



## Analisis Keamanan dan Stabilitas Bangunan Pesisir Terhadap Hantaman Gelombang di Pantai Merpati, Kab. Bulukumba

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Muhammad Zulhaidir DJ Universitas Muhammadiyah Makassar Zulhaidir018@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 1 April 2024 <a href="http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst">http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst</a>
Muayyanah Arman Universitas Muhammadiyah Makassar	
Nenny Universitas Muhammadiyah Makassar	
Kasmawati Universitas Muhammadiyah Makassar	
Hamzah Al Imran Universitas Muhammadiyah Makassar	
Muh.Syafa'at S. Kuba Universitas Muhammadiyah Makassar	
Andi Maqbul Syamsuri Universitas Muhammadiyah Makassar	
Sukmasari Antaria Universitas Muhammadiyah Makassar	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### **Saran Penulisan Referensi:**

Zulhaidir DJ, M., Arman, M., Nenny, Kasmawati, Imran, H. A., Kuba, M. S. S., Syamsuri, A. M., & Antaria, S. (2024). Analisis Keamanan dan Stabilitas Bangunan Pesisir Dari hantaman Gelombang di Pantai Merpati, Kab. Bilikimba. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 43-51.

### **Abstrak**

Pantai Merpati merupakan sebuah Lokasi yang berada di Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba yang dimana daerah tersebut merupakan daerah perindustrian seperti pasar,dermaga dan juga sebagai ikon baru untuk Kabupaten Bulukumba,terdapat beberapa bangunan pengaman pantai yang tentunya sangat berperan penting untuk menjaga daerah pesisir dari abrasi pantai, dari hasil survey yang kami lakukan terdapat beberapa titik kerusakan terjadi pada bangun tersebut yang jika dibiarkan secara perlahan akan merusak bagian lain hingga berpotensi merusak seluruh bagian bangunan yang dapat mengakibatkan terjadinya abrasi sekitar bangunan dan merusak jalanan. Adapun tujuan dari penelitian yang kami lakukan adalah untuk mengetahui presentasi kerusakan yang terjadi pada bangunan pengaman pantai serta menghitung stabilitas bangunan terhadap gaya geser dan guling. Dari hasil yang kami dapatkan untuk setelah menganalisis dan survey langsung adalah kerusakan yang terjadi yaitu dibawah 1% dimana dalam CERC ditetapkan bahwa bangunan dikatakan aman apabila kerusakan  $\leq 5\%$  dan stabilitas terhadap guling dan geser aman.

**Kata kunci :** Stabilitas, Keamanan, Gelombang, Talud

### Abstract

Merpati Beach is a location located in Ujung Bulu District, Bulukumba Regency, where the area is an industrial area such as a market, pier and also as a new icon for Bulukumba Regency, there are several beach safety buildings which of course play a very important role in protecting coastal areas from coastal erosion. , from the results of the survey we conducted, there were several points of damage that occurred in the building which, if left unchecked, would slowly damage other parts and potentially damage all parts of the building which could result in abrasion around the building and damage to the roads. The aim of the research we conducted was to determine the presentation of damage that occurred in the floor security building and to calculate the stability of the building against shear and overturning forces. From the results we got after analyzing and direct surveys, the damage that occurred was below 1%, where in CERC it is stated that a building is said to be safe if the damage is  $\leq 5\%$  and the stability against overturning and sliding is safe.

**Keywords:** Stability, Security, Waves, Talud

## A. Pendahuluan

Pantai Merpati merupakan sebuah Lokasi yang berada di Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba yang dimana daerah tersebut merupakan daerah perindustrian seperti pasar,dermaga dan juga sebagai ikon baru untuk Kabupaten Bulukumba,terdapat beberapa bangunan pengaman pantai yang tentunya sangat berperan penting untuk menjaga daerah pesisir dari abrasi pantai, dari hasil survey yang kami lakukan terdapat beberapa titik kerusakan terjadi pada bangun tersebut yang jika dibiarkan secara perlahan akan merusak bagian lain hingga berpotensi merusak seluruh bagian bangunan yang dapat mengakibatkan terjadinya abrasi sekitar bangunan dan merusak jalanan

Pantai merupakan batas antara wilayah daratan dengan wilayah lautan. Wilayah yang termasuk wilayah pantai adalah daerah daratan baik yang terletak diatas maupun dibawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi dan daerah lautan yang terletak diatas dan dibawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi dibawahnya (Triatmodjo, 1999)

Pantai dapat diartikan sebagai suatu wilayah di mana wilayah daratan bertemu dengan wilayah lautan. Selain itu, pantai juga merupakan daerah atau tempat di mana gayagaya yang berasal dari laut direaksikan ke daratan (CERC, 1984 dalam Purnaditya, 2012).

