dilaut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut.

Perubahan arah gelombang karena refraksi tersebut menghasilkan konvergensi (penguncupan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang dan mempengaruhi energi gelombang yang terjadi di suatu tempat di daerah pantai.

Persamaan perubahan tinggi gelombang di rumuskan sebagai berikut:

$$H = K_s \times K_r \times H_0 \dots\dots\dots(26)$$

Dimana:

H : Tinggi gelombang.

K_s : Koefisien pendangkalan

K_r : Koefisien refraksi

H_0 : Tinggi gelombang di laut dalam (tanpa memperhitungkan refraksi gelombang bila arah gelombang tegak lurus kontur kedalaman).

koefisien refraksi adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \dots\dots\dots(27)$$

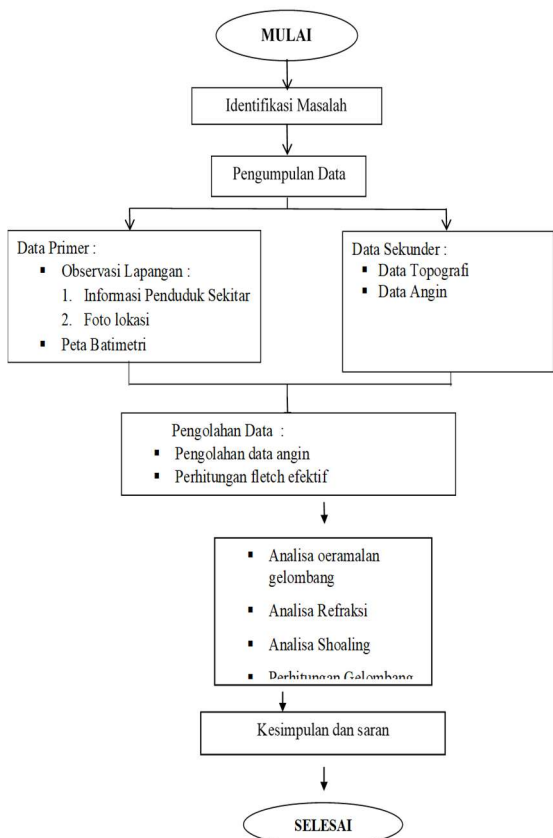
Shoaling (Pendangkalan)

Koefisien pendangkalan K_s merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air.

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 \times C_0}{n_1 \times L_1}} \dots\dots\dots (28)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan fetch efektif



Gambar 4. Fetch Arah, Timur Laut, Timur, Tenggara dan Selatan

Tabel 1. Perhitungan Panjang *Fetch* Untuk Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya		Fcos(α)	cos(α)	F _{eff} (km)
		(m)	(km)			
UTARA (N)	-20	0	0	0	0,940	0
	-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	
TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0	0,000	0,940	4,823198
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
	-5	0	0	0,000	0,996	
	0	6770	6,770	6,770	1	
	5	7450	7,450	7,422	0,996	
	10	8350	8,350	8,223	0,985	
TIMUR (E)	-20	0	0	0	0,940	12,95161
	-15	0	0	0	0,966	
	-10	0	0	0	0,985	
	-5	0	0	0	0,996	
	0	13160	13,160	13,160	1	
	5	13210	13,210	13,160	0,996	
	10	13360	13,360	13,157	0,985	
TENGGARA (SE)	-20	8170	8,17	7,67289	0,940	5,099865
	-15	6910	6,91	6,674547	0,966	
	-10	6020	6,02	5,928543	0,985	
	-5	5370	5,37	5,349566	0,996	
	0	4890	4,89	4,89	1	
	5	4510	4,51	4,492838	0,996	
	10	4220	4,22	4,155889	0,985	
SELATAN (S)	-20	1760	1,76	1,653859	0,940	0,787833
	-15	1720	1,72	1,661392	0,966	
	-10	1720	1,72	1,693869	0,985	
	-5	1910	1,91	1,902732	0,996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0,996	
	10	0	0	0	0,985	
BARAT DAYA (SW)	-20	0	0	0	0,940	0
	-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	
BARAT (W)	-20	0	0	0	0,940	0
	-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	
BARAT LAUT (NW)	-20	0	0	0	0,940	0
	-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	

