



Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Tanjung Assa Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara

Prinjila C. Waney^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c}

^{#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia}
^aprinjilawaney021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Tanjung Assa berada di Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara, dan secara geografis berada pada posisi 01040'38.6''N -125004'33.0'' E. Daerah pantai ini merupakan tempat mata pencarian bagi masyarakat sekitar dan juga terdapat fasilitas pemerintah di pantai tersebut. Menurut informasi warga, saat-saat tertentu faktor alam berupa tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai ini menyebabkan Abrasi serta dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai yang berdampak pada lokasi tempat masyarakat setempat beraktifitas keseharian. Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka perlu untuk melakukan perencanaan pengaman pantai yang tepat di pantai Tanjung Assa, Likupang Timur. Perencanaan pengaman pantai direncanakan dengan mengumpulkan data sekunder yang didapatkan dari BMKG Kota Bitung dan Pangkalan Utama TNI AL VIII Kairagi berupa data angin, pasang surut, juga melalui software penunjang yang ada. Data tersebut di analisis agar mendapatkan desain dari pengaman pantai yang diperlukan. Dari hasil analisis data didapatkan pengaman pantai tipe (Hard) jenis Revetment menggunakan Block Beton modifikasi, dengan Tinggi Mercu 4.58 m, Lebar Puncak 3.5 m, dengan Kemiringan Pengaman 1:3, Lebar Toe Protection 6.48 m, serta Tinggi Toe Protection 2.43 m.

Kata kunci: Pantai Tanjung Assa, gelombang, abrasi, pengaman pantai, revetment

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan memiliki banyak daerah pantai. Pada umumnya perkembangan daerah pantai lebih pesat dibandingkan dengan daerah pedalaman, oleh karena itu pantai di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Akibat adanya peningkatan pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia diiringi oleh timbulnya masalah yang terjadi di daerah pantai, salah satu masalah yaitu Abrasi yang disebabkan oleh gelombang yang dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai sehingga berdampak bagi kawasan pemukiman di pesisir pantai. Pantai Tanjung Assa yang berada di Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara ini terletak sangat dekat dengan fasilitas yang dibangun oleh pemerintah dan penduduk setempat banyak melakukan aktivitas di sekitar pantai. Pada saat-saat tertentu pula faktor alam berupa tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai ini. Kondisi gelombang diperparah oleh Abrasi, sehingga membuat garis pantai berkurang setiap tahunnya dan menyebabkan kerusakan di area pesisir serta pemukiman warga. Sehubungan dengan kondisi tersebut maka diperlukan perencanaan pengaman pantai untuk mencegah bahkan menghentikan kerusakan yang ada.

1.2. Rumusan Masalah

Menentukan pengaman pantai yang tepat serta efektif, untuk mencegah bahkan menghentikan, kerusakan pantai dan kemunduran garis pantai yang terjadi akibat gelombang tinggi serta abrasi.

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang ditinjau, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan dilakukan hanya pada Pantai Tanjung Assa, Likupang Timur
2. Perencanaan pengaman pantai menggunakan data yang sudah ada.
3. Tidak memperhitungkan Rincian Anggaran Biaya

1.4. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan tipe pengaman pantai yang tepat sesuai dengan analisa permasalahan yang ada serta dapat merencanakan pengaman pantai yang sesuai pada pantai Tanjung Assa, Likupang Timur.

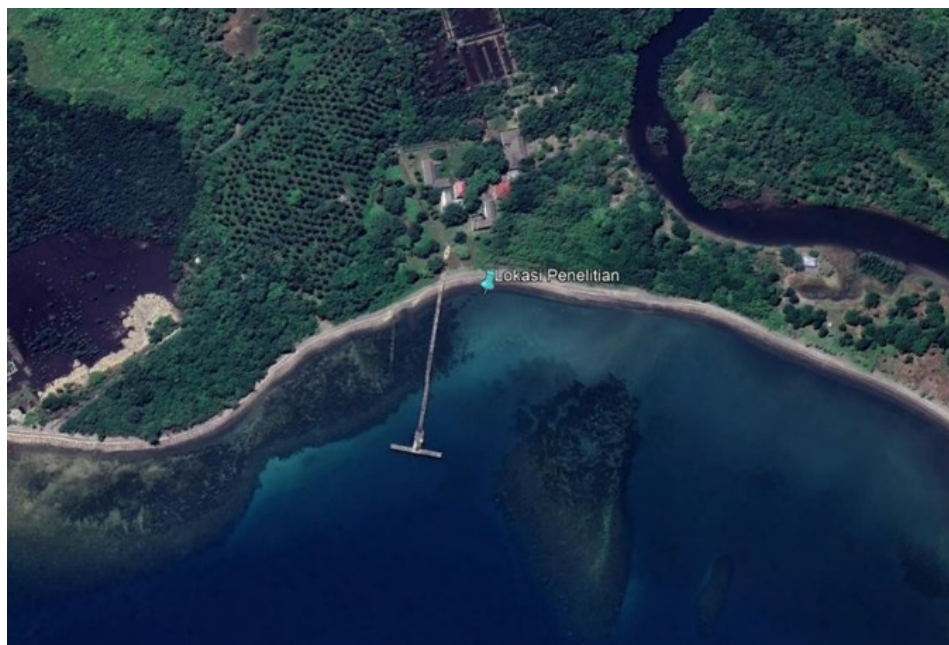
1.5. Manfaat Penelitian

Untuk memperoleh pengetahuan tentang teknik pantai khususnya dalam mendesain pengaman pantai dan dapat menjadi referensi sebagai alternatif penanganan kerusakan pantai bagi pemerintah maupun pihak terkait.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Survey Lokasi dilakukan guna mendapatkan permasalahan apa yang ada di Pantai Tanjung Assa, Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara. Survey lokasi ini meliputi : Inventarisasi dan identifikasi permasalahan pantai. Lokasi Penelitian terletak di Pantai Tanjung Assa, Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara yang secara geografis berada 01040'38.6''N dan 125004'33.0'' E.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