Pantai merupakan bagian daratan yang terdekat dengan laut. Garis pantai adalah garis batas antara laut dengan darat. Pesisir adalah bagian daratan yang tergenang oleh air laut ketika pasang naik dan kering ketika pasang surut.Wilayah pesisir/pantai adalah suatu hal yang lebarnya bervariasi, yang mencakup tepi laut (shore) yang meluas kearah daratan hingga batas pengaruh marin masih dirasakan (Bird, 1969 dalam Sutikno,1999).

Pemecah gelombang atau *breakwater* menurut Triatmodjo (2010) merupakan salah satu bangunan pantai yang pekerjaannya dibangun di lepas pantai dan sejajar pantai. *Breakwater* atau pemecah gelombang itu sendiri adalah pemecah gelombang yang dibangun untuk melindungi wilayah perairan dari gangguan gelombang. Pemecah gelombang dibagi menjadi dua bagian, yaitu pemecah gelombang darat dan pemecah gelombang lepas pantai. (Farhan Rahmanda, dkk. 2022)

Gelombang dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan kedalaman relatifnya yaitu *deepwater* (gelombang laut dalam), *transitional water* (gelombang laut transisi), *shallow water*(gelombang laut dangkal) (Nur Yuwono, 1982).

Periode gelombang (T) adalah waktu tempuh di antara dua puncak atau dua lembah gelombang secara berurutan pada titik yang tetap (satuan detik). Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau dua lembah yang berurutan (satuan meter). Tinggi gelombang (H) adalah jarak vertikal antara puncak gelombang dan lembah gelombang (satuan meter). Cepat rambat gelombang (C) adalah kecepatan tempuh perjalanan suatu gelombang, yang dapat diperoleh dengan pembagian panjang gelombang (L) dengan periode gelombang (T) atau  $C=L/T$ . Dalam buku berjudul Getaran dan Gelombang mengartikan gelombang sebagai perambatan energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa menyeret materi yang dilewatinya (Prof. Yohanes Surya, Ph.D, 2009).

Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang (Wimala, 2017).

Gelombang laut adalah gerakan ada permukaan laut yang disebabkan oleh pengaruh angin. Jadi, saat terkena angin, air laut akan bergerak naik turun sehingga ada bentuk yang lebih rendah yang dinamakan dengan lembah (Mendy Laras, 2023).

Deformasi gelombang adalah perubahan sifat gelombang seperti tinggi, panjang, periode dan arah akibat perubahan kedalaman dasar laut dan adanya hambatan seperti pulau atau daratan tinggi yang tidak sejajar dengan dasar laut dan lain-lain (Rabung, 2012).

Bentuk dan karakteristik pemecah gelombang dibagi menjadi beberapa jenis sesuai kemampuan untuk meredam gelombang yang dihasilkan. Menurut bentuknya, pemecah gelombang dibedakan menjadi bangunan sisi miring, sisi tegak dan campuran yaitu tipe tenggelam dan tidak tenggelam. Pemecah gelombang tenggelam dapat dibedakan dalam 3 kategori yaitu, *dynamically stable reef breakwater*, *statically stable lowcrested breakwater* dan *statically stable submerged breakwater* (Briganti *et al.* 2004).

Seawall adalah tembok besar yang dibangun di sepanjang pantai untuk mencegah gelombang besar agar tidak terendam oleh pemecah gelombang. Seawall berfungsi untuk menahan laju gelombang yang menuju ke pantai yang dapat menimbulkan kerusakan berupa abrasi dan kerusakan lainnya (Bastian, 2021).

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Akresi pantai adalah perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut (Setiyono, 1996).