Analisa Angin

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

Tabel 2 Data Kecepatan Dan Arah Angin Pada Tahun 2009

BULAN	KECEPATAN		ARAH
	M/S	KNOT	
JAN	18	34,9884	W
FEB	9	17,4942	SW
MAR	6	11,6628	W
APR	6	11,6628	W
MAY	6	11,6628	W
JUN	11	21,3818	S
JUL	14	27,2132	SE
AUG	14	27,2132	S
SEP	11	21,3818	SE
OCT	13	25,2694	W
NOV	23	44,7074	N
DEC	13	25,2694	N

Perhitungan Faktor Tegangan Angin

Data angin digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang, data angin yang akan di gunakan harus dikoreksi terhadap elevasi, stabilitas, dan efek lokasi untuk mendapatkan faktor nilai faktor tegangan angin(UA).

Tabel 3 Perhitungan Faktor Tekanan Angin Pada Tahun 2009

Arah Angin	Uz m/det	Nilai RL	U10 = Uz (10/z)^1/7	UA = RT.RL.U10
W	18	0,96	13,2811	14,0248
SW	9	1,17	6,6405	8,5464
W	6	1,31	4,4270	6,3793
W	6	1,31	4,4270	6,3793
W	6	1,31	4,4270	6,3793
S	11	1,1	8,1162	9,8206
SE	14	1,01	10,3297	11,4763
S	14	1,01	10,3297	11,4763
SE	11	1,1	8,1162	9,8206
W	13	1,025	9,5919	10,8148
N	23	0,91	16,9702	16,9872
N	13	1,025	9,5919	10,8148

Peramalan Tinggi Dan Periode Gelombang

Perhitungan *hindcasting* gelombang untuk mendapatkan nilai H₀ dan T₀

Tabel 4. Perhitungan *Hindcasting* Gelombang Maksimum Tahun 2009-2010

Tahun	Bulan	Arah	Uz	U10	RL	UA	F _{EFF}	t _i
			m/d	m/d		m/d	km	d
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
2009	JAN	W	18,000	13,281	0,96	14,02	0,000	86400
2009	FEB	SW	9,000	6,641	1,17	8,55	0,000	86400
2009	MAR	W	6,000	4,427	1,31	6,38	0,000	86400
2009	APR	W	6,000	4,427	1,31	6,38	0,000	86400
2009	MAY	W	6,000	4,427	1,31	6,38	0,000	86400
2009	JUN	S	11,000	8,116	1,10	9,82	0,788	86400
2009	JUL	SE	14,000	10,330	1,01	11,48	5,100	86400
2009	AUG	S	14,000	10,330	1,01	11,48	0,788	86400
2009	SEP	SE	11,000	8,116	1,10	9,82	5,100	86400
2009	OCT	W	13,000	9,592	1,03	10,81	0,000	86400
2009	NOV	N	23,000	16,970	0,91	16,99	0,000	86400
2009	DEC	N	13,000	9,592	1,03	10,81	0,000	86400
2010	JAN	W	15,000	11,068	1,00	12,17	0,000	86400
2010	FEB	E	22,000	16,232	0,91	16,25	12,952	86400
2010	MAR	N	14,000	10,330	1,01	11,48	0,000	86400
2010	APR	SW	14,000	10,330	1,01	11,48	0,000	86400
2010	MAY	SW	10,000	7,378	1,16	9,41	0,000	86400
2010	JUN	N	11,000	8,116	1,10	9,82	0,000	86400
2010	JUL	E	10,000	7,378	1,16	9,41	12,952	86400
2010	AUG	SE	10,000	7,378	1,16	9,41	5,100	86400
2010	SEP	E	9,000	6,641	1,18	8,62	12,952	86400
2010	OCT	W	8,000	5,903	1,21	7,86	0,000	86400
2010	NOV	W	13,000	9,592	1,03	10,81	0,000	86400
2010	DEC	W	18,000	13,281	0,96	14,02	0,000	86400

Tabel 4. Lanjutan

Open Water/ Restricted Fetch	t _{FETCH} d	Kondisi Gelombang	H ₀ (1) m	T ₀ (1) d
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
Open Water	1280,19	Fetch Limited	0,179	1,450
Open Water	4221,54	Fetch Limited	0,381	2,273
Open Water	1215,40	Fetch Limited	0,204	1,501
Open Water	4446,57	Fetch Limited	0,335	2,195
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
Open Water	6998,03	Fetch Limited	0,694	3,020
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
Open Water	8394,17	Fetch Limited	0,441	2,675
Open Water	4509,56	Fetch Limited	0,323	2,175
Open Water	8644,81	Fetch Limited	0,409	2,623
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000
-	0,00	Fetch Limited	0,000	0,000

