

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

**Studi Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai
di Sausapor Kab. Tambrauw**

Nenny Karim¹, Andi Makbul Syamsuri², Erwin Toding³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
¹nennykarim@unismuh.ac.id, ²amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id, ³erwintoding87@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dan salah satu negara dengan garis pantai terpanjang di dunia. Panjang garis pantai juga mengalami erosi oleh arus/gelombang yang dapat mempengaruhi kehidupan pesisir. Kabupaten Tambrauw merupakan daerah baru di wilayah Kepala Burung Pulau Papua. Perkembangan wilayah Papua Barat sangat maju, berbagai sarana dan prasarana pendukung untuk mencapai hasil yang sempurna berkembang pesat. Selain itu, pantai di kawasan Sausapor merupakan cagar alam yang harus dilindungi untuk mengurangi keausan pantai dan keamanan pantai di Sausapor karena seringkali terjadi gelombang laut di kawasan tersebut dan kerusakan bangunan yang ada. yang dibangun pada tahun 2014 Dan dampak yang terjadi menyebabkan pantai bergerak lebih dalam ke benua. Salah satu cara untuk mengatasi kerusakan pantai adalah dengan membangun struktur pertahanan pantai untuk melindungi wilayah pantai dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan pantai dan dengan memeriksa dan mengevaluasi kondisi dan fungsi bangunan pantai Sausapora. Jika tidak segera diambil tindakan, ada risiko kerusakan cagar alam, kawasan pemukiman, ruang publik, dan bangunan lainnya.

Kata kunci : Garis pantai, bangunan pelindung pantai, skala bangunan

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago with one of the longest coastlines in the world. Long coastlines are exposed to erosion by currents and waves that affect coastal life. Tamblau Regency is a new regency located in Birds Head area of Papua. The development in the West Papua region is progressing well and the construction of various facilities and supporting infrastructure is increasing rapidly with remarkable results. Also the beach in the Chausapur area is a side property that needs to be protected to prevent beach erosion and protect the Chausapur beach because the area is often hit by sea waves that damage existing buildings. It was built in 2014 and comes from an inland effect beach. One way to deal with coastal damage is to protect coastal structures in an effort to protect coastal areas by identifying the causes of coastal damage and investigating and assessing the condition and function of coastal structures in Sausapora. It should be feared that if this is not done immediately the nature reserve area the residential area public facilities and other facilities will be damaged.

Keywords : Coastline, coast guard buildings, building scale.

1. PENDAHULUAN

Garis pantai adalah batas antara daratan dan laut dan posisinya tidak tetap dan dapat bergerak sesuai pasang surut dan erosi laut (Triatmodjo, 1999). Perubahan pantai disebabkan oleh erosi yang disebabkan oleh arus laut dan ombak yang terus menerus mencapai pantai (Sihombing et al., 2017). Perubahan wilayah pesisir bisa positif atau negatif. Oleh karena itu, di daerah pesisir yang mengalami perubahan aktif permukaan laut, menyebabkan perubahan permukaan laut. Dengan proses erosi lahan di wilayah pesisir tanah berubah negatif (Lilian, 2013).

Zona pesisir atau pesisir memiliki karakteristik yang dinamis dan dapat mengalami perubahan lingkungan akibat proses alam dan aktivitas manusia serta faktor-faktor penyebab kerusakan pantai seperti faktor manusia dan faktor alam. Faktor manusia: dampak bangunan pantai yang meluas ke laut oleh ekstraksi material pantai dan sungai serta pencemaran perairan pantai yang dapat menghancurkan terumbu karang dan bakau Efek konstruksi air pada pertanian pesisir dan ekstraksi air tanah yang berlebihan. Sementara itu, faktor alam antara lain perubahan iklim, gelombang badai, kenaikan permukaan laut, perubahan sudut pasang surut, ketidak seimbangan keseimbangan sedimen.

Arus laut adalah aliran air yang disebabkan oleh perubahan suhu air dan perbedaan konsentrasi air yang disebabkan oleh perubahan angin dan gelombang di sungai yang mengalir ke laut. Arus laut yang disebabkan oleh pasang surut adalah hasil dari tarikan gravitasi bulan dan matahari di Bumi di sepanjang lautan. Pengaruh gravitasi bulan diperkirakan 22 kali lebih besar dari matahari (Triatmodjo, 2012).