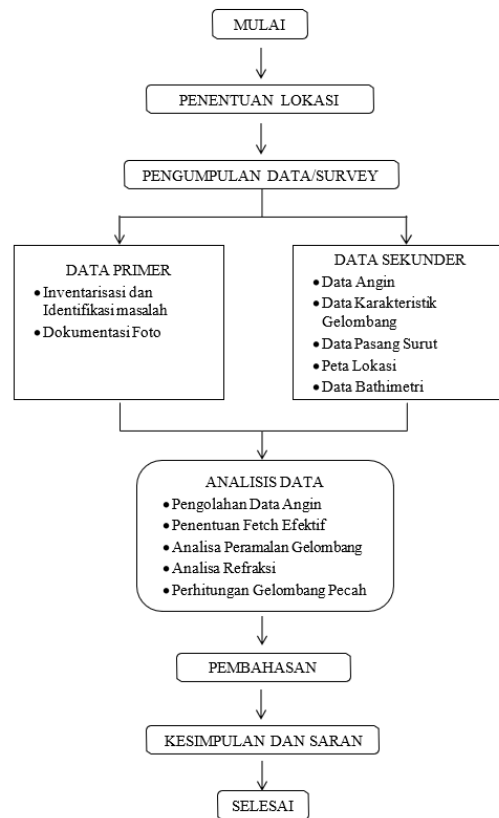
2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilaksanakan dengan cara mengunjungi lembaga- lembaga atau instansi-instansi terlibat sebagai sumber data untuk dimintai keterangan dan data-data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software-software penunjang. Data-

data yang dimaksud meliputi:

- Data kecepatan angin minimal 5 tahun terakhir dari BMKG Kota Bitung.
- Data Angin
- Data Pasang Surut
- Peta satelit dari software Google Earth.
- Foto citra satelit dari software Google Earth.
- Data Batimetri.

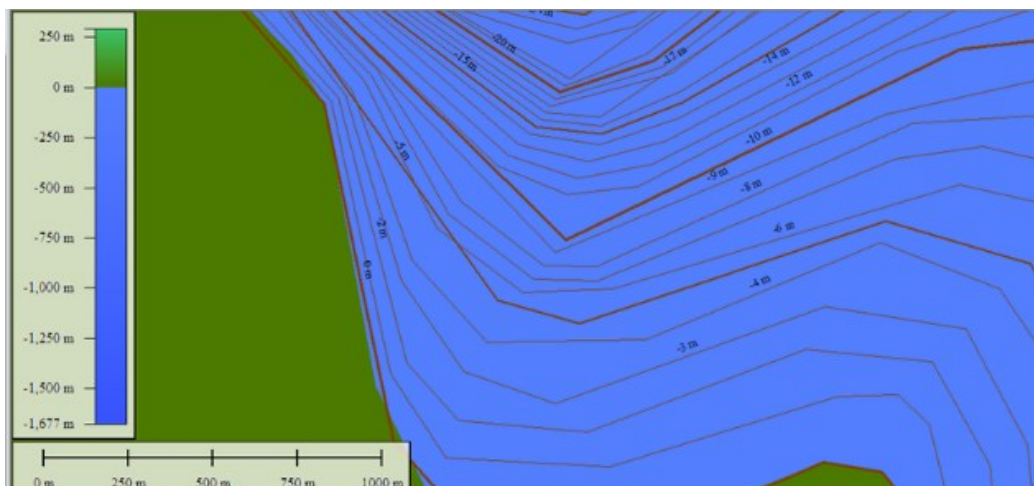
2.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peta Topografi dan Bathimetri



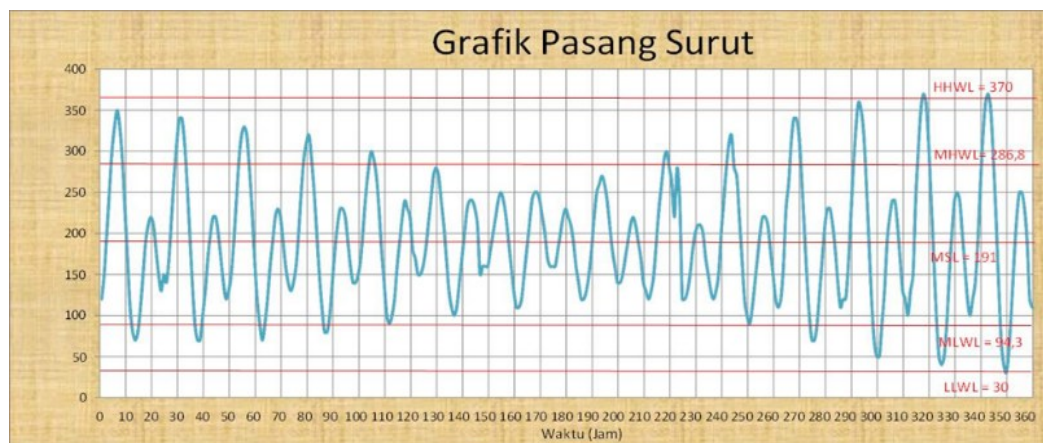
Gambar 3. Peta Topografi dan Bathimetri Lokasi Penelitian