Tabel 4. Lanjutan

$\frac{gH}{U_A^2}$	$\frac{gT}{U_A}$	$\frac{g^2 t_i}{U_A}$	Fully/Non fully Developed	H ₀ m	T ₀ d
[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
0,000	0,000	60434,68	-	0,000	0,000
0,000	0,000	99174,86	-	0,000	0,000
0,000	0,000	132864,03	-	0,000	0,000
0,000	0,000	132864,03	-	0,000	0,000
0,000	0,000	132864,03	-	0,000	0,000
0,018	1,448	86306,72	Non Fully Developed	0,179	1,450
0,028	1,943	73855,11	Non Fully Developed	0,381	2,273
0,015	1,283	73855,11	Non Fully Developed	0,204	1,501
0,034	2,193	86306,72	Non Fully Developed	0,335	2,195
0,000	0,000	78372,33	-	0,000	0,000
0,000	0,000	49895,43	-	0,000	0,000
0,000	0,000	78372,33	-	0,000	0,000
0,000	0,000	69620,75	-	0,000	0,000
0,026	1,824	52163,40	Non Fully Developed	0,694	3,020
0,000	0,000	73855,11	-	0,000	0,000
0,000	0,000	73855,11	-	0,000	0,000
0,000	0,000	90026,83	-	0,000	0,000
0,000	0,000	86306,72	-	0,000	0,000
0,049	2,788	90026,83	Non Fully Developed	0,441	2,675
0,036	2,266	90026,83	Non Fully Developed	0,323	2,175
0,054	2,986	98334,39	Non Fully Developed	0,409	2,623
0,000	0,000	107883,40	-	0,000	0,000
0,000	0,000	78372,33	-	0,000	0,000
0,000	0,000	60434,68	-	0,000	0,000

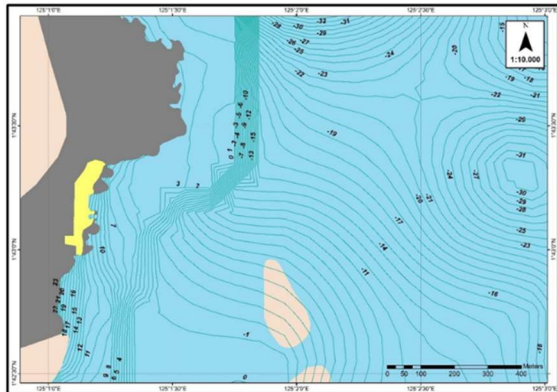
Tabel 5. Tabel rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing – masing fetch berdasarkan Hindcasting Gelombang tahun 2009-2019.

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		NE	E	SE	S	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0,295	0	0	0	NE	0,295
	T (det)	2,106	0	0	0		2,106
FEBRUARI	H (m)	0	0	0	0	-	0,000
	T (det)	0	0	0	0		0,000
MARET	H (m)	0	0	0	0	-	0,000
	T (det)	0	0	0	0		0,000
APRIL	H (m)	0	0	0	0	-	0,000
	T (det)	0	0	0	0		0,000
MEI	H (m)	0	0	0	0	-	0,000
	T (det)	0	0	0	0		0,000
JUNI	H (m)	0	0	0,509	0,179	SE	0,509
	T (det)	0	0	2,455	1,450		2,455
JULI	H (m)	0	0,614	0,298	0,350	S	0,614
	T (det)	0	2,923	2,129	1,733		2,923
AGUSTUS	H (m)	0	0	0,528	0,204	SE	0,528
	T (det)	0	0	2,480	1,501		2,480
SEPTEMBER	H (m)	0	1,132	0,335	0	E	1,132
	T (det)	0	3,441	2,195	0		3,441
OKTOBER	H (m)	0	0,614	0,450		E	0,614
	T (det)	0	2,923	2,376			2,923
NOVEMBER	H (m)	0	0,647	0	0	NE	0,647
	T (det)	0	2,964	0	0		2,964
DESEMBER	H (m)	0	0,000	0	0	-	0,000
	T (det)	0	0,000	0	0		0,000
MAX TIAP ARAH	H (m)	0,295	1,132	0,528	0,350	E	1,132
	T (det)	2,106	3,441	2,480	1,733		3,441

Dari tabel rekapitulasi dapat diketahui bahwa gelombang maksimum yang terjadi berasal dari arah barat.

