

ANALISIS KINERJA GELOMBANG DI PANTAI MALALAYANG II

Lukas Gerrits

Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasim

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: gerritsluck78@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan wilayah pantai sangatlah penting dalam mempertahankan bentuknya dimana wilayah pantai berperan khusus dalam bidang rekreasi, pelabuhan, navigasi, dan lain sebagainya. Pantai Malalayang II yang merupakan salah satu wilayah pantai daerah wisata. Oleh sebab itu dalam pengembangan dan pengamanan daerah pesisir maka perlu mengetahui karakteristik gelombang yang terjadi di pantai tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja gelombang dengan menggunakan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di daerah pantai Malalayang II. Peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun dari stasiun BMKG Samratulangi Manado untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan.

Dari hasil perhitungan gelombang di perairan Pantai Malalayang II didominasi oleh gelombang arah Utara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Juni 2012 dengan $H = 0.061$ m dan $T = 1.304$ det. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.979 sampai 1.500 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.963 sampai 1.189. Tinggi gelombang yang didapat dari hasil perhitungan berkisar pada 0.123 sampai 0.5 m pada kedalaman 1 m sampai 5 m.

Kata kunci: *Pantai Malalayang II, kinerja gelombang, refraksi, shoaling, gelombang pecah.*

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.

Daerah studi terletak di pantai Malalayang II, Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. Pantai yang sangat berpotensi sebagai daerah wisata ini, berdasarkan pengamatan di lapangan ternyata telah mengalami perubahan fisik (kerusakan) pada daerah pesisir pantai. Kerusakan ini diakibatkan oleh proses

dinamika pantai seperti abrasi yang berdampak buruk serta menimbulkan keawatiran bagi warga pesisir pantai tersebut. Oleh sebab itu dalam pengembangan dan pengamanan daerah pesisir serta perlindungan penduduk maka perlu mengetahui kinerja gelombang yang terjadi di pantai tersebut. Berdasarkan hal tersebut penulis berkeinginan untuk menentukan kinerja gelombang yang terjadi di pantai Malalayang II.

Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan di pantai Malalayang II dapat terlihat bahwa telah terjadi kerusakan pada pantai. Karakteristik gelombang di pantai merupakan faktor yang sangat penting dalam mengembangkan atau melindungi suatu daerah pantai.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu diketahui Kinerja dari gelombang guna pengembangan dan perlindungan khususnya pada daerah pantai Malalayang II.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada:

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

Tujuan Penelitian

Studi ini bertujuan untuk mengetahui kinerja gelombang di daerah pantai Malalayang II.

Manfaat Penelitian

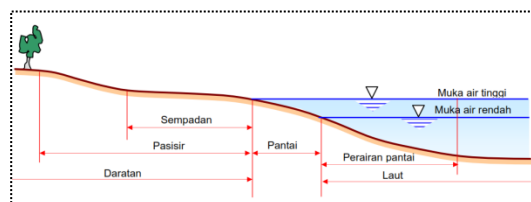
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai teknik pantai khususnya dalam mempelajari kinerja gelombang yang sering terjadi.
2. Sebagai informasi *data base* kinerja gelombang di pantai Malalayang II.

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

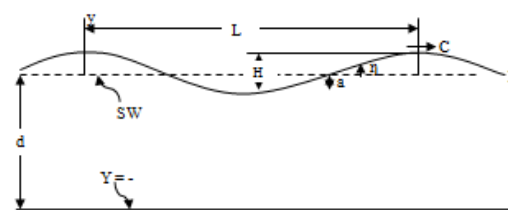
Gelombang

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. Teori Gelombang
Sumber : Triatmodjo, 1999

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.

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
- ❖ Koreksi Stabilitas
- ❖ Koreksi Lokasi Pengamatan

Pembentukan Gelombang di Laut Dalam

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

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 menjaral tanpa dipengaruhi dasar laut.

Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)

Koefisien pendangkalan K_s merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air.

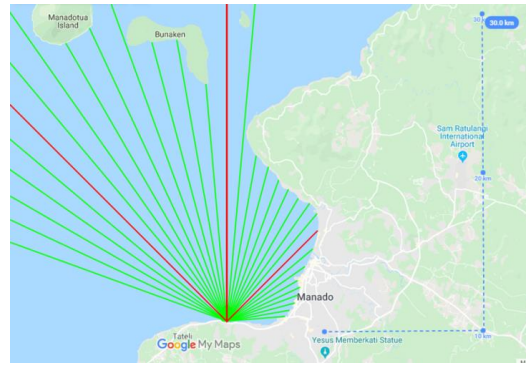
Proses Pecahnya Gelombang

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Perhitungan *Fetch* Efektif



Gambar 7. Fetch Arah Utara, Timur Laut, Timur, Barat, dan Barat Laut

Perhitungan Fetch :