Abrasi pantai merupakan salah satu bencana yang sangat merugikan bagi kehidupan masyarakat khususnya yang berada di pesisir pantai. Abrasi pantai merupakan fenomena alam sehubungan dengan perubahan kenaikan permukaan air laut, iklim dan juga ekosistem yang sebagian besar dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang merusak dan mengakibatkan banyak permasalahan yang ada di wilayah pesisir pantai (Desmond Ofosu Anim, 2013).

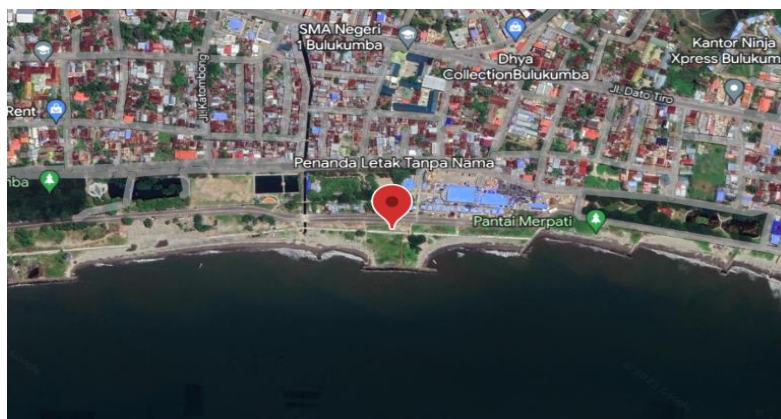
Pasang surut disebabkan oleh gaya tarik benda langit seperti matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Pada saat pasang, permukaan air laut naik menuju ke pantai dan pada saat air surut, permukaan air laut akan turun menuju laut lepas. Pasang surut disebabkan oleh efek sentrifugal atau traikan gravitasi bumi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa namun berbanding terbalik dengan jarak (Opa, E. T. 2011).

Kerusakan lapisindung terjadi karena material tergeser dari posisi semula akibat gelombang yang menerjang. Bahan lapisan pelindung berubah karena gaya gelombang yang berlebihan, terutama selama penurunan dan lonjakan (Jensen, 1984).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui presentasi kerusakan yang terjadi pada bangunan tersebut dan untuk mengetahui stabilitas bangunan terhadap gaya geser dan gaya guling.

## B. Metodologi

Lokasi penelitian yang akan kami kerjakan berada di Pesisir pantai Merpati lebih tepatnya di Pesisir Pantai Kecamatan Ujung Bulu, Kab. Bulukumba berada pada titik koordinat 5°33'19"S 120°12'07"E



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lokasi penelitian dengan melakukan observasi serta dokumentasi terhadap kondisi lokasi penelitian Pantai Seruni Kabupaten Bulukumba
2. Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari berbagai instansi dan studi literatur yang terkait sebagai data pendukung dan pelengkap dari data primer. Data sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut:
  - a. Data kecepatan angin Pantai Merpati Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba.
  - b. Data Pasang surut air laut Pantai Merpati Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba.
  - c. Data Tinggi Gelombang laut Pantai Merpati Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba.
  - d. Data arah angin pantai Merpati Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba.

### C. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Detail Kerusakan Bangunan



**Gambar 2.** Kondisi bangunan pengamanan pantai Merpati

##### a. Menghitung luas total bangunan

$$V = \frac{LA+LB}{2} \times t \times p$$

$$V = \frac{0,4+1,5}{2} \times 3,5 \times 200$$

$$V = \frac{1,9}{2} \times 3,5 \times 200$$

$$V = 0,95 \times 3,5 \times 200$$

$$V = 665 \text{ m}^3$$

Dari kerusakan yang terjadi di 4 titik kejadian, selanjutnya dihitung presentasi kerusakan pada bangunan dengan mengakumulasi total volume kerusakan, sebagai berikut :

$$P1 = 0,162 \text{ m}^3$$

$$P2 = 0,0756 \text{ m}^3$$

$$P3 = 0,1674 \text{ m}^3$$

$$P4 = 0,1376 \text{ m}^3$$

##### b. Menghitung Volume Kerusakan

$$= P1+P2+P3+P4$$

$$= 0,162+0,0756+0,1674+0,1376$$

$$= 0,5426 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{0,5426}{665} \times 100 = 0,1 \%$$