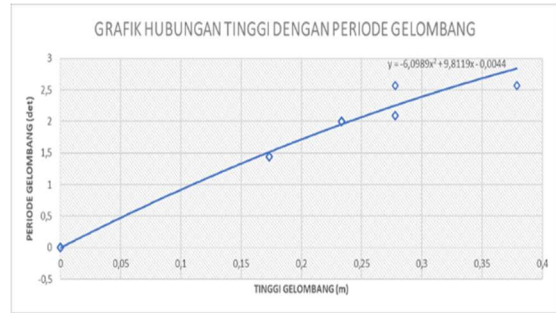
Analisa Transformasi Gelombang

Perhitungan Koefisien Refraksi (Metode Perhitungan Analitis)



Gambar 5. Peta Bathimetri Desa Bahoi

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 6. Hubungan Tinggi Dengan Periode Gelombang

Berdasarkan grafik hubungan tinggi dan periode gelombang didapat persamaan :

$$y = - 6.0989x^2 + 9.8119x - 0.0044$$

Perhitungan Koefisien Refraksi

Tabel 6. Perhitungan Refraksi Arah Timur

a ₀	d	H ₀	T	L ₀	d/L ₀	d/L
90	10	1,13	3,2863	16,847	0,5936	0,59428
87,2003	9	1,1421	3,2464	16,441	0,5474	0,54852
85,3999	8	1,1405	3,2532	16,510	0,4846	0,48674
82,8925	7	1,1323	3,2864	16,848	0,4155	0,41978
79,1543	6	1,1107	3,3697	17,714	0,3387	0,34741
73,2494	5	1,0660	3,5245	19,379	0,2580	0,27485
64,0167	4	0,9968	3,7162	21,544	0,1857	0,22150
48,8960	3	0,9934	3,7241	21,636	0,1387	0,17386
36,9377	2	0,9567	3,8004	22,531	0,0888	0,13113
24,0033	1	1,0570	3,5527	19,689	0,0508	0,09499

Tabel 6. Lanjutan

L	Co	C	sin a	a	cos a ₀ /cos a	Kr
16,8271	5,127	5,1204	0,999	87,2003	1,0321	1,0159
16,4079	5,0644	5,0541	0,997	85,3999	1,0211	1,0105
16,4358	5,0750	5,0522	0,9923	82,8925	1,0302	1,0150
16,6756	5,1267	5,0742	0,9821	79,1543	1,0472	1,0233
17,2705	5,2567	5,1252	0,9576	73,2494	1,0806	1,0395
18,1917	5,498	5,1615	0,8989	64,0167	1,1442	1,0697
18,0589	5,797	4,8595	0,7535	48,8960	1,3092	1,1442
17,2552	5,810	4,6333	0,6009	36,9377	1,3237	1,1505
15,2518	5,929	4,0132	0,4068	24,0033	1,5389	1,2405
10,5274	5,542	2,9633	0,2175	12,5623	1,9107	1,3823

Perhitungan Koefisien Shouling

Tabel 7. Perhitungan Shouling Arah Timur

n ₀	n	Kr	Ks	H	d/L	L	Co
0,5	0,5042	1,0159	0,9929	1,1421	0,59428	16,8271	5,127
0,5	0,5070	1,0105	0,9882	1,1405	0,54852	16,4079	5,0644
0,5	0,5135	1,0150	0,9781	1,1323	0,48674	16,4358	5,0750
0,5	0,5270	1,0233	0,9586	1,1107	0,41978	16,6756	5,1267
0,5	0,5555	1,0395	0,9233	1,0660	0,34741	17,2705	5,2567
0,5	0,6093	1,0697	0,8742	0,9968	0,27485	18,1917	5,498
0,5	0,6849	1,1442	0,8710	0,9934	0,22150	18,0589	5,797
0,5	0,7490	1,1505	0,8371	0,9567	0,17386	17,2552	5,810
0,5	0,8293	1,2405	0,8906	1,0570	0,13113	15,2518	5,929
0,5	0,8984	1,3823	1,0409	1,5209	0,09499	10,5274	5,542