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

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	$\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	F_{eff} (km)
UTARA (N)	20	25000	25	0,9397	0,9397	92,73166
	15	18238,97059	18,23897059	0,966	0,966	
	10	18084,55882	18,08455882	0,985	0,985	
	5	15069,85294	15,06985294	0,996	0,996	
	0	25000	25	1	1	
	0	25000	25	1	1	
TIMUR LAUT (NE)	10	10617,64706	10,61764706	0,985	0,985	7,518767
	15	10106,61765	10,10661765	0,966	0,966	
	20	9500	9,5	0,940	0,940	
	20	9202,205882	9,202	0,934	0,934	
	15	8974,264706	8,974	0,966	0,966	
	10	9073,529412	9,074	0,985	0,985	
TIMUR (E)	0	8180,147059	8,180	1	1	2,208459
	5	7095,588235	7,096	0,996	0,996	
	10	6026,732941	6,027	0,985	0,985	
	15	5132,352941	5,132	0,966	0,966	
	20	5073,529412	5,074	0,940	0,940	
	20	4738,970588	4,739	0,934	0,934	
Tenggara (SE)	15	4404,411765	4,404	0,966	0,966	0
	10	4004,476471	4,004	0,985	0,985	
	5	3676,470588	3,677	0,996	0,996	
	0	3062,5	3,063	1	1	
	0	0	0,000	0,000	0,000	
	0	0	0,000	0,000	0,000	
Selatan (S)	10	0	0	0,985	0,985	0
	15	0	0	0,966	0,966	
	20	0	0	0,940	0,940	
	20	0	0	0,934	0,934	
	15	0	0	0,966	0,966	
	10	0	0	0,985	0,985	
Barat Daya (SW)	10	0	0	0,985	0,985	0
	15	0	0	0,966	0,966	
	20	0	0	0,940	0,940	
	20	0	0	0,934	0,934	
	15	0	0	0,966	0,966	
	10	0	0	0,985	0,985	
Barat (W)	0	0	0	0,996	0,996	28,08123
	5	2316,176471	2,316176471	0,996	0,996	
	10	2683,823529	2,683823529	0,985	0,985	
	15	3088,232941	3,088232941	0,966	0,966	
	20	3529,411765	3,529411765	0,940	0,940	
	20	25000	25	0,934	0,934	
Barat Laut (NW)	10	25000	25	0,985	0,985	200,1246
	15	25000	25	0,966	0,966	
	20	25000	25	0,940	0,940	
	20	25000	25	0,934	0,934	
	15	25000	25	0,966	0,966	
	10	25000	25	0,985	0,985	
						$F_{eff} (maks)$ 330,6647
						$F_{eff} (min)$ 200,1246

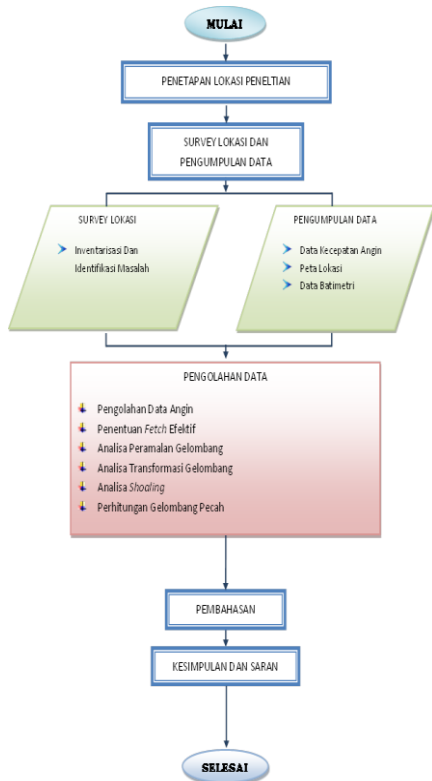
Sumber : Hasil Perhitungan

Analisa Angin

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum bulanan dalam selang waktu 10 tahun terakhir, yakni tahun 2009 – 2018. Data

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan studi :



Gambar 6. Tahapan Pelaksanaan Studi

angin diperoleh dari BMKG Samratulangi Manado. Arah angin diklasifikasikan dalam delapan arah mata angin.

Data angin dinyatakan dalam satuan knot, 1 knot = 1,852 km/jam = 0,515 m/d.