Pasang surut merupakan faktor penting dalam perencanaan pelabuhan dan struktur pantai lainnya. Gelombang pasang diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai dengan daya yang dihasilkan. Umumnya hembusan angin menciptakan gelombang di permukaan laut. Wilayah di mana gelombang terbentuk disebut wilayah penghasil gelombang. Gelombang yang dihasilkan di dalam area generasi disebut gelombang pasang surut dan gelombang yang dihasilkan di luar area generasi disebut gelombang pasang.

Menurut teori gelombang linier, gelombang dibagi menjadi tiga jenis sesuai dengan kedalaman relatifnya, seperti air dalam transisi dan air dangkal. Ombak di pantai memiliki tinggi dan durasi gelombang yang tergantung pada panjang lift genset. Daerah tounge pasang surut ini dibatasi oleh ukuran tanah di sekitarnya hingga jarak setinggi ketinggian gelombang. Ketika gelombang mulai terdeteksi di pantai, kekuatan berubah, arah rambat gelombang berubah sesuai dengan perubahan kekuatan, dan perambatan gelombang berubah sesuai dengan perubahan kedalaman air. Gelombang pecah merupakan pelepasan energi ke daerah sekitarnya (Sulaiman dan Soehardi 2008).

Gelombang bergerak dari laut dalam ke laut dangkal. Selama propagasi gelombang berubah atau disebut distorsi gelombang. Perbedaan kedalaman laut dan adanya hambatan (pantai atau bangunan pantai) dapat menyebabkan distorsi gelombang. Menurut Triatmodjo (1999) jika serangkaian gelombang bergerak ke arah pantai maka ombak akan berubah bentuk dan pendangkalan gelombang, difraksi, refleksi dan gelombang pecah

Tujuan penelitian

Berdasarkan kerangka pertanyaan di atas, tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah merencanakan jenis dan skala bangunan pelindung pantai yang sesuai dengan kondisi wilayah pesisir Kabupaten Sospapor Tembru.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Tambrauw terletak di bagian wilayah kepala burung Pulau Papua. Kabupaten Tambrauw secara geografis terletak di 132° 35' BT (Bujur Timur) – 134°45' BT (Bujur Timur) dan 0°15' LS (Lintang Selatan) – 3° 25' LS (Lintang Selatan).

Metode pengumpulan data

Pengumpulan data untuk analisis struktur Coast Guard terutama dilakukan dengan pengamatan langsung dan pengamatan sekunder seperti data angin pasang surut dan data medan yang diperoleh dari organisasi terkait.

Peralatan dan personel penelitian. Peralatan personel dan bahan penelitian yang diperlukan untuk pengumpulan dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Alat dan Tenaga bantu dalam survei
Tenaga bantu dalam survei terdiri dari Rambu ukur, Alat tulis, Meter, Waterpass, Kamera, GPS dan Masyarakat tenaga local sekitar pantai sausapor.
2. Total Station, alat ukur yang digunakan untuk mengukur tinggi gelombang.
3. Stopwatch, alat ini digunakan untuk menghitung waktu/periode gelombang pada survei pencatatan tinggi gelombang secara langsung dilapangan.

4. Software Autocad, Software Autocad digunakan untuk menggambar mawar angin dan gambar bangunan pantai.

Metode pengolahan data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini adalah menggunakan rumus-rumus yang ada untuk mengolah data yang sudah ada yaitu data primer dan data sekunder.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan survei topografi dan batimetri merupakan bagian dari kegiatan survei untuk rencana pembangunan keamanan pesisir di Sausapor. Pada pembahasan kali ini, kami akan menjelaskan metode dan prosedur pelaksanaan survei topografi dan batimetri yang telah dilakukan di lokasi rencana pembangunan keamanan pantai di Sausapor.

Data topografi

Orientasi lokasi harus ditentukan secara visual dalam survei topografi sebelum melakukan operasi survei dan lokasi titik survei harus ditentukan oleh metode yang digunakan dan waktu yang diperlukan. Si. Bidang Tema dicantumkan dengan cara berikut:Keadaan Topografi secara visual.

- a. Sarana pendukung yang tersedia di lokasi pekerjaan (Basecamp, Benchmark, dll).
- b. Ketersediaan tenaga pembantu.
- c. Batas-batas daerah yang akan diukur.