Jadi, total presentasi kerusakan yang terjadi adalah 0,1% dari total bangunan

#### 2. Kondisi Angin

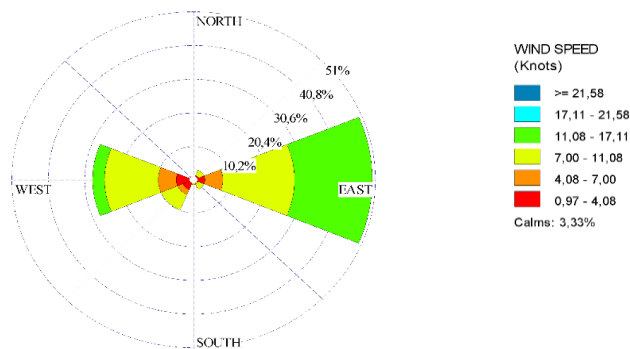
Data angin yang digunakan yaitu data dari lima tahun terakhir, yakni tahun 2018-2022. Data yang akan diukur memungkinkan jumlah dan proporsi angin yang mencapai lokasi penelitian dianalisis sebagai berikut :

**Tabel 1.** Persentase kejadian angin berdasarkan arah tibanya ke lokasi

Arah		Jumlah Data	Persentase Kejadian %
Notasi	Derajat		
Utara (U)	0	0	0
Timur Laut (TL)	45	32	48,5
Timur (T)	90	5	7,5
Tenggara (TG)	135	3	4,5
Selatan (S)	180	2	3,5
Barat Daya (BD)	225	20	30,0
Barat (B)	270	4	6,0
Barat Laut (BL)	315	0	0
Total		66	100,0

Sumber : Stasiun Metereologi Maritim Paotere Makassar

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa kejadian tinggi gelombang yang paling dominan di lokasi penelitian adalah Timur dengan persentasi kejadian paling banyak (46%), disusul oleh Barat Daya (27%), Tenggara (17%) dan Selatan (10%).

**Gambar 3.** Mawar angin Pantai Seruni (*Wrplot View*)

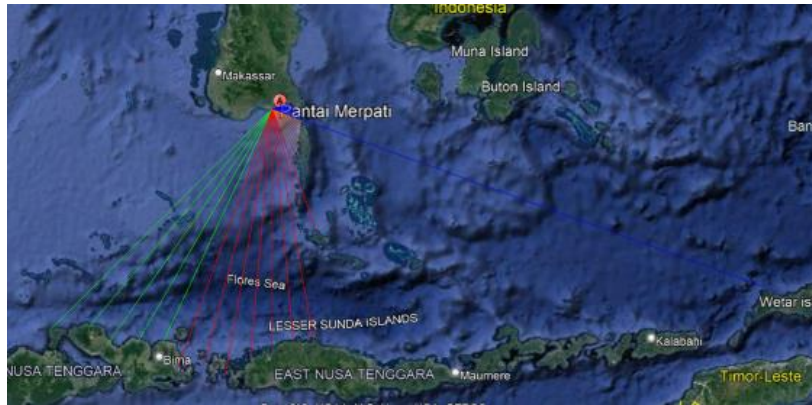
Berdasarkan mawar angin yang terjadi pada Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng yang dimana arah angin yang dominan digambarkan dengan warna kuning dengan kecepatan 7,00 – 11,08 m/s pada arah Timur, Tenggara, Selatan, Barat dan Barat laut.