3.2 Pasang Surut

Berikut ini adalah perhitungan tipe pasang surut Pantai Tanjung Assa, Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara dan grafik pasang surut.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut

No	Tanggal	Jam																								Jumlah h Bacaan	Bacaan Rerata/jam
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00		
1	07/01/2020	120	150	200	250	300	330	350	330	290	230	170	110	80	70	80	110	150	190	210	220	210	180	150	130	4620	369,6
2	07/02/2020	150	140	170	220	270	310	340	340	310	260	200	140	90	70	70	100	130	170	200	220	220	200	170	140	4600	368
3	07/03/2020	120	130	150	190	240	290	320	330	320	280	230	170	120	90	70	90	120	160	190	220	230	220	190	160	4640	371,2
4	07/04/2020	140	130	140	160	200	250	290	310	320	290	250	200	150	110	80	80	100	140	180	210	230	230	220	190	4600	368
5	07/05/2020	160	140	140	150	170	210	250	280	300	290	270	230	180	140	100	90	100	120	160	190	220	240	230	220	4580	366,4
6	07/06/2020	180	170	150	150	160	180	210	240	270	280	270	240	210	170	130	110	100	110	140	170	200	230	240	240	4560	364,8
7	07/07/2020	230	210	150	160	160	160	180	200	220	240	250	240	220	190	160	130	110	110	120	150	180	210	240	250	4500	360
8	07/08/2020	250	240	220	200	170	160	160	160	180	200	220	230	220	210	190	160	140	120	120	130	150	180	220	250	4480	358,4
9	07/09/2020	260	270	260	240	210	180	160	140	140	150	170	190	210	220	210	190	170	140	130	120	130	150	190	230	4470	357,6
10	07/10/2020	260	290	300	280	260	220	280	240	120	120	130	150	180	200	210	210	200	170	150	130	120	130	150	200	4700	376
11	07/11/2020	240	280	310	320	280	270	220	170	120	100	90	110	140	170	200	220	220	210	180	150	120	110	120	160	4530	362,4
12	07/12/2020	230	260	310	340	340	320	270	210	150	100	70	70	90	130	170	210	230	230	210	180	140	110	120	120	4580	366,4
13	07/13/2020	160	220	280	330	360	350	320	260	190	120	70	50	50	90	130	190	220	240	240	210	170	130	120	100	4580	366,4
14	07/14/2020	130	150	240	300	350	370	360	310	240	170	100	50	40	50	90	150	200	240	250	240	200	160	120	100	4640	371,2
15	07/15/2020	120	140	190	260	320	360	370	350	290	220	140	70	40	30	60	110	170	220	250	250	230	190	120	110	4620	369,6



Gambar 4. Grafik Pasang Surut Pantai Tanjung Assa

3.3 Penentuan Tipe Pasang Surut

Tabel 2. Komponen Pasang Surut Hasil Analisis untuk Lokasi Pengukuran di Pantai Tanjung Assa Likupang Timur

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	191	77	39	9	66	22	1	33	11	22
g ⁰	0.00	495,44	331,09	360,97	379,49	-269,40	657,80	438,51	331,09	379,49

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Berdasarkan komponen-komponen Pasang Surut yang didapat dari hasil analisis dengan menggunakan metode Admiralty maka dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di Tanjung Assa, Likupang Timur dengan menggunakan angka pasang surut “F” (tide form number “Formzahl”). Dimana F ditentukan sebagai berikut :

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{26 + 27}{15 + 4} = 0.761$$

Pasang Surut termasuk tipe Campuran Condong ke Harian Tunggal (mixed tide prevealling diurnal) dengan nilai $1,5 < F \leq 3$, dimana $F = 0,761$.

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	370
MHWL	cm	286.84
MSL	cm	191
MLWL	cm	94.38
LLWL	cm	30

Z0	cm	192.46
----	----	--------

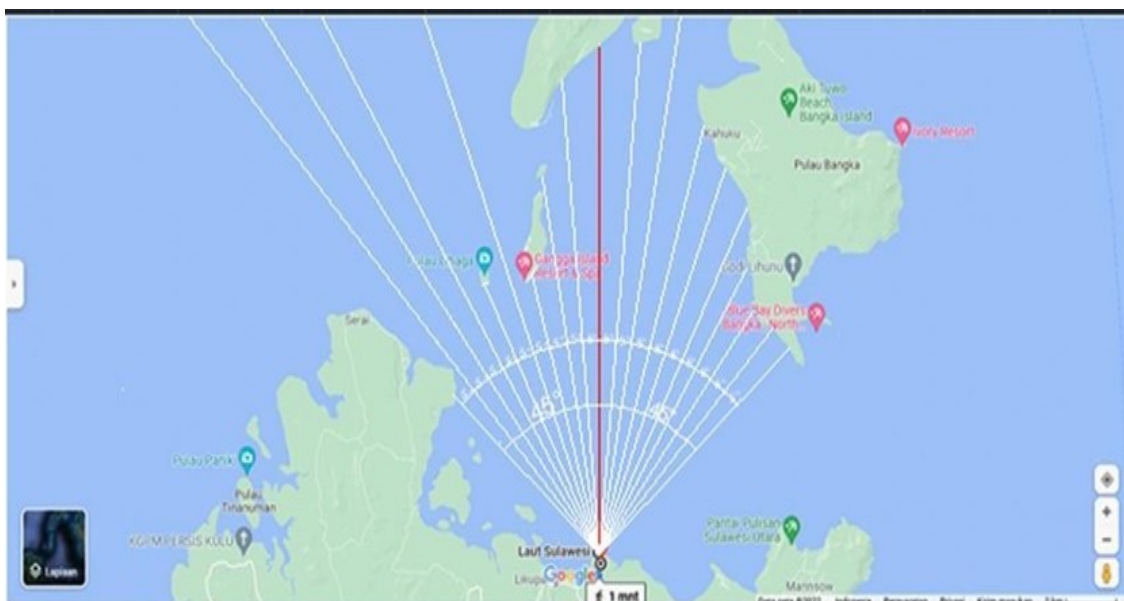
(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Untuk perhitungan dibawah ini menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pantai Tanjung Assa, Kecamatan Likupang Timur, Minahasa Utara.