Tabel 1 Data topografi Laut Sausapor

X	Y	Z	D
175098.4176	9941978.349	5.14	P1
175120.0898	9942051.075	3.55	P2
175181.9337	9942137.375	3.31	P3
175303.8324	9942321.662	4.68	P4
175346.0994	9942477.595	2.66	P5
175346.3520	9942669.890	3.51	P6
175455.6010	9942723.582	4.92	P7
175474.5933	9942745.948	3.98	BM02
175480.3747	9942773.586	4.85	CP02
175468.3506	9942785.521	2.68	P8
175502.5861	9942931.839	2.73	P9
175513.4884	9943051.475	2.85	P10
175511.7519	9943147.361	2.57	P11
175523.0583	9943147.477	4.00	CP03
175520.6535	9943172.019	4.67	BM03

Penting untuk membuat titik referensi (BM) yang didukung oleh titik referensi (CP) sebagai titik wajib untuk survei geologi dan untuk mewakili daerah secara merata. Kedua jenis anchor point mempertahankan fungsi yang sama: data koordinat (koordinat (X Y) dan elevasi (Z)). Mengingat fungsi wasir khusus ini diusahakan ditanam pada kondisi tanah

Ini stabil dan dapat diandalkan. Kedua jenis titik koneksi diberi label atau kode untuk membuat peta yang dihasilkan lebih mudah dibaca. Selain itu, perlu untuk memberikan rincian dari kedua jenis koneksi, termasuk lokasi titik koneksi dan nilai koordinat dan ketinggiannya.



Gambar 1 Pengambilan titik koordinat referensi BM dan CP di Pantai Sausapor

Tabel 2 Data perhitungan Azimuth awal titik referensi BM dan CP

TITIK	X	Y	α			
			rad	°	'	"
CP-01	175065	9941915	217.569	217	34	6.9313
BM-01	175075	9941928				



Gambar 2 Peta topografi pantai Sausapor

Data bathimetri

Survei bathimetri atau sering disebut sebagai bearing digunakan untuk menentukan topografi laut. Metode yang digunakan dalam pengukuran ini adalah untuk menentukan posisi kedalaman laut sepanjang lintasan longitudinal dan lintasan melintang untuk survei silang. Penentuan posisi kedalaman dilakukan dengan menggunakan GPS MAP. Seri

warna lain Dapatkan profil kedalaman atau model bathimetri dengan menginterpolasi titik pengukuran kedalaman yang didistribusikan di lokasi yang diinginkan. Kepadatan kedalaman direncanakan untuk mengukur titik setiap 25 hingga 50 meter. Sound Spot menggunakan Hydrotrek II Echosounder dan Garmin Global Positioning System (GPS) untuk papan suara.



Gambar 3 Pengambilan data bathimetri di Laut Sausapor

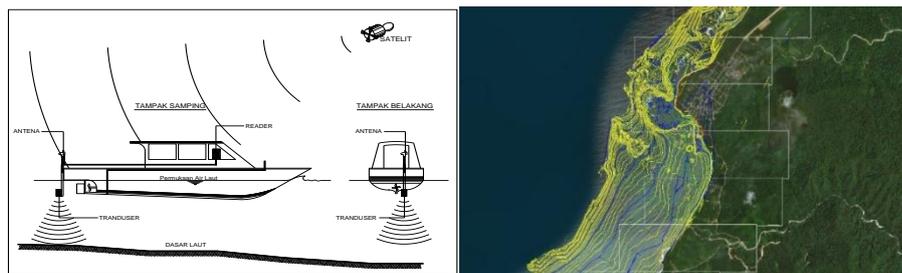
Perencanaan Jalur Pemeruman

Untuk menentukan kedalaman dan bentuk dasar laut, sounding dilakukan di tempat-tempat bawah air. termasuk:

1. Lokasi sounding ditentukan oleh echo sounder Hydrotrack II dan perekaman peta GPS Garmin (Global Positioning System).
2. Rencana garis dimasukkan jauh ke dalam pembicara dan kemudian survei dilakukan di sepanjang garis sesuai

dengan indikator yang ditampilkan pada layar kontrol.

3. Semua posisi sounding dan kedalaman direkam dalam memory card.
4. Bidang surutan yang digunakan adalah elevasi 0,00 LWS.
5. Selama sounding dilakukan, pasang surut dicatat dengan interval 60 menit.
6. Grid peta memakai UTM dengan ellipsiode WGS 84 (zona area 48S).
7. Semua dari pekerjaan pemetaan dilakukan dengan bantuan komputer.