Perhitungan faktor tegangan angin

Perhitungan untuk mendapatkan nilai U_A (Perhitungan pada data angin bulan Juni 2012):

Tabel 2. Perhitungan *Hindcasting* Gelombang Maksimum Tahun 2014

Bulan	Arah	U_z	U_{10}	R_L	U_A	F_{EFF}	t_i
		m/d	m/d		m/d	km	d
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Juni	N	2,117	1,573	1,72	2,98	92,732	86400

Tabel 2. Lanjutan

Open Water/ Restricted Fetch	t_{FETCH}	Kondisi	$H_0(1)$	$T_0(1)$
[9]	[10]	Gelombang	m	d
[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
Open Water	-	-	-	-

Tabel 2. Lanjutan

$\frac{gH}{U_A^2}$	$\frac{gT}{U_A}$	$\frac{gt_i}{U_A}$	Fully/Non fully Developed	H_0	T_0
[14]	[15]	[16]	[17]	m	d
[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]
-	-	-	-	-	-

Hindcasting gelombang dilakukan untuk setiap data angin maksimum bulanan selama 10 tahun. Dari hasil *hindcasting* ini disusun rekapitulasi tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan dari tahun 2009 s/d 2018.

Tabel 3. Tabel rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing – masing *fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang tahun 2009 – 2018.

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang					Max Tiap Bulan	
		NW	NE	W	N	E	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0,026	0,125	0,037	0,029	0,000	NE	0,125
	T (det)	0,857	1,778	1,015	0,892	0,000	NE	1,778
FEBRUARI	H (m)	0,000	0,131	0,036	0,124	0,000	NE	0,131
	T (det)	0,000	1,799	0,999	1,776	0,000	NE	1,799
MARET	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
APRIL	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
MEI	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
JUNI	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
JULI	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
AGUSTUS	H (m)	0,000	0,108	0,000	0,000	0,000	NE	0,108
	T (det)	0,000	1,710	0,000	0,000	0,000	NE	1,710
SEPTEMBER	H (m)	0,000	0,110	0,000	0,000	0,084	NE	0,110
	T (det)	0,000	1,720	0,000	0,000	1,356	NE	1,720
OKTOBER	H (m)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	E	0,080
	T (det)	0,000	0,000	0,000	0,000	1,339	E	1,339
NOVEMBER	H (m)	0,000	0,116	0,029	0,025	0,069	NE	0,116
	T (det)	0,000	1,744	0,895	0,825	1,291	NE	1,744
DESEMBER	H (m)	0,024	0,000	0,032	0,031	0,000	W	0,032
	T (det)	0,815	0,000	0,936	0,930	0,000	W	0,936
MAX TIAP ARAH	H (m)	0,026	0,131	0,037	0,124	0,084	NE	0,131
	T (det)	0,857	1,799	1,015	1,776	1,356	NE	1,799

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

Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapat persamaan :

$$y = -110.15x^2 + 27.684x + 0.0204$$

(persamaan didapat menggunakan *trendline* di program MS. Excel)

Untuk arah Timur laut :

$$H_0 = 0.131 \text{ m}$$

$$T = -110.15x^2 + 27.684x + 0.0204 = 1.7572 \text{ detik}$$

Analisis berikutnya dibuat pada tabel 4.

Perhitungan Koefisien Refraksi

Tabel 4. Perhitungan Refraksi Untuk Potongan 1 Arah Timur Laut

H_0	T	L_0	d/L_0	d/L
0,1306	1,7572	4,8167	1,038	1,00000
0,1232	1,7592	4,8278	0,829	0,82550
0,1224	1,7587	4,8251	0,622	0,62050
0,1213	1,7578	4,8200	0,415	0,42890
0,1218	1,7582	4,8223	0,207	0,23200
0,1099	1,7324	4,6816	0,107	0,14700

Ket : untuk tabel berwarna hijau, 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
5,0000	2,7412	2,8455	0,5501	33,3730	0,9589	0,9792
4,8455	2,7443	2,7544	0,5521	33,5119	0,9959	0,9979
4,8348	2,7436	2,7491	0,5532	33,5881	0,9977	0,9989
4,6631	2,7421	2,6528	0,5352	32,3579	1,0380	1,0188
4,3103	2,7428	2,4516	0,4784	28,5802	1,1322	1,0640
3,4014	2,7025	1,9634	0,3476	20,3384	1,4052	1,1854