**Tabel 2.** Tinggi gelombang pecah di lokasi

No	Arah	Hb	db
1	Timur	1.628	1.98
2	Tenggara	0.253	0.324
3	Selatan	0.409	0.039

### 3. Fetch

Berdasarkan kondisi geografis lokasi penelitian, arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang di lokasi penelitian adalah angin yang bertiup dari arah Timur, Tenggara, Selatan dan Barat Daya, sedangkan arah Barat dan Barat Laut tidak diperhitungkan arah *fetch* aktifnya karena angin yang berhembus melewati daratan



**Gambar 5.** Panjang *Fetch* dari Timur, Tenggara, Selatan dan Barat Daya

**Tabel 3.** Perhitungan *fetch* efektif dari arah Timur

	$\alpha$ (°)	$\cos \alpha$	Xi (km)	Xi $\cos \alpha$
TIMUR	20	0,9396	617,04	579827,93
	15	0,9659	35,63	34415,94
	10	0,9848	31,43	30952,51
	5	0,9961	29,98	29865,92
	0	1,0000	25,58	25580
	-5	0,9961	23,59	23500,23
	-10	0,9848	23,74	23379,34
	-15	0,9659	23,00	22216,29
	<b>Total</b>		<b>7,833549</b>	

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan *fetch* efektif dari arah Utara dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Fetch} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{769738,16}{7,833549} = 98,262 \text{ Km} \Rightarrow 98262 \text{ m}$$

#### 4. Analisa Dinding Penahan Tanah

**Tabel 4.** Rekapitulasi parameter gelombang

No	Tahun	H (Tinggi Gelombang)	T (Periode Gelombang)
1	2018	1,167	5,522
2	2019	1,817	5,630
3	2020	1,864	5,832
4	2021	1,817	5,565
5	2022	1,519	5,180

##### a. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned} K_a &= \text{tg}^2 \left( 45 \frac{\varphi}{2} \right) \\ &= \text{tg}^2 \left( 45 \frac{43.15}{2} \right) \\ &= 0,188 \end{aligned}$$

Kedalaman retakan hc (dari muka tanah)

$$\begin{aligned} hc &= \frac{2 \cdot c}{\sqrt[3]{\frac{Kq}{2 \cdot 2,029}}} \\ &= \frac{1,62 \cdot \sqrt[3]{0,188}}{2} \\ &= 5,77 \text{ m} \\ h &= hc - H \\ &= 5,77 - 3,5 \\ &= 2,27 \text{ m} \\ Pa &= \frac{1}{2} \cdot 1,039 \cdot h \\ &= 0,5 \cdot 1,039 \cdot 3 \\ &= 1,558 \end{aligned}$$

Perhitungan momen untuk tekanan tanah aktif

$$\begin{aligned} Ma &= Pa \cdot \frac{h}{3} \\ &= 1,558 \cdot \frac{2,27}{3} \\ &= 1,178 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### b. Perhitungan Gaya Upflip

Gaya tekan akibat gaya angkat dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} \cdot B \cdot h' \cdot \gamma_w \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \\ &= 1,125 \text{ ton} \end{aligned}$$

Momen yang bekerja akibat gaya upflip

$$\begin{aligned} MU &= U \cdot \text{Lengan momen} \\ &= U \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot B\right) \\ &= 1,125 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 1,5\right) \\ &= 0,562 \text{ ton} \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Hasil perhitungan akibat gaya vertikal

Berat sendiri bangunan					
No	Bagian	Luas (m <sup>2</sup> )	Weight/unit length (kN/m)	Lengan (m)	Momen
1	Beton W1	1.2	2.88	0.7	2.016
2	Beton W2	0.3	0.72	0.5	0.36
3	Beton W3	2.25	5.4	0.75	4.05
4	Tanah W4	0.75	1.215	1.25	1.51875
5	Air W5	0.4	0.6	0.2	0.12
6	q	10	10		
$\Sigma W =$			20.815	$\Sigma Mw =$	8.0648

## 5. Menghitung Stabilitas Bangunan

Suatu bangunan dengan berat massa yang sangat besar memiliki kemungkinan yang sangat tinggi pula terhadap ketidakstabilan suatu bangunan baik dari fisik bangunan itu sendiri maupun dari tanah pendukung bangunan tersebut. Bangunan pengamanan pantai tipe Talud yang disusun berbentuk trapesium memiliki berat yang besar sehingga akan berpengaruh pada kestabilan tanah dasar dan fisik bangunan itu sendiri. Maka dilakukan kontrol kestabilan untuk mengetahui daya tahan tanah terhadap kelongsoran (sliding) dan penurunan tanah.