Tabel 4. Perhitungan Tegangan Angin Tahun 2020

Perhitungan Wind Stress Factor Pada Tahun 2020					Z = ±	10
					RT	1,1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_{10} = Uz \left(\frac{10}{Z} \right)^{\frac{1}{7}}$	RL	UA= RT . RL . U10
2020						
Januari	E	3,551	3,6	3,55	1,54	6,02
Februari	NE	4,762	4,8	4,76	1,43	7,49
Maret	E	3,861	3,9	3,86	1,51	6,41
April	E	2,758	2,8	2,76	1,63	4,94
Mei	SSE	2,474	2,5	2,47	1,68	4,57
Juni	S	2,559	2,6	2,56	2	5,63
Juli	E	3,127	3,1	3,13	1,61	5,54
Agustus	ESE	2,689	2,7	2,69	1,65	4,88
September	E	5,579	5,6	5,58	1,38	8,47
Oktober	SSW	2,518	2,5	2,52	1,68	4,65
November	SSW	2,881	2,9	2,88	1,62	5,13
Desember	W	3,548	3,5	3,55	1,55	6,05

3.4 Gelombang

**Gambar 5.** Fetch Lokasi Penelitian

Tabel 5. Perhitungan Fetch Efektif Hasil dari Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebnarnya	Jarak Sebenarnya	$F\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	Feff (km)
		(m)	(km)			
UTAR A(N)	45	8174	8,174	5,780	0,707	15,8436
	40	25567	25,567	19,585	0,766	
	35	23767	23,767	19,469	0,819	
	30	22563	22,563	19,540	0,866	
	25	10818	10,818	9,804	0,906	
	20	20714	20,714	19,465	0,940	
	15	10467	10,467	10,110	0,966	
	10	13875	13,875	13,664	0,985	
	5	17226	17,226	17,160	0,996	
	0	18401	18,401	18,401	1,000	
	-5	18561	18,561	18,490	0,996	
	-10	19761	19,761	19,461	0,985	
	-15	16083	16,083	15,535	0,966	
	-20	14820	14,820	13,926	0,940	
	-25	13861	13,861	12,562	0,906	
	-30	11870	11,870	10,280	0,866	
	-35	10793	10,793	8,841	0,819	
	-40	10700	10,700	8,197	0,766	
	-45	10642	10,642	7,525	0,707	
TIMUR LAUT (NE)	45	18638	18,638	13,179	0,707	17,59513
	40	18727	18,727	14,346	0,766	
	35	20004	20,004	16,386	0,819	
	30	16255	16,255	14,077	0,866	
	25	14922	14,922	13,524	0,906	
	20	14088	14,088	13,238	0,940	
	15	12091	12,091	11,679	0,966	
	10	10960	10,960	10,793	0,985	
	5	10825	10,825	10,784	0,996	
	0	10773	10,773	10,773	1,000	
	-5	28175	28,175	28,068	0,996	
	-10	26357	26,357	25,957	0,985	
	-15	24922	24,922	24,073	0,966	
	-20	23815	23,815	22,379	0,940	
	-25	22986	22,986	20,832	0,906	
BARAT LAUT	-30	22345	22,345	19,351	0,866	11,10851
	-35	21917	21,917	17,953	0,819	
	-40	6872	6,872	5,264	0,766	
	-45	6710	6,710	4,745	0,707	
	45	2540	2,540	1,796	0,707	
	40	2687	2,687	2,058	0,766	
	35	3040	3,040	2,490	0,819	
	30	2451	2,451	2,123	0,866	
	25	5587	5,587	5,064	0,906	
	20	3086	3,086	2,900	0,940	
	15	3067	3,067	2,962	0,966	
	10	6067	6,067	5,975	0,985	
	5	6621	6,621	6,596	0,996	
	0	8313	8,313	8,313	1,000	
	-5	25661	25,661	25,563	0,996	
	-10	23981	23,981	23,617	0,985	
	-15	22683	22,683	21,910	0,966	
	-20	10907	10,907	10,249	0,940	
	-25	20923	20,923	18,963	0,906	
	-30	10577	10,577	9,160	0,866	
TIMUR	-35	14063	14,063	11,520	0,819	20,15418
	-40	17398	17,398	13,328	0,766	
	-45	18633	18,633	13,176	0,707	
	45	15139	15,139	10,705	0,707	
	40	14311	14,311	10,963	0,766	
	35	13769	13,769	11,279	0,819	
	30	14231	14,231	12,324	0,866	
	25	29133	29,133	26,403	0,906	
	20	28098	28,098	26,403	0,940	
	15	27335	27,335	26,404	0,966	
BARAT	10	26811	26,811	26,404	0,985	3,664743
	5	26504	26,504	26,403	0,996	
	0	11771	11,771	11,771	1,000	
	-5	11467	11,467	11,423	0,996	
	45	8278	8,278	5,853	0,707	
	40	6633	6,633	5,081	0,766	
	35	3422	3,422	2,803	0,819	
	30	3049	3,049	2,641	0,866	
	25	5845	5,845	5,297	0,906	
	20	2486	2,486	2,336	0,940	
	15	2551	2,551	2,464	0,966	
	10	2883	2,883	2,839	0,985	
	5	2604	2,604	2,594	0,996	
	0	2397	2,397	2,397	1,000	
	-5	2157	2,157	2,149	0,996	