Perhitungan Koefisien Shoaling

Tabel 5. Perhitungan *Shoaling* Untuk Potongan 3 arah Timur Laut

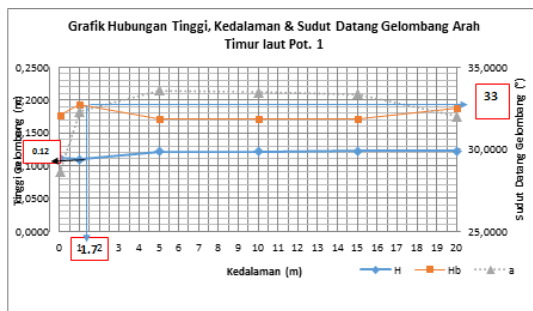
L_0	d/L_0	d/L	L	n_0	n	Kr	K_s	H
4,817	1,038	1,000	5,000	0,500	0,500	0,979	0,963	0,123
4,828	0,829	0,826	4,846	0,500	0,500	0,998	0,996	0,122
4,825	0,622	0,621	4,835	0,500	0,503	0,999	0,992	0,121
4,820	0,415	0,429	4,663	0,500	0,525	1,019	0,985	0,122
4,822	0,207	0,232	4,310	0,500	0,660	1,064	0,848	0,110
4,682	0,107	0,147	3,401	0,500	0,799	1,185	0,862	0,112

Perhitungan Gelombang Pecah

Tabel 6. Perhitungan gelombang pecah Untuk Potongan 1 arah Timur Laut

H _o	H _o /gT ²	m	H _b /H _o	H _b
0,1356	0,0045	0,1260	1,38	0,1871
0,1237	0,0041	0,1260	1,39	0,1720
0,1234	0,0041	0,1260	1,39	0,1715
0,1231	0,0041	0,1260	1,39	0,1712
0,1436	0,0047	0,1260	1,35	0,1939
0,1275	0,0043	0,1260	1,38	0,1759

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



Gambar 8. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & Sudut Datang Gelombang Arah Timur Laut Pot. 1

Berdasarkan grafik hubungan tinggi, kedalaman, dan sudut datang gelombang di potongan 1 maka diperoleh :

Tinggi gelombang pecah = 0.12 m
Gelombang pecah pada kedalaman = 0.90 m

Pembahasan

Dari hasil perhitungan fetch, hanya arah utara, timur laut, timur, barat, dan barat laut yang mempunyai panjang fetch. Dari gambar *fetch* terlihat bahwa panjang *fetch* tidak dibatasi oleh pulau-pulau disekitarnya, sehingga lokasi studi termasuk dalam “*open water*”, dengan panjang *fetch* sebesar 92.73166 km.

Dari hasil analisa data angin maksimum bulanan dalam selang waktu 10 tahun terakhir, yakni pada tahun 2009-2018 diperoleh data angin maksimum terjadi pada data angin bulan Juni 2012, dengan menggunakan metode *Hindcasting* gelombang dengan tinggi 0.061 m dan periode 1.304 m.

Kemudian analisa transformasi gelombang yang dihitung dengan menggunakan metode analitis diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi adalah 0.979 dan koefisien shoaling yang terjadi adalah 0.963.

Selanjutnya, tinggi gelombang pecah yang diperoleh dari grafik maka diperoleh tinggi gelombang pecah sebesar 0.123 m pada kedalaman 1.7 m dengan jarak 5 m dari garis pantai.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dari hasil penggambaran, diperoleh empat arah pembentukan gelombang yaitu, Utara, Timur Laut, Timur, Barat, dan Barat Laut. Dimana gelombang di perairan Pantai Malalayang II didominasi oleh gelombang arah Utara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Juni 2012 dengan tinggi 0.061 m dan periode 1.304 det.
2. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode analitis maka diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.979 sampai 1.500 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.963 sampai 1.189.
3. Tinggi gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 0.123 sampai 0.5 m pada kedalaman 1 m sampai 5 m.

Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap Pantai Malalayang II dengan menggunakan data angin 10 tahun (masa lalu) diperoleh :

Tinggi gelombang maksimum (H_b)
= 0.12 m
Gelombang pecah pada kedalaman (db)
= 1.7 m
Pada jarak 5 m dari garis pantai..

Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- Dauhan, Stefani Kristie, Hansje Tawas, Hanny Tangkudung, Jeffry D. Mamoto. 2013. *Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep Oki*. Jurnal Sipil Statik Vol 1. No 12, November 2013 (784-796) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Mulyabakti, Chandrika. 2016. M.Ihsan Jasin, J.D. Mamoto. *Analisis Karakteristik Gelombang dan Pasang Surut pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.9 September 2016 (585-594) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Triatmodjo, B. 2011. *Rencana Bangunan Pantai*. Buku Perencanaan Bangunan Pantai, DP2M Kemendikbud Republik Indonesia.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Yong, Ayub Giovano, Arthur H. Thambas, Tommy Jansen. 2019. *Alternatif Bangunan Pengaman Pantai di Desa Saonek Kabupaten Raja Ampat*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No. 9. September 2019 (1127-1140) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi
- Yuwono, Nur. 1982. *Teknik Pantai*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.