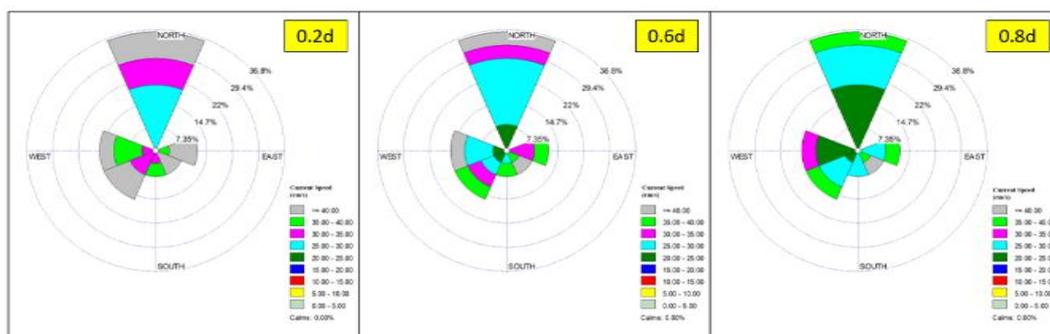


Gambar 4 Metode pemeruman dan peta bathimetri di Laut Sausapor

Data Arus Laut

Pengamatan arus laut dilakukan untuk mengamati pola arus laut yang ditemukan di daerah yang diteliti. Pengamatan dilakukan dengan metode Euler dengan menempatkan alat perekam di stasiun tetap untuk kecepatan menit pada kedalaman 0,2d; 0,6d; dan 0,8d (d = kedalaman titik pengamatan). Pengukuran arus dilakukan pada tiga lapisan dalam yaitu 02d; 06d; dan 08d cm. Pengukuran saat ini

dan arah arus. Perangkat yang digunakan untuk mengukur arus ini adalah ammeter. Pengamatan saat ini dilakukan selama 25 jam di 3 (tiga) stasiun tetap di lokasi survei dan pembacaan instrumen dilakukan di setiap Ruang dengan interval 60 (enam puluh) dilakukan pada koordinat X:174978 dan Y:9943828. Pengukuran arus diwakili oleh kecepatan arus maksimum 047 m / s.



Gambar 5 Mawar arus dan peta lokasi pengambilan data arus laut

Perhitungan hambatan saat ini adalah zona pembentukan gelombang di mana kecepatan dan arah angin diasumsikan relatif konstan. Panjang pemulihan diukur dari titik pengamatan pada interval 50 karena fakta bahwa angin bergerak dalam arah variabel atau sewenang-wenang. Panjang pemulihan dihitung untuk 8 arah utama dan ditentukan berdasarkan Eq 1.

$$Lf_i = \frac{\sum Lf_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (1)$$

Dimana :

Lf_i = panjang fetch ke-i

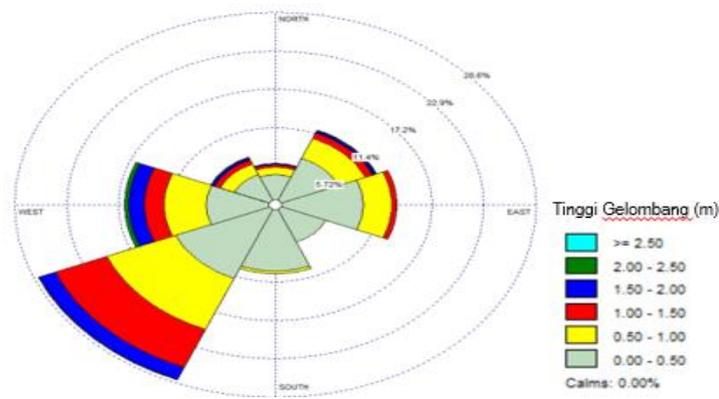
α_i = sudut pengukuran fetch ke-i

i = jumlah pengukuran fetch

pada fenomena statistik yang disebut periode perulangan. Data angin yang digunakan: Data angin dari ECMWF dari Windrose 2010 hingga 2020, 2010 hingga 2020 dapat dilihat pada