Perhitungan Gelombang Pecah

Gelombang pecah pada kedalaman : 1.9 m

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah Arah Timur

H'o	H'o/gT ²	m	Hb/H'o	Hb
1,1404	0,0108	0,02	0,90	1,0264
1,1557	0,0112	0,0162	0,88	1,0170
1,1660	0,0112	0,0149	0,88	1,0260
1,1812	0,0111	0,0135	0,90	1,0630
1,2030	0,0108	0,0133	0,92	1,1068
1,2195	0,0100	0,0131	1,00	1,2195
1,1445	0,0084	0,0129	1,05	1,2017
1,1867	0,0087	0,0103	1,03	1,2223
1,0742	0,0076	0,0073	1,06	1,1387
1,0155	0,0082	0,0046	1,06	1,0764

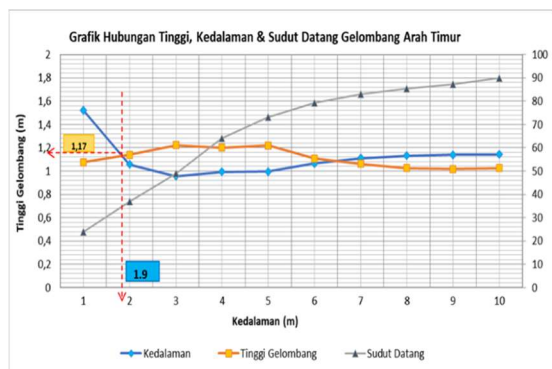
PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap pesisir Desa Bahoi menggunakan data angin (masa lalu) 10 tahun, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Diperoleh lima arah pembentukan gelombang yakni Timur Laut, Timur, Tenggara dan Selatan. Gelombang maksimum terjadi dari arah Timur pada bulan September 2012 dengan tinggi gelombang 1.132 m dan periode 3.411 det
2. Diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 1.0105 sampai 1.3823 dan koefisien *shoaling* yang terjadi antara 0.8371 sampai 1.0409
3. Tinggi gelombang pecah yang terjadi berkisar antara 1.0170m sampai dengan 1.2223m pada kedalaman -1m sampai -10m
4. Tinggi gelombang pecah maksimum diperoleh Hb = 1.2223 m pada kedalaman db : 3 m pada jarak 291 m kearah laut
5. Tinggi gelombang pecah maksimum diperoleh Hb = 1.2223 m pada kedalaman db : 3 m pada jarak 291 m kearah laut

Selanjutnya dibuat grafik hubungan tinggi, kedalaman dan sudut datang gelombang



Gambar 7. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & sudut datang gelombang

Dari grafik hubungan tinggi, kedalaman dan sudut datang gelombang diperoleh:

Tinggi gelombang pecah : 1.17 m

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pergerakan sedimen, bangkitan arus dan juga pelepasan energi yang terjadi di pesisir Desa Bahoi, agar diketahui apakah diperlukan bangunan pengaman pantai atau tidak

DAFTAR PUSTAKA

Dauhan, Stefani Kristie., H. Tawas, H. Tangkudung, J. D. Mamoto., 2013. *Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Gasis Pantai Atep Oki*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.12, November 2013 (784-796) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.

Putri, Pangestika Indiani., M. Ihsan Jasin, Fuad Halim., 2018. *Analisis Karakteristik Gelombang di Teluk Amurang Kabupaten minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.8 Agustus 2018 (559-568) ISSN: 2337-6732

Samudra, Annisa Rimadantia., M. Ihsan Jasin, Fuad Halim., 2018. *Evaluasi kinerja breakwater terhadap gelombang di kawasan pelabuhan manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.4 April 2018 (211-224) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.

Tawoeda, Satria Putra., Hanjse.J Tawas, Fuad Halim., 2016. *Studi Transformasi Gelombang Terhadap Perubahan Garis Pantai Beo Barat Kabupaten Kepulauan Talaud*. Jurnal Sipil

Statik Vol.4 No.3 Maret 2016 (155-164) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.

Thambas, Arthur Harris, Nur Yuwono., 2003. *Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya Dalam Peramalan Gelombang di Wilayah Tengah Indonesia: Pulau Jawa, Sulawesi dan Kalimantan*. Tesis. Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta.

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

Triatmodjo, B. 2003. Pelabuhan. Yogyakarta

Halaman ini sengaja dikosongkan