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Tabel 6. Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Dari Masing-Masing Fetch Berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2018-2022

Bulan	Arah Datang Angin			Max Tiap Bulan		
	H - T	W	E	NE	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0,130	0,352	0,217	E	0,352
	T (det)	1,634	2,672	2,307		2,672
FEBRUARI	H (m)	0,133	0,223	0,403	NE	0,403
	T (det)	1,644	2,365	2,722		2,722
MARET	H (m)	0,000	0,371	0,228	E	0,371
	T (det)	0,000	2,710	2,337		2,710
APRIL	H (m)	0,000	0,299	0,000	E	0,299
	T (det)	0,000	2,558	0,000		2,558
MEI	H (m)	0,000	0,162	0,000	E	0,162
	T (det)	0,000	2,172	0,000		2,172
JUNI	H (m)	0,000	0,000	0,000	NE	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000		0,000
JULI	H (m)	0,000	0,328	0,000	NE	0,328
	T (det)	0,000	2,623	0,000		2,623
AGUSTUS	H (m)	0,000	0,000	0,000	NE	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000		0,000
SEPTEMBER	H (m)	0,000	0,467	0,000	E	0,467
	T (det)	0,000	2,883	0,000		2,883
OKTOBER	H (m)	0,000	0,000	0,000	E	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000		0,000
NOVEMBER	H (m)	0,000	0,000	0,000	E	0,000
	T (det)	0,000	0,000	0,000		0,000
DESEMBER	H (m)	0,125	0,000	0,000	W	0,125
	T (det)	1,615	0,000	0,000		1,615
MAX TIAP ARAH	H (m)	0,133	0,467	0,403	E	0,4675
	T (det)	1,644	2,883	2,722		2,883

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Didapat pada Bulan Maret arah Timur paling maksimum dengan:

Tinggi Gelombang (H) = 0,4675 meter

Periode Gelombang (T) = 2,883 detik

3.5 Analisa Transformasi Gelombang

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka dibuat hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (5 tahun data masukan) yang telah dihitung dengan metode hindcasting untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan. Berikut merupakan hasil perhitungan shoaling berdasarkan grafik hubungan.

Tabel 7. Perhitungan Shoaling untuk Arah Timur

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
11.007	0.909	0.900	11.111	0.5	0.500	0.992	0.990	0.459
13.825	0.579	0.571	14.014	0.5	0.287	0.988	1.716	0.779
18.647	0.268	0.277	18.077	0.5	0.608	1.027	0.849	0.679
17.820	0.224	0.234	17.123	0.5	0.646	1.032	0.806	0.565
15.725	0.191	0.213	14.058	0.5	0.680	1.082	0.823	0.503
14.152	0.071	0.094	10.616	0.5	0.863	1.190	0.773	0.462

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Tabel 8. Perhitungan Refraksi Untuk Arah Timur

a_0	d	H_0	T	L_0	d/ L_0	d/L
60	10	0.4675	2.6562	11.0066	0.90855	0.90002
60.9539	8	0.4594	2.9770	13.8252	0.57865	0.57087
62.3931	5	0.7792	3.4574	18.6472	0.26814	0.27660
59.2084	4	0.6790	3.3799	17.8205	0.22446	0.23360
55.6317	3	0.5646	3.1749	15.7253	0.19078	0.21340
47.5542	1	0.5025	3.0120	14.1521	0.07066	0.09420

L	C_0	C	$\sin a$	a	$\cos a_0/\cos a$	Kr
11.1109	4.1437	4.1830	0.8742	60.9539	0.9844	0.9921
14.0137	4.6441	4.7074	0.8861	62.3931	0.9769	0.9884
18.0766	5.3935	5.2285	0.8590	59.2084	1.0538	1.0265
17.1233	5.2726	5.0663	0.8254	55.6317	1.0643	1.0316
14.0581	4.9529	4.4278	0.7379	47.5542	1.1699	1.0816
10.6157	4.6986	3.5245	0.5535	33.6089	1.4149	1.1895

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Tabel 9. Perhitungan Gelombang Pecah Untuk Potongan Arah Timur

H'_0	H'_0/gT^2	m	H_b/H'_0	H_b
0,4638	0,0067	0,01	1,20	0,5566
0,2677	0,0031	0,01	1,15	0,3078
0,9179	0,0078	0,01	1,14	1,0464
0,8424	0,0075	0,01	1,14	0,9603
0,6860	0,0069	0,01	1,05	0,7203
0,6504	0,0073	0,01	1,00	0,6504

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

3.6 Perhitungan Angkutan Sedimen Metode CERC

Rumus yang di pakai dalam hal pengangkutan sedimen sepanjang pantai adalah mengikuti perhitungan CERC (dari Army Coastal Engineering Research Center. Berdasarkan Tabel 6 yakni Hindcasting Gelombang Tahun 2022, didapatkan arah dominan Timur pada bulan Maret.