Tabel 2 Tinggi gelombang maksimum tiap arah

Tahun	Selatan		Barat daya		Barat		Barat laut		Utara		Timur laut		Timur		Tenggara	
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
2010	0,15	1,84	0,54	3,47	0,99	4,74	2,15	7,01	1,95	6,67	2,24	7,15	0,63	3,77	0,15	1,82
2011	0,59	3,65	1,36	5,57	1,32	5,47	2,15	7,02	1,72	6,26	2,19	7,07	1,71	6,25	0,28	2,50
2012	0,67	3,87	2,07	6,88	1,89	6,56	2,10	6,94	2,18	7,06	2,28	7,23	1,60	6,04	0,30	2,60
2013	0,54	3,49	2,06	6,86	2,60	7,72	2,09	6,92	2,01	6,78	2,30	7,26	1,75	6,32	0,31	2,61
2014	0,70	3,97	2,08	6,89	2,53	7,61	2,39	7,40	1,98	6,73	2,07	6,88	1,43	5,71	0,56	3,56
2015	0,83	4,34	2,09	6,92	2,84	8,08	2,36	7,35	2,39	7,40	3,04	8,36	1,68	6,18	0,29	2,56
2016	0,83	4,34	2,09	6,92	2,84	8,08	2,73	7,92	2,76	7,97	3,52	9,01	1,68	6,18	0,29	2,56
2017	0,59	3,65	2,08	6,90	2,31	7,27	3,64	9,16	3,92	9,51	3,06	8,39	1,47	5,78	0,30	2,60
2018	0,60	3,68	1,95	6,68	2,37	7,37	2,78	7,98	2,99	8,29	2,95	8,23	1,34	5,52	0,35	2,78
2019	0,61	3,71	2,23	7,15	2,60	7,73	2,88	6,14	1,51	5,87	2,27	7,20	1,74	6,31	0,31	2,62
2020	0,79	4,22	2,14	7,00	2,76	7,96	2,96	8,24	2,16	7,02	2,82	8,04	1,20	5,21	0,32	2,67



Gambar 6 Waverose Sausapor tahun 2010 - 2020

Setelah mendapatkan data prediksi gelombang, plot hubungan antara tinggi gelombang aktual dan periode aktual.

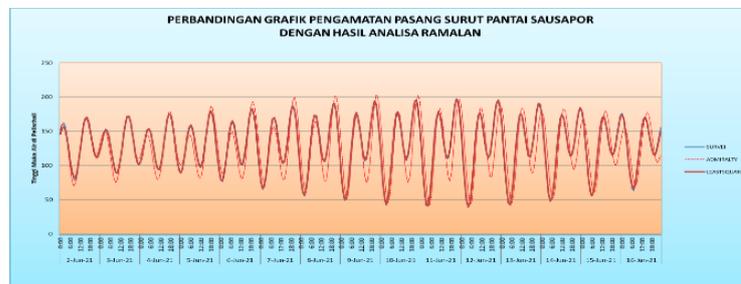
Tabel 6 dan Gambar 8 menunjukkan distribusi kedua parameter ini.

Tabel 3 Distribusi tinggi gelombang

ARAH	INTERVAL KECEPATAN (m/s)						TOTAL (%)
	0,00-0,50	0,50-1,00	1,00-1,50	1,50-2,00	2,00-2,50	≥2,50	
UTARA	1,52	2,58	1,51	0,51	0,05	0,00	6,17
TIMUR LAUT	1,71	4,26	3,47	1,84	0,53	0,15	11,96
TIMUR	2,04	5,48	3,72	1,47	0,49	0,15	13,34
TENGGARA	2,00	3,50	0,48	0,02	0,00	0,00	6,02
SELATAN	2,18	4,52	2,08	1,04	0,33	0,11	10,26
BARAT DAYA	2,30	7,00	7,60	6,12	3,37	1,67	28,04
BARAT	1,72	4,66	4,85	3,38	1,50	0,46	16,55
BARAT LAUT	1,52	2,73	2,16	0,94	0,21	0,01	7,66
SUB TOTAL	15,07	34,70	25,88	15,31	6,48	2,55	100,00
CALMS							0,00
MISSING INCOMPLETE							0,00
TOTAL							100,00

Tabel 4 Elevasi dan tunggang pasang hasil peramalan

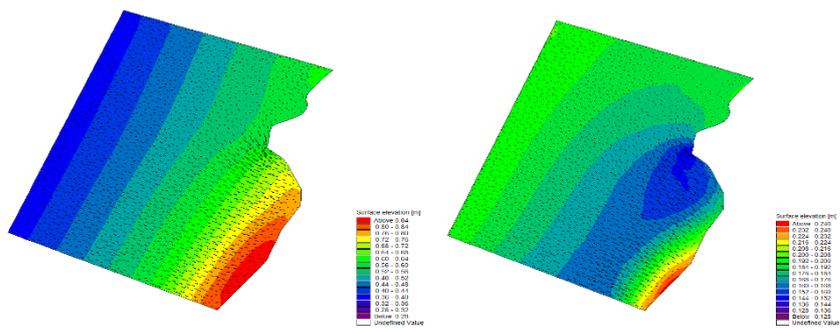
Nilai elevasi-elevasi penting diikatkan pada LWS (cm)	Admiralty	Leastsquare
Highest Water Spring (HWS)	216,06	240,29
Mean High Water Spring (MHWS)	194,08	214,68
Mean High Water Level (MHWL)	157,27	173,66
Mean Sea Level (MSL)	109,4	120,91
Mean Low Water Level (MLWL)	60,13	68,6
Mean Low Water Spring (MLWS)	19,69	28,71
Lowest Water Spring (LWS)	0	0
Tunggang pasang	216,06 cm	240,29 cm