#### a. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} FS &= \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 2 \\ FS &= \frac{c \cdot B + \Sigma W \cdot \tan \varphi}{\Sigma Pp + \Sigma Pair} \geq 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{2,029.2 + 20,815 \cdot \tan 43,15^\circ}{4,314 + 2} \geq 2 \\
 &= \frac{21,541}{6,314} \geq 2 \\
 &= 3,411 \geq 2 \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

#### b. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}
 FS &= \frac{\sum M_w}{\sum M_g} \geq 2 \\
 &= \frac{\sum M_w}{\sum M_u + \sum M_a} \geq 2 \\
 &= \frac{8,064}{0,562 + 1,178} \geq 2 \\
 &= \frac{8,064}{1,74} \geq 2 \\
 &= 4,634 \geq 2 \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

### D. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis tinggi gelombang dan abrasi maka, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Presentasi kerusakan yang terjadi ada pada 4 titik sebesar 0,5426 m<sup>3</sup> (0,1%) dari total panjang 200 m dimana dalam tabel CERC 1984 masih dikatakan layak apabila kerusakan yang terjadi  $\leq 5\%$ .
2. Hasil perhitungan Stabilitas bangunan *Talud* pada kondisi normal terhadap gaya guling sebesar  $4,634 \geq 2$  (aman), stabilitas terhadap geser sebesar  $3,411 \geq 2$  (aman).

### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis lebih lanjut tentang faktor-faktor keamanan lainnya.
2. Untuk penggunaan pengaman pantai, disarankan menggunakan Seawall yang lebih efektif untuk meredam energi dari gelombang.
3. Potensi perluasan atau kerusakan total dapat terjadi dalam beberapa tahun mendatang yang dapat mengakibatkan air laut naik ke daratan, oleh karena itu disarankan untuk membangun bangunan pengaman pantai yang baru.

### E. Referensi

- Asmoro, W., 75 Rachmad S. (2013). Studi Pendahuluan Perubahan Garis Pantai Selama Zaman Kuartar Di Daerah Kroya Sampai Binangun Kabupaten Cilacap-Jawa Tengah. *Dinamika Rekayasa*, 9.
- Triatmodjo, b. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Bastian, D. (2021, Juli 7). *Pengertian Seawall (Dinding Penahan) Pada Dermaga*. *Sarjana Sipil.My.Id. Retrieved From Sarjanasipil.My.Id*. Behind Low-Crested Structures. In: *Coastal Structures 2003*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 580–592.
- Briganti, R., van der Meer, J., Buccino, M., and Calabrese, M. (2004). Wave Transmission
- Desmond Ofosu Anim, P. N. N. a. N. M. D. (2013). *A rapid overview of coastal erosion in Ghana*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2).
- Rachmanda, F., dkk. (2022). Analisis Stabilitas Breakwater Tenggelam. *JRSDD, Edisi Juni 2022, 10(2), Hal: 385 – 394 (p-ISSN:2303-0011)(e-ISSN:2715-0690)*
- Jensen, O. J. (1984). *A monograph on rubble mound breakwaters*. Denmark: Danish Hydraulic Institute (DHI).
- Mufriadi, A. S., & Ferry, F. (2019). *Analisis Pengambilan Keputusan dan Mitigasi Terhadap Kerentanan Pantai (Studi Kasus: Pantai Pulau Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti)*. *Jurnal APTEK*, 2.
- Riadi, M. (2016). *Teori Gelombang Laut*. Kajian Pustaka.
- Laras, M. (2002). *Pengertian Pasang Surut Air Laut, Penyebab dan Manfaatnya*. *Baliteknologikaret.co.id*
- Yuwono, N. (1982). *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume I, Yogyakarta, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*.

- Opa, E. T. (2011). Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *Jurnal perikanan dan kelautan tropis*, 7(3), 109-114.
- Purnaditya. (2012). *Prediksi Perubahan Garis Pantai Nusa Dua Dengan One-Line Model*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil.
- Surya, Y. (2009). *Getaran dan Gelombang*.
- Rabung, F., & Nurfan, N. (2012). "Pola Angin Pembangkit Gelombang Yang Berpengaruh Atas Morfologi dan Bangunan Pantai di Sekitar Makassar." *Prosiding Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Desember*.
- Wimala L. D. (2017). *Gelombang Laut*. Admin Teknik Kelautan.