- Angkutan Sedimen Sejajar Pantai (Longshore Transport)

Diketahui:

$$H_b = 0.5566 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$db = 0.668 \text{ m}$$

$$K = 0.39 \text{ (Shore Protection Manual, chapter 4-96)}$$

$$n = 0.7$$

$$\alpha_b = 60^\circ$$

$$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$$

Penyelesaian:

$$Q_s = \frac{K}{\frac{(\rho_s - \rho) \times g \times (1-n)}{8} \times \frac{H^2}{b} \times C \times \sin \alpha \times \cos \alpha} \times Pl$$

$$P_l = \frac{1}{8} \times \frac{H^2}{b} \times C \times \sin \alpha \times \cos \alpha$$

$$C_b = \sqrt{g \cdot db}$$

Jawaban:

$$\begin{aligned}
 C_b &= \sqrt{9.81 \times 0.668} \\
 &= 2.55 \text{ m/d} \\
 P_1 &= \frac{1030 \times 9.81}{8} \times 0.5566^2 \times 2.55 \times \sin 60 \times \cos 60 \\
 &= 432,059 \text{ kg m/d} \\
 O_s &= \frac{0.39}{(2650-1030) \times 9.81 \times (1-0.7)} \times 432.059 \\
 &= 0.03 \text{ kgm}^3/\text{d} \\
 &= 0.03534 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 0.00003534 \times 24 \times 3600 = 3.0534/\text{hari} \\
 &= 3.0534 \times 365 = 1114.491 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai angkutan sedimen untuk sejajar pantai adalah **1114.491 m³/tahun**

- Angkutan Sedimen Tegak Lurus Pantai (Onshore-Offshore Transport)
 Nilai $f=d$ dipakai 0.49 yang di ambil dari refrensi penelitian terdahulu dikarenakan ausmsi distribusi ukuran butiran sedimen lokasi penelitian berdekatan dengan refrensi yang digunakan

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 f=d(D) &= 0.25 \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 H_b &= 0.5566 \text{ m} \\
 \alpha_b &= 60^\circ \\
 \rho &= 1030 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho) \times g \times D} \\
 \tau_b &= \rho_s \times U_*^2 \\
 U_* &= \sqrt{D/2}
 \end{aligned}$$

Jawaban:

$$\begin{aligned}
 U_* &= \sqrt{0.45/2} \\
 &= 0.4949 \\
 \tau_b &= 2650 \times 0.49^2 \\
 &= 331.25 \\
 O_s &= \frac{331.25}{(2650-1030) \times 9.81 \times 0.45} \\
 &= 0.501 \text{ kg m}^3/\text{d} \\
 &= 0.000501 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 0.000501 \times 24 \times 3600 = 43,284 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 15.799,54 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Didapat nilai angkutan sedimen tegak lurus pantai adalah **15.799,54 m³/tahun**.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Angkutan Sedimen

Angkutan Sedimen	Qs (m ³ /tahun)
Sejajar Pantai	1114.491
Tegak Lurus Pantai	15.799,54

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dikarenakan angkutan sedimen terbesar adalah angkutan sedimen tegak lurus pantai, maka pengaman pantai direncanakan mengikuti garis pantai.

3.7 Perhitungan Gelombang Pecah

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan antara H'_o/gT^2 .

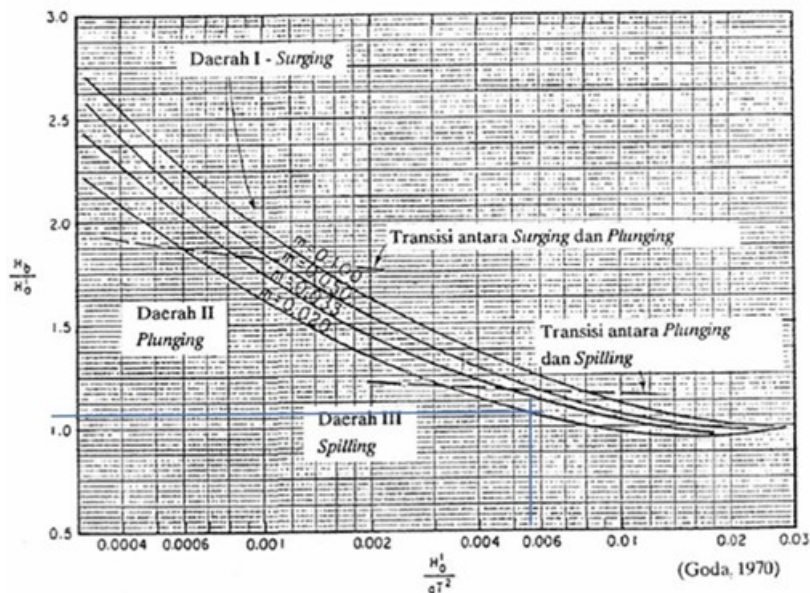
Tentukan nilai H'_o dan H_b .