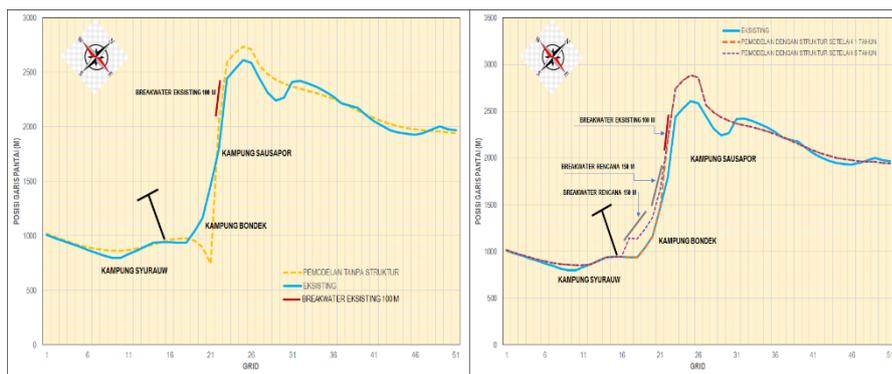
Gambar 7 Perbandingan hasil pengukuran dan peramalan pasang surut

Naiknya permukaan air saat air pasang Kecepatan air saat pasang Kecepatan air saat pasang dan kecepatan air saat air

surut Terapkan hasil pemodelan. Hasil pemodelan kenaikan permukaan air ditunjukkan pada Gambar 10.



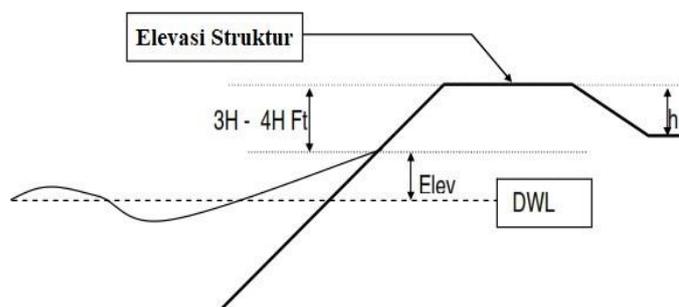
Gambar 8 Hasil pemodelan elevasi muka air saat pasang dan surut



Gambar 9 Hasil pemodelan garis pantai kondisi eksisting dan menggunakan struktur

Ketinggian massa air memperhitungkan ketinggian arus pasang surut tertinggi dan kenaikan permukaan laut. Menentukan ketinggian penting dilakukan agar tidak roboh akibat ombak

besar jika dihantam ombak besar yang menghilangkan fungsi bangunan itu sendiri. Ilustrasi pengukuran ketinggian massa air ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 10 Sketsa penentuan elevasi struktur

$$\text{Elevasi Breakwater} = \text{DWL} + \text{Ru} + \text{Fb}$$

$$\text{DWL} = \text{HWS}$$

Keterangan:

DWL = elevasi muka air laut rencana (Design Water Level) (m)

Ru = Rayapan gelombang (Wave Run-up) (m)

Fb = tinggi jagaan (free board) = 0,5 sd 1,0 m

HWS = Highest Water Spring (m)

Tabel 5 Hasil perhitungan elevasi breakwater

No	Parameter	Lokasi Sausapor
1	Tinggi gelombang laut dalam (Ho)	4,26
2	Periode gelombang laut dalam (To)	9,92
3	Tinggi gelombang Refraksi Difraksi (H)	2,2
4	Panjang gelombang laut dalam (Lo)	153,64
5	Slope (θ)	0,67
6	Bilangan Iribaren (Ir)	6,62
7	Ru/H untuk rip rap (Gunbak)	1,28
8	Run up (m)	2,816
9	Freeboard (m)	0,5
10	HWS (m)	2,4
11	Elevasi struktur (m)	5,716

Panjang jari kaki berada pada jam 3 dan lebar jari kaki setelah ketebalan lapisan

utama. Perhitungan panjang jari kaki dan lebar jari kaki ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 6 Hasil perhitungan Panjang dan lebar Toe

No	Parameter	Lokasi Sausapor
1	Tinggi gelombang Refraksi dan Difraksi (m)	2,20
2	Panjang Toe (m)	6,60
3	Tebal Toe (m)	2,50

Perhitungan Stabilitas

Bahan pelindung pemecah gelombang yang dirancang dalam proyek pertahanan pantai Tambrao menggunakan kubah beton. Lapisan pelindung (armor layer) harus dilengkapi dengan sejumlah besar batu (alami atau buatan) agar bangunan dapat bertahan dan tidak rusak oleh serangan gelombang laut. Berat perisai dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$W = \frac{W_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (2)$$

Dimana :

W = berat satu unit batuan pelapis (armor), ton

W_r = berat satuan pelindung = 2,4 ton/m³

W_w = berat satuan air laut = 1,03 ton/m³

H = tinggi gelombang rencana di lokasi bangunan pantai = 1,10 m

K_d = koefisien stabilitas = 1,2

KΔ = koefisien lapis batu = 1,15

S_r = W_r/W_w

θ = kemiringan dinding bangunan pantai = 1:2

$$S_r = \frac{W_r}{W_w} = \frac{2,4}{1,03} = 2,33 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{W_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \\ &= \frac{2,4 \cdot 2,2^3}{5(2,33 - 1)^3 \cdot 2} \\ &= 1,086 \text{ ton} \\ &= 1.086 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan dimensi lapisan pelindung
Perhitungan dimensi bangunan pelindung adalah sebagai berikut:

$$S = \left(\frac{n \cdot W}{W_r} \right)^{1/3}$$

Dimana :

S = sisi kubus

n = jumlah lapis kubus

W = berat satu unit batuan pelapis (armor), ton

W_r = berat satuan beton = 2,4 ton/m³

Jadi perhitungan sisi berat lapisan pelindung sebagai berikut.

Maka sisi lapis pelindung adalah 0,77 m.

Menghitung lebar puncak lapis pelindung

Perhitungan lebar kubus beton pelindung adalah dengan menggunakan persamaan 3.

$$B = nk\Delta \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3} \quad (3)$$

$$B = 3 \cdot 1,1 \left(\frac{1,086}{2,4} \right)^{1/3} = 2,5 \text{ m}$$

Maka lebar puncak lapis pelindung adalah 2,5 m.

Perhitungan jumlah kubus lapisan pelindung beton. Perhitungan jumlah kubus beton pelindung adalah sebagai berikut:

$$N = Ank\Delta \left(1 - \frac{\rho}{100} \right) \left(\frac{W_r}{W} \right)^{2/3}$$

$$N = 3 \cdot 1 \cdot 1,1 \left(1 - \frac{47}{100} \right) \left(\frac{2,4}{1,086} \right)^{2/3}$$

$$N = 2,967 \approx 3 \text{ unit}$$

Jumlah minimum batu yang dibutuhkan untuk 1 m² kubus beton pelindung adalah 3 buah dengan berat 1086 kg dan sisi 077 m.

Perhitungan Dimensi Subfloor Perhitungan dimensi bangunan terlindung adalah sebagai

berikut: $B = \left(\frac{n \cdot W}{W_r}\right)^{\frac{1}{3}}$

$$B = \left(\frac{1 \cdot 0,1086}{2,4}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$B = 0,47 \text{ m}$$

Maka tebal sisi beton lapis bawah adalah 0,47 m.

perhitungan lebar puncak lapis bawah
Perhitungan jumlah kubus beton lapis

bawah adalah sebagai berikut:

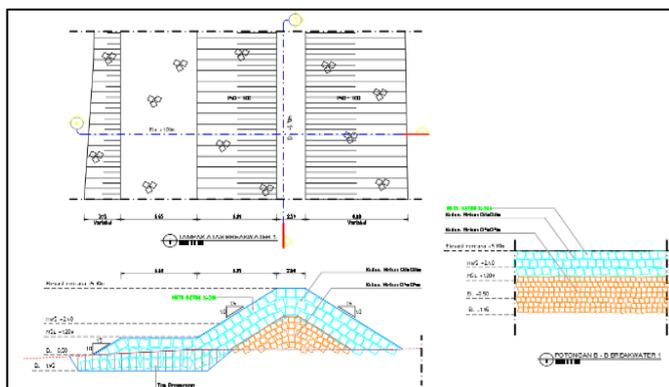
$$N = Ank\Delta \left(1 - \frac{\rho}{100}\right) \left(\frac{\gamma_r}{W}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$N = 3.1.1,1 \left(1 - \frac{47}{100}\right) \left(\frac{2,4}{0,1086}\right)^{\frac{2}{3}}$$

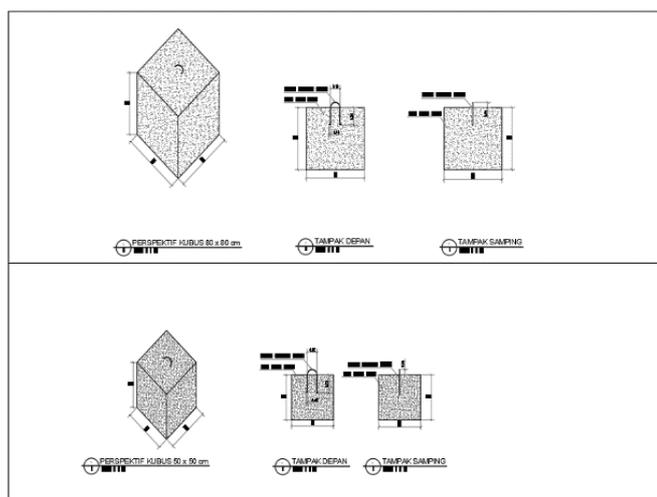
$$N = 13,73 \approx 14 \text{ unit}$$

Subkubus beton 1 m² membutuhkan jumlah kubus minimum 109 kg dan 14 unit samping 0,47 m.

Hasil desain terpotong dan representasi khas dari struktur kubus beton dengan gelombang massa di situs Sausapore ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 11 Potongan tipikal breakwater



Gambar 12 Detail kubus beton breakwater

4. PENUTUP

Kesimpulan berikut dapat ditarik berdasarkan pembahasan dan hasil pengolahan data Kajian Perencanaan Bangunan Pertahanan Pesisir Kabupaten Sausapor Tambrou.

1. Dalam perencanaan ini data gelombang yang akan dipakai adalah data gelombang terbesar sesuai dengan arah datang gelombang dengan perioda ulang 50 Tahun.
2. Bahan untuk struktur breakwater menggunakan armor kubus beton ukuran 0,8 dan 0,5 dengan mutu beton K-300.
3. Panjang bongkar muat foreland 1 100m Foreland 2 dan bangkai kapal 3 50m Ukuran kubus beton 08m di permukaan 1086kg dan ukuran kubus beton 05m di bagian bawah Unit terpasang berat 109kg Tinggi struktur puing yang digunakan di pantai Sausapur m 57. LWS.

Adapun saran dari penulis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan menggunakan breakwater harus memperhatikan mutu beton karena dirancang dengan posisi ambang tenggelam (submerged breakwater).
2. Harus memperhitungkan pasang surut air laut pada saat pemasangan blok beton.
3. Agar dapat memanfaatkan bahan yang tersedia di tempat, misalnya konstruksi rubble-mound, penuangan batu.
4. Diharapkan untuk peneliti berikutnya agar menggunakan peralatan yang lebih akurat serta mengkaji lebih dalam lagi penelitian yang akan diteliti berdasarkan berbagai macam referensi yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, A. A., Sartohadi, J., Djohan, T. S., & Ritohardoyo, S. (2017). *Erosi*

pantai, ekosistem hutan bakau dan adaptasi masyarakat terhadap bencana kerusakan pantai di negara tropis. Jurnal Ilmu Lingkungan, 15(1), 1-10

AM Syamsuri, D Suriamihardja, MA Thaha, T Rachman. (2021). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 841 (1),01230.

Bastian, D. (2021). *Pengertian Sea wall (Dinding Penahan) pada Dermaga*. Sarjana Sipil.My.Id. Retrieved From Sarjanasipil.My.Id.

Boonastria, C. M. D. (2014). *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai untuk Mengatasi Kemunduran Garis Pantai Teluk Peny, Cilacap, Jawa Tengah* (Doctoral Dissertation). Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

BPSDM. (2018). *Modul 05 Penanganan Bangunan Pantai*. Retrieved From BPSDM.

Herawati, H. (2020). *Pemilihan Tipe Bangunan Pelindung Pantai di Desa Sikeli Berbasis Bahan Lokal* (Doctoral Dissertation). Universitas Hasanuddin.

Manuel, A., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2017). *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai pada Daerah Pantai Bulo Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik, 5(6).

Pranoto, S. (2007). *Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis*. Berkala Ilmiah Teknik Keairan, 13(3), 145-154.

Purnawanti, Y. N., Ayunda, L. D., & Santoso, A. R. (2020). *Studi Perencanaan Revetment Dan Groin Sebagai Upaya Penanganan Erosi Pantai Camplong di Kabupaten Sampang Madura*. Jurnal Teknik Transportasi, 1(1), 70-85.