$$\begin{aligned}
 \text{Dik : } H_o &= 0,468 \text{ m} \\
 T &= 2,883 \text{ detik} \\
 H &= 0,459 \text{ m} \\
 K_s &= 0,990 \\
 d/L_o &= 0,900
 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 H'_o &= H_o/K_s \\
 &= 0,468 / 0,990 \\
 &= 0,4720 \\
 H'_o/gT^2 &= 0,4720 / 9,81 \times 2,883 \\
 &= 0,0057
 \end{aligned}$$

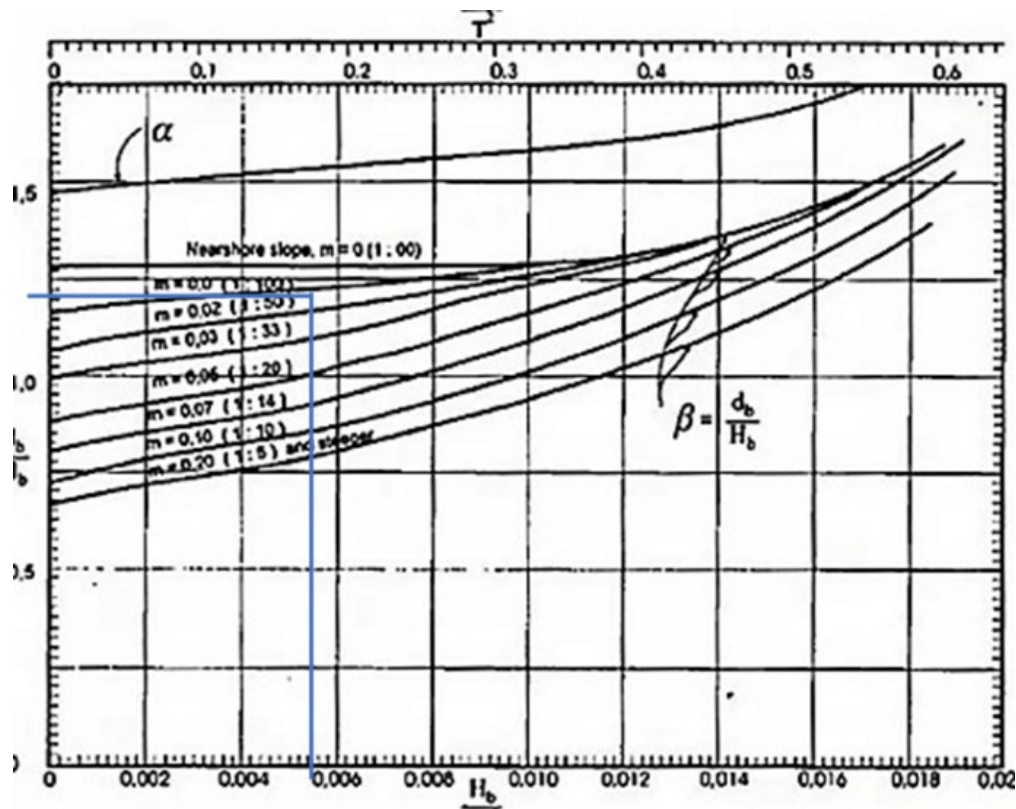
Nilai H_b didapat dari hasil plot antara nilai H'_o/gT^2 dan kemiringan pantai (m) pada grafik “Penentuan Tinggi Gelombang Pecah, Bambang Triatmodjo, ‘Teknik Pantai’”. Plot pada grafik untuk: $H'_o/gT^2 = 0,0057$ dan $m = 0.0082$



Gambar 6. Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah
(Sumber : Triatmodjo B, “Pelabuhan”)

$$\begin{aligned}
 H_b/H'_o &= 6.86 \\
 H_b &= 6,86 \times H'_o \\
 &= 6,86 \times 0,4720 \\
 &= 2,2373 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai H_b didapat dari hasil plot H_b/gT^2 dan kemiringan (m) pada grafik. Plot pada grafik : $H_b/gT^2 = 0,057$ dan $m = 0,0082$



Gambar 7. Grafik Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah
(Sumber : Triatmodjo B, "Pelabuhan")

$db/H_b = 0,33$, maka: $db = 0,33 \times H_b = 0,33 \times 3,238 = 1,089$ m

Jadi, Tinggi Gelombang pecah (H_b) = 0,2373 m

Gelombang pecah pada kedalaman (db) = 1,089 m

3.8 Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut: $DWL = MHWL + S_w + SLR$, dimana :

DWL : *Design water Level* / Elevasi muka air rencana

S_w : *Wave set-up*

SLR : Kenaikan elevasi muka air laut karena pemanasan global (*Sea Level Rise*)

- Wave set-up

Untuk perhitungan wave set-up menggunakan teori dari Longuet-Higgins dan Stewart 1963, (dalam CERC, 1984). Untuk H_b dan T diambil dari perhitungan gelombang rencana:

H_b : 0,556 meter T : 2,883 detik

Maka besar wave set-up adalah :

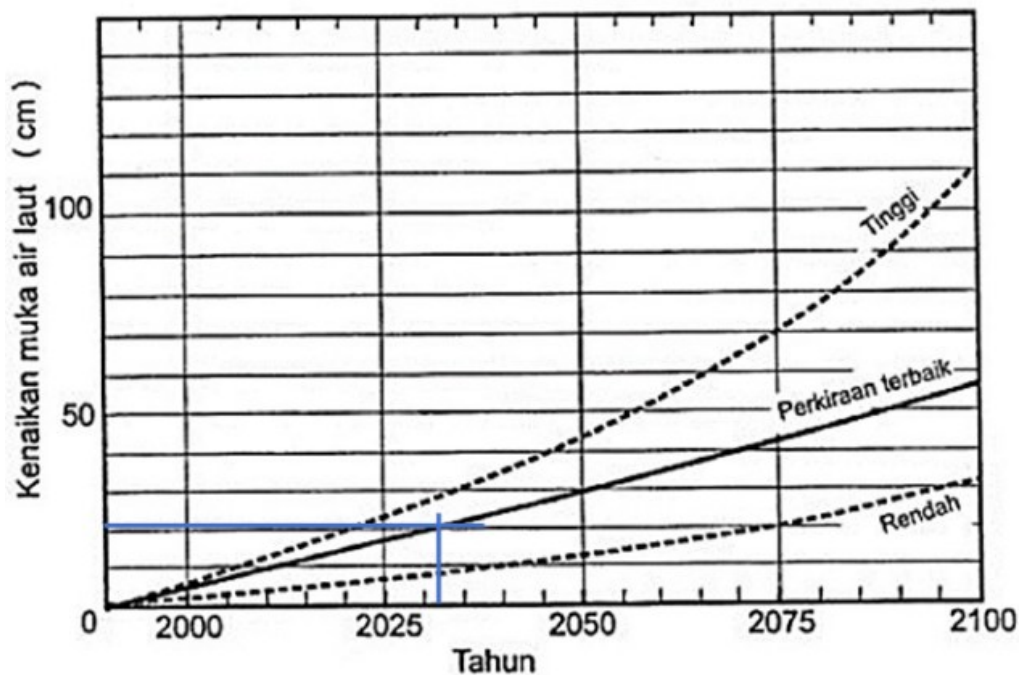
$$S_w = 0,19 \left(1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right) H_b$$

$$S_w = 0,19 \left(1 - 2,82 \sqrt{\frac{0,556}{9,81 \times 2,883^2}} \right) \times 0,556$$

$$= 0.27 \text{ meter}$$

- Sea Level Rise

Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Perkiraan besar kenaikan muka air laut diberikan pada Gambar 8. Direncanakan umur bangunan adalah 10 tahun, dihitung dari tahun 2020 didapatkan perkiraan terbaik kenaikan muka air 10 tahun mendatang yaitu tahun 2034 adalah 21 cm = 0,21 m.



Gambar 8. Grafik Perkiraan Besarnya Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) dari tahun 1990-2100.
(Sumber: Goda Foley, 1993)

Sehingga didapatkan elevasi muka air rencana adalah sebagai berikut :

$$DWL = MHWL + S_w + SLR$$

$$DWL = 2,868 \text{ m} + 0,27 \text{ m} + 0,21 \text{ m}$$

$$DWL = + 3,35 \text{ meter}$$

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan permasalahan yang ada di pantai Tanjung Assa Likupang Timur yaitu terjadi kemunduran garis pantai karena adanya abrasi maka direncanakan *Revetment* untuk mempertahankan garis pantai dari abrasi dan mengurangi limpasan gelombang ke arah darat. Pemilihan pengaman ini juga dikarenakan agar nelayan tetap dapat menaikkan atau memarkirkan perahu mereka dengan mudah.

Dari hasil perhitungan dimensi *Revetment* diperoleh:

1. Elevasi mercu = 4,58 m.
2. Lebar puncak = 3.5 m
3. Kemiringan = 1 : 3
4. Tinggi toe protection = 2,435 m
5. Lebar toe protection = 6,48 m

4.2 Saran

Penelitian ini dibuat sebagai alternatif pemecahan masalah kerusakan pantai di Pantai Tanjung Assa, Likupang Timur. Sebaiknya segera dibangun bangunan pengaman pantai untuk mencegah masalah yang terjadi di pantai tersebut.

Referensi

- Danial, M. M.. & Lestari, A. D. (2023). Analisa Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi *CEDAS NEMOS* Di Pantai Kura-Kura Kabupaten Bengkayang. *JeLAST: Jurnal PWK. Laut. Sipil Tambang*. 10(3).
Sabatun, K. M. HI. (2024). Pemilihan Formasi Groin Seri Akibat Perubahan Garis Pantai Di Pantai Mahembang Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. Manado
Sasmito, B.. & Suprayogi, A. (2019). Kajian deteksi dan penentuan garis pantai dengan metode terestris

- dan pengindraan jauh. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*. 2(02). 1-6.
- Sumampouw, F. V. H., Thambas, A. H., & Jasin, M. I. (2023). Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Triple M Kecamatan Likupang Barat. *Tekno*. 21(85). 837-848.
- Prabandaru, M., Apriyanti, D., Ediyanto. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (1996). *Perencanaan bangunan pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (1999). *Perencanaan bangunan pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan bangunan pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Yong, A. G., Thambas, A. H., & Jansen, T. (2019). Alternatif bangunan pengaman pantai di desa saonek kabupaten raja ampat. *Jurnal Sipil Statik*. 7(9).
- Pemodelan Perubahan Garis Pantai Watu Dodol Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Model Numerik CEDAS-NEMOS M MARGOTILA - 2018 - repository.unej.ac.id
- A Binilang - TEKNO, 2014 - ejournal.unsrat.ac.id Analisis Karakteristik Gelombang di Pantai Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa Tenggara
- O Dungus, JD Mamoto, AKT Dundu - TEKNO, 2024 - ejournal.unsrat.ac.id Analisis Pemodelan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi CEDAS NEMOS Di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat