



Model Numerik Perubahan Garis Pantai Sawangan Kecamatan Kombi

Chesia M. I. Siwu^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c},
Muhammad I. Jasin^{#d}, Arthur H. Thambas^{#e}, Cindy J. Supit^{#f}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^achesiasiwi021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^ctorry@unsrat.ac.id,

^dsanyjasin02@yahoo.com, ^earthur.thambas@unsrat.ac.id, ^fcindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang dipengaruhi oleh proses alami seperti gelombang, arus, pasang surut, serta aktivitas manusia. Pantai Sawangan di Kecamatan Kombi, Kabupaten Minahasa, merupakan salah satu kawasan pesisir yang rentan terhadap abrasi dan akresi sehingga diperlukan kajian ilmiah untuk mendukung perencanaan pengelolaan pesisir yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan perubahan garis pantai selama 10 tahun mendatang (2025–2035) dengan menggunakan perangkat lunak Coastal Engineering Design and Analysis System (CEDAS) pada modul Nearshore Evolution Modeling System (NEMOS). Data yang digunakan meliputi topografi dan batimetri, pasang surut, angin, serta parameter gelombang. Pemodelan numerik dilakukan dengan memanfaatkan modul GENESIS untuk menganalisis dinamika garis pantai. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tinggi gelombang pecah rata-rata sebesar 1,685 m pada kedalaman sekitar 1,5 m. Selama periode 10 tahun, pantai Sawangan mengalami abrasi maksimum sebesar -13,33 m pada koordinat $y = -0,6$ serta akresi maksimum sebesar +10,35 m pada koordinat $y = 14,24$. Total panjang pantai yang ditinjau adalah 403,04 m. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa garis pantai Sawangan mengalami perubahan signifikan berupa kombinasi abrasi dan akresi dengan distribusi yang bervariasi sepanjang pantai. Penelitian ini memberikan gambaran akurat mengenai pola perubahan garis pantai di Pantai Sawangan, yang dapat menjadi dasar penting untuk perencanaan dan pengelolaan pantai yang efektif dan berkelanjutan di masa depan.

Kata kunci: garis pantai, abrasi, akresi, pemodelan numerik, CEDAS-NEMOS, Pantai Sawangan Kombi

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia disebut sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri dari ribuan pulau yang membentang dari Sabang sampai Merauke. Terferifikasi pulau secara resmi sebanyak 16.056 pulau dengan luas perairan 5,9juta km², luas perairan mencakup sekitar 70% dari total luas wilayah Indonesia. Saat ini Indonesia di perkirakan memiliki garis pantai sekitar 81.290km. Hal ini dapat dikatakan bahwa sebagian aktivitas alam dan manusia sangat besar di bagian perairan atau di wilayah pesisir sehingga sangat rentan jika terjadi masalah di daerah tersebut. Salah satu masalah yang harus di perhatikan adalah perubahan garis pantai. Garis pantai dapat mengalami perubahan seiring berjalannya waktu akibat berbagai faktor alami dan aktivitas manusia. Garis pantai sendiri merupakan 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 (Triatmodjo, 1999). Perubahan garis pantai sendiri merujuk pada dinamika posisi antara daratan dan lautan yang di pengaruhi oleh proses abrasi dan akresi (Sudarsono, 2011).

Pantai Sawangan yang terletak di Kecamatan Kombi, Kabupaten Minahasa, merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki keanekaragaman ekosistem dan kawasan pesisir yang berpotensi dapat dimanfaatkan serta di lestariakan untuk kesejahteraan manusia. Tetapi pada pantai ini terjadi masalah perubahan garis pantai sehingga jika tidak diatasi maka dapat

mengancam keberlangsungan ekosistem dan keberlanjutan wisata serta aktivitas masyarakat sekitar.

Untuk menghadapi masalah tersebut, memanfaatkan teknologi terkini seperti aplikasi yang dapat menganalisis dan memprediksi serta dapat membantu merencanakan pengelolahan pantai secara efektif. Salah satu aplikasi yang dapat menganalisis perubahan garis pantai adalah CEDAS (Coastal Engineering Design and Analysis System) NEMOS (Nearshore Evolution Modeling System). Aplikasi ini adalah aplikasi yang berbasis model numerik yang dapat menganalisis perubahan garis pantai secara lebih akurat dan sistematis, sehingga dapat memberikan gambaran tentang pola perubahan yang terjadi serta membantu dalam proses perencanaan dan pengelolaan pantai secara lebih efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana hasil pemodelan perubahan garis pantai di pantai Sawangan, Kecamatan Kombi, pada 10 tahun mendatang yang di simulasikan menggunakan program CEDAS NEMOS, dan berapa banyak abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun 2025 sampai 2035?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Lokasi penelitian hanya pada pantai Sawangan yang terletak di Kecamatan Kombi
2. Penelitian ini berfokus pada perubahan garis pantai dengan menggunakan data-data dari data primer maupun data sekunder.
3. Aplikasi yang digunakan untuk prediksi perubahan garis pantai yaitu CEDAS-NEMOS rencana atau rancangan bangunan pengaman pantai
4. Hanya akan meninjau koordinat (1°13'46.14"N 125°2'55.11"E) sampai koordinat (1°13'33.91"N 125°2'52.38"E)

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pemodelan perubahan garis pantai di pantai Sawangan Kecamatan Kombi, menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS pada 10 tahun kedepan.
2. Mengetahui banyaknya abrasi dan akresi yang terjadi di pantai Sawangan, Kecamatan Kombi.

1.5. Manfaat Penelitian

Untuk memahami dan mengetahui model perubahan garis pantai secara signifikan dan dapat membantu dalam proses perencanaan serta, pengelolaan pantai secara efektif dan berkelanjutan terhadap lingkungan alam dan kehidupan sosial di Pantai Sawangan, Kecamatan Kombi, dengan menggunakan aplikasi CADAS NEMOS, selain itu penelitian ini di harapkan dapat membantu dan berkontribusi dalam memberikan informasi yang akurat mengenai perubahan garis pantai serta, pengembangan metode pemodelan berbasis teknologi di wilayah pesisir Minahasa.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

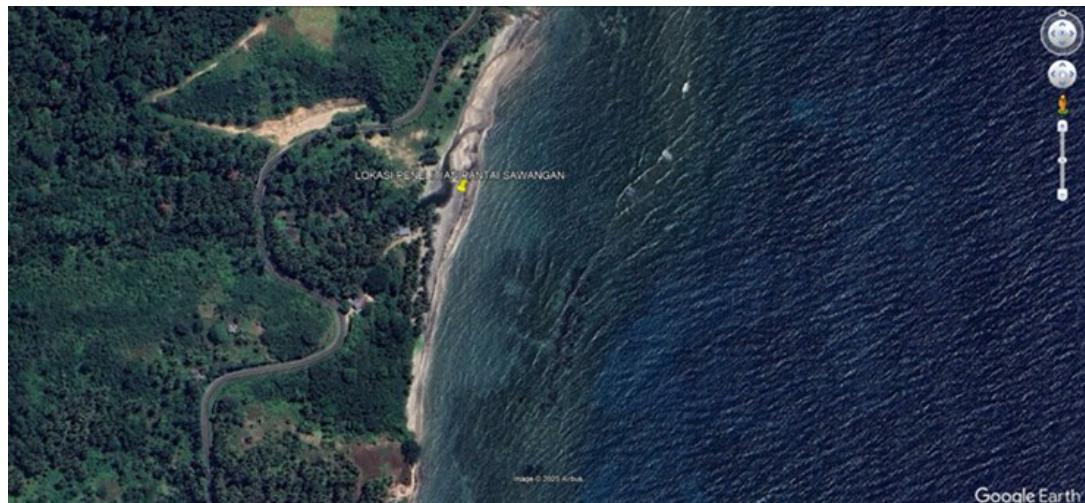
Survey lokasi yang dilakukan berguna untuk mendapatkan permasalahan yang ada di Pantai Sawangan, Kecamatan Kombi. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 1°13'41.57"N 125°2'53.67"E.

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-

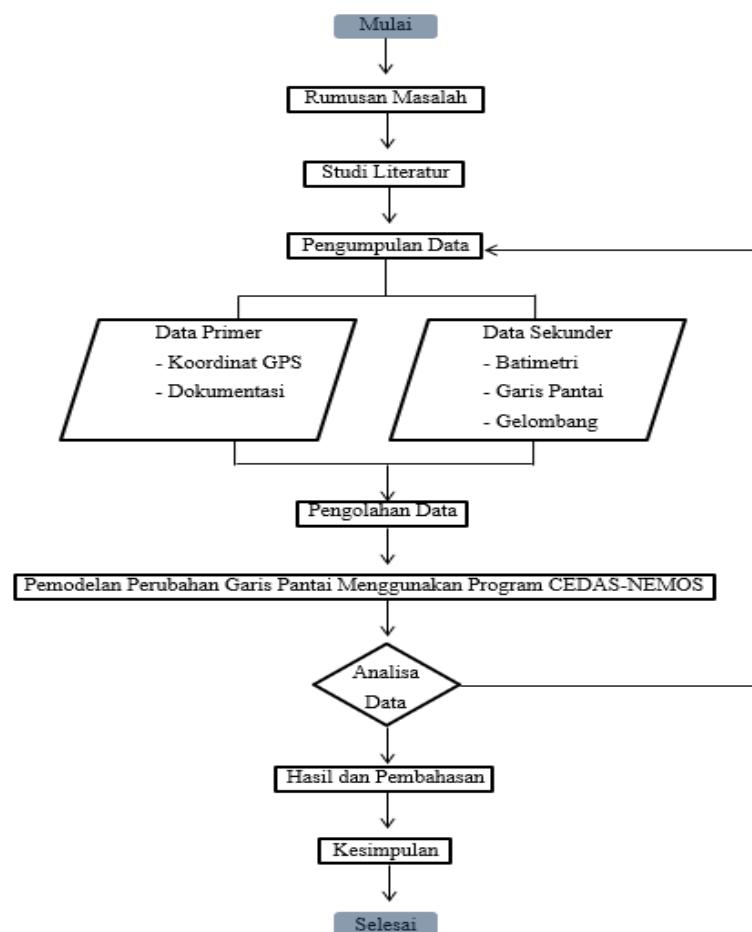
data yang dipakai:

1. Data kecepatan angin 5 tahun terakhir, dari situs web POWER (Prediction of Worldwide Energy Resources) yang merupakan bagian dari NASA (National Aeronautics and Space Administration)
2. Data Pasang Surut, dari Website Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI)
3. Peta lokasi / satelit, dari *software Google Earth dan Maps*
4. Data Bathimetri dari *Batnas*, menggunakan *software Global Mapper*



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

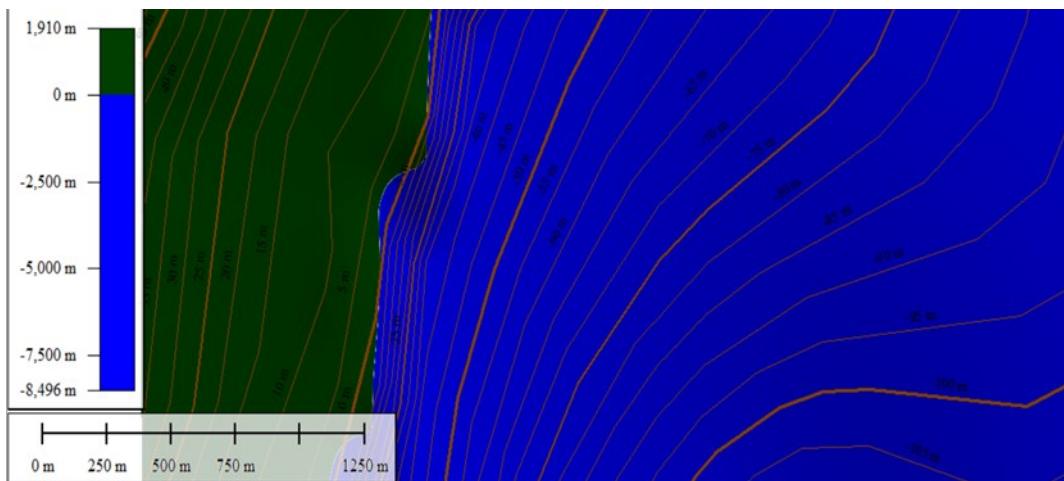
2.3. Bagan Alir Penelitian



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

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut

No	Tanggal	Jam																								Jumlah	Bacaan
		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	1-Jan-2024	0,13	0,10	0,01	-0,11	-0,23	-0,31	-0,31	-0,23	-0,08	0,12	0,31	0,46	0,52	0,49	0,37	0,19	-0,02	0,20	-0,33	-0,37	-0,33	-0,23	-0,10	0,03	-0,12	-0,01
2	2-Jan-2024	0,11	0,13	0,09	0,00	-0,11	-0,21	-0,25	-0,22	0,13	0,01	0,17	0,32	0,40	0,42	0,35	0,21	0,04	0,13	-0,26	-0,33	-0,26	-0,15	-0,02	-0,13	-0,01	
3	3-Jan-2024	0,08	0,14	0,14	0,09	0,01	-0,08	-0,15	-0,17	0,13	-0,05	0,06	0,18	0,26	0,30	0,28	0,19	0,07	0,07	0,19	-0,27	-0,30	-0,26	-0,18	-0,07	-0,12	-0,01
4	4-Jan-2024	0,04	0,12	0,16	0,16	0,11	0,05	-0,02	-0,07	0,08	-0,06	-0,01	0,06	0,13	0,17	0,13	0,06	0,04	0,04	-0,14	-0,21	-0,26	-0,25	-0,20	-0,12	-0,11	0,00
5	5-Jan-2024	-0,02	0,08	0,15	0,19	0,20	0,17	0,12	0,06	0,01	-0,02	-0,03	-0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,04	-0,10	-0,16	-0,21	-0,22	-0,21	-0,16	-0,10	0,00
6	6-Jan-2024	-0,08	0,01	0,11	0,19	0,25	0,27	0,26	0,21	0,15	0,08	0,01	-0,04	-0,08	-0,10	-0,10	-0,09	-0,08	-0,08	-0,10	-0,13	-0,16	0,19	-0,20	-0,19	-0,06	0,00
7	7-Jan-2024	-0,14	-0,07	0,03	0,14	0,25	0,33	0,37	0,37	0,32	0,23	0,11	-0,01	-0,11	-0,18	-0,22	-0,22	-0,19	-0,16	-0,13	-0,11	-0,12	-0,14	-0,17	-0,20	-0,01	0,00
8	8-Jan-2024	-0,20	-0,16	-0,07	0,05	0,19	0,33	0,44	0,50	0,49	0,41	0,27	0,10	0,07	-0,21	-0,30	-0,34	-0,31	-0,26	-0,18	-0,12	-0,09	-0,09	-0,13	-0,19	0,07	0,00
9	9-Jan-2024	-0,23	-0,24	-0,19	-0,08	0,08	0,26	0,44	0,57	0,63	0,59	0,47	0,28	0,05	-0,16	-0,32	-0,41	-0,42	-0,36	-0,26	-0,16	-0,08	-0,05	-0,08	-0,15	0,16	0,01
10	10-Jan-2024	-0,24	-0,30	-0,31	-0,24	-0,09	0,12	0,36	0,57	0,71	0,74	0,66	0,48	0,23	-0,04	-0,27	-0,43	-0,50	-0,46	-0,35	-0,22	-0,09	0,02	-0,02	-0,08	0,23	0,01
11	11-Jan-2024	-0,20	-0,31	-0,39	-0,38	-0,27	-0,07	0,19	0,46	0,69	0,82	0,81	0,68	0,44	0,14	-0,15	-0,38	-0,52	-0,53	-0,44	-0,29	-0,13	0,00	0,05	0,01	0,23	0,01
12	12-Jan-2024	-0,11	-0,26	-0,40	-0,47	-0,43	-0,28	-0,03	0,28	0,57	0,78	0,87	0,82	0,63	0,34	0,02	-0,27	-0,48	-0,56	-0,51	-0,37	-0,19	0,01	0,09	0,10	0,16	0,01
13	13-Jan-2024	0,01	-0,15	-0,33	-0,47	-0,51	-0,44	-0,24	0,04	0,36	0,64	0,82	0,86	0,75	0,51	0,20	-0,12	-0,38	-0,55	-0,55	-0,44	-0,26	0,06	0,11	0,18	0,02	0,00
14	14-Jan-2024	0,14	0,01	-0,18	-0,37	-0,49	-0,51	-0,40	-0,18	0,12	0,43	0,67	0,79	0,77	0,61	0,34	0,03	-0,26	-0,46	-0,54	-0,49	-0,33	-0,13	0,07	0,21	-0,13	-0,01
15	15-Jan-2024	0,24	0,16	0,00	-0,20	-0,37	-0,47	-0,46	-0,32	0,09	0,19	0,45	0,63	0,69	0,61	0,42	0,15	-0,13	-0,36	-0,49	-0,50	-0,39	-0,21	0,01	0,18	-0,26	-0,01

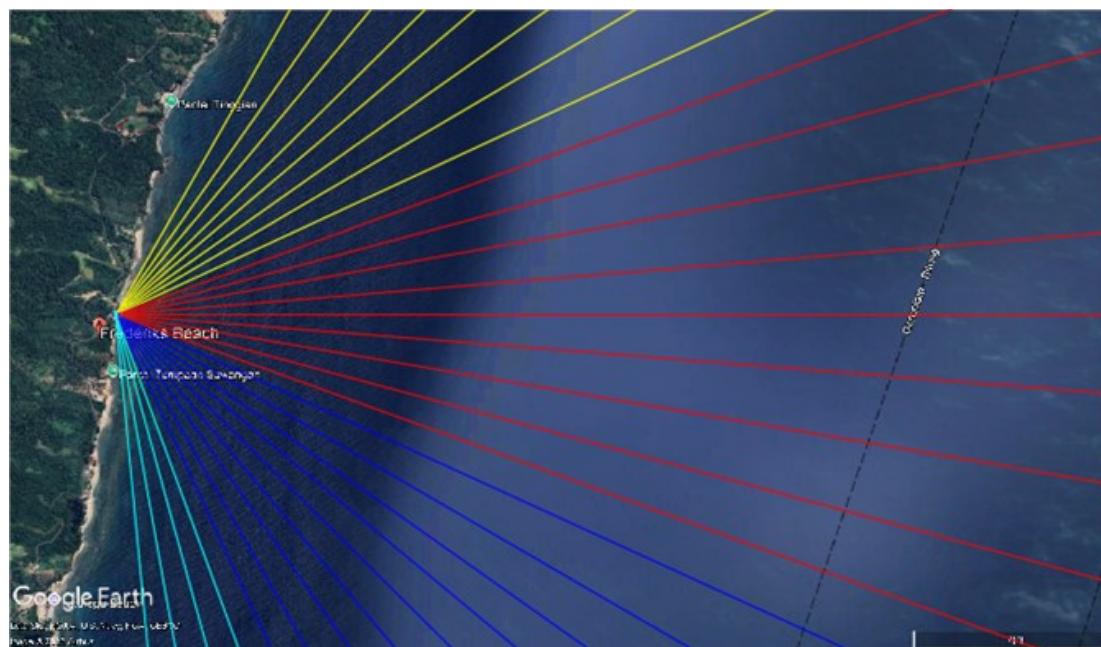
Tabel 2. Komponen Pasang Surut

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	0	32	15	6	25	18	1	13	4	8
g°	0,00	51,9	215,1	301,0	321,3	55,0		243,1	215,1	321,3

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	120,44
HWL	cm	87,40
MHWL	cm	46,02
MSL	cm	-0,38
MLWL	cm	-46,77
LLWL	cm	-55,60
Range	cm	120,81

3.3 Gelombang



Gambar 4. Fetch Lokasi

Tabel 4. Perhitungan Jarak Fetch

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	$F\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	F_{eff} (km)
		(m)	(km)			
UTARA (N)	-20	0	0,000	0,000	0,940	0,000
	-15	0	0,000	0,000	0,966	
	-10	0	0,000	0,000	0,985	
	-5	0	0,000	0,000	0,996	
	0	0	0,000	0,000	1	
	5	0	0,000	0,000	0,996	
	10	0	0,000	0,000	0,985	
	15	0	0,000	0,000	0,966	
	20	0	0,000	0,000	0,940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0,000	0,000	0,940	178,578
	-15	200000	200,000	193,185	0,966	
	-10	200000	200,000	196,962	0,985	
	-5	200000	200,000	199,239	0,996	
	0	200000	200,000	200,000	1	
	5	200000	200,000	199,239	0,996	
	10	200000	200,000	196,962	0,985	
	15	200000	200,000	193,185	0,966	
	20	200000	200,000	187,939	0,940	
TIMUR (E)	-20	200000	200,000	187,939	0,940	200,000
	-15	200000	200,000	193,185	0,966	
	-10	200000	200,000	196,962	0,985	
	-5	200000	200,000	199,239	0,996	
	0	200000	200,000	200,000	1	
	5	200000	200,000	199,239	0,996	
	10	200000	200,000	196,962	0,985	
	15	200000	200,000	193,185	0,966	
	20	200000	200,000	187,939	0,940	

Tabel 4. Perhitungan Jarak Fetch (*lanjutan*)

TENGGARA (SE)	-20	200000	200,000	187,939	0,940	200,000
	-15	200000	200,000	193,185	0,966	
	-10	200000	200,000	196,962	0,985	
	-5	200000	200,000	199,239	0,996	
	0	200000	200,000	200,000	1	
	5	200000	200,000	199,239	0,996	
	10	200000	200,000	196,962	0,985	
	15	200000	200,000	193,185	0,966	
	20	200000	200,000	187,939	0,940	
SELATAN (S)	-20	200000	200,000	187,939	0,940	89
	-15	200000	200,000	193,185	0,966	
	-10	200000	200,000	196,962	0,985	
	-5	200000	200,000	199,239	0,996	
	0	0	0	0,000	1	
	5	0	0	0,000	0,996	
	10	0	0	0,000	0,985	
	15	0	0	0,000	0,966	
	20	0	0	0,000	0,940	
BARAT DAYA (SW)	-20	0	0	0,000	0,940	0,000
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
	-5	0	0	0,000	0,996	
	0	0	0	0,000	1	
	5	0	0	0,000	0,996	
	10	0	0	0,000	0,985	
	15	0	0	0,000	0,966	
	20	0	0	0,000	0,940	
BARAT (W)	-20	0	0	0,000	0,940	0,000
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
	-5	0	0	0,000	0,996	
	0	0	0	0,000	1	
	5	0	0	0,000	0,996	
	10	0	0	0,000	0,985	
	15	0	0	0,000	0,966	
	20	0	0	0,000	0,940	
BARAT LAUT (NW)	-20	0	0	0,000	0,940	0,000
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
	-5	0	0	0,000	0,996	
	0	0	0	0,000	1	
	5	0	0	0,000	0,996	
	10	0	0	0,000	0,985	
	15	0	0	0,000	0,966	
	20	0	0	0,000	0,940	
					Feff (total)	667,180
					Feff (dominan)	200

3.4 Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Masing-masing Fetch Berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2020 – 2024

Tabel 5. Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang			ESE	SE	SSE	S	SSW	Max Tiap Bulan	Arah	H - T
		NE	ENE	E								
JANUARI	H (m)	1,188	0,703	0,669	-	-	-	-		NE	1,188	
	T (det)	4,624	3,636	3,554	-	-	-	-			4,624	
FEBRUARI	H (m)	1,174	-	0,689	-	-	-	-		NE	1,174	
	T (det)	4,599	-	3,603	-	-	-	-			4,599	
MARET	H (m)	1,330	-	0,655	-	-	-	-		NE	1,330	
	T (det)	4,869	-	3,519	-	-	-	-			4,869	
APRIL	H (m)	0,744	-	0,942	-	-	-	-	0,901	E	0,942	
	T (det)	3,731	-	4,157	-	-	-	-	4,073		4,157	
MEI	H (m)	-	-	0,717	0,901	-	1,056	0,991	-	SSE	1,056	
	T (det)	-	-	3,669	4,073	-	4,381	4,255	-		4,381	
JUNI	H (m)	-	-	-	-	1,144	0,858	1,029	-	SE	1,144	
	T (det)	-	-	-	-	4,544	3,984	4,328	-		4,544	
JULI	H (m)							1,163	1,103	S	1,163	
	T (det)							4,579	4,469		4,579	
AGUSTUS	H (m)							1,200	1,111	S	1,200	
	T (det)							4,646	4,483		4,646	
SEPTEMBER	H (m)							1,118	1,271	SSW	1,271	
	T (det)							4,497	4,769		4,769	
OKTOBER	H (m)							0,846	1,163	SSW	1,163	
	T (det)							3,959	4,579		4,579	
NOVEMBER	H (m)	0,952	0,565					0,717	0,981	SSW	0,981	
	T (det)	4,177	3,290					3,669	4,236		4,236	
DESEMBER	H (m)	0,822	0,490					0,689	0,601	NE	0,822	
	T (det)	3,906	3,081					3,603	3,383		3,906	
MAX TIAP ARAH	H (m)	1,330	0,703	0,942	0,901	1,144	1,056	1,200	1,271	NE	1,330	
	T (det)	4,869	3,636	4,157	4,073	4,544	4,381	4,646	4,769		4,869	

Didapat pada Bulan Maret arah Timur Laut paling maksimum dengan:

Tinggi Gelombang (H) = 1,330 meter
Periode Gelombang (T) = 4,869 detik

3.5 Koefisien Refraksi dan Koefisien Shoaling

Tabel 6. Perhitungan Koefisien Refraksi

a_0	d	H0	T	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
45,00	25	1,3302	4,6285	33,4204	0,7480	0,7321	34,1483	7,2205	7,3778	0,7225	46,2619	0,9727	0,98627
46,26	20	1,2817	4,6189	33,2821	0,6009	0,6015	33,2502	7,2056	7,1987	0,7218	46,2046	1,0012	1,00062
46,20	15	1,2738	4,6163	33,2441	0,4512	0,4542	33,0251	7,2014	7,1540	0,7171	45,8123	1,0086	1,00427
45,81	10	1,2405	4,6020	33,0376	0,3027	0,3145	31,7965	7,1790	6,9093	0,6901	43,6398	1,0498	1,02459
43,64	5	1,1466	4,5326	32,0497	0,1560	0,1883	26,5534	7,0709	5,8583	0,5718	34,8738	1,2514	1,11864
34,87	1	1,0692	4,4435	30,8022	0,0325	0,0745	13,4228	6,9319	3,0208	0,2492	14,4280	2,4171	1,5547
14,43	0,5	2,0422	3,4669	18,7504	0,0267	0,0671	7,4516	5,4084	2,1493	0,0990	5,6827	2,5389	1,5934

Tabel 7. Perhitungan Koefisien Shoaling

Lo	d/Lo	d/L	L	n	Kr	Ks	H
33,4204	0,7480	0,7321	34,1483	0,5009	0,9863	0,9769	1,2817
33,2821	0,6009	0,6015	33,2502	0,5039	1,0006	0,9932	1,2738
33,2441	0,4512	0,4542	33,0251	0,5190	1,0043	0,9698	1,2405
33,0376	0,3027	0,3145	31,7965	0,5759	1,0246	0,9021	1,1466
32,0497	0,1560	0,1883	26,5534	0,7240	1,1186	0,8336	1,0692
30,8022	0,0325	0,0745	13,4228	0,9339	1,5547	1,2286	2,0422
18,7504	0,0267	0,0671	7,4516	0,9454	1,5934	1,3308	4,3305

3.6 Perhitungan Gelombang Pecah dan Kedalaman Gelombang Pecah

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan grafik yang tersedia yaitu grafik yang menyatakan hubungan $H'0/gT2$ serta $Hb/gT2$.

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah

H ^o	H ^o /gT ²	m	H _b /H ^o	H _b
1,3616	0,0065	0,141	1,225	1,6680
1,2904	0,0062	0,211	1,25	1,6130
1,3135	0,0063	0,210	1,23	1,6090
1,3752	0,0066	0,210	1,23	1,6846
1,3756	0,0068	0,212	1,23	1,6851
0,8702	0,0045	0,218	1,35	1,1748
1,5345	0,0130	0,218	1,05	1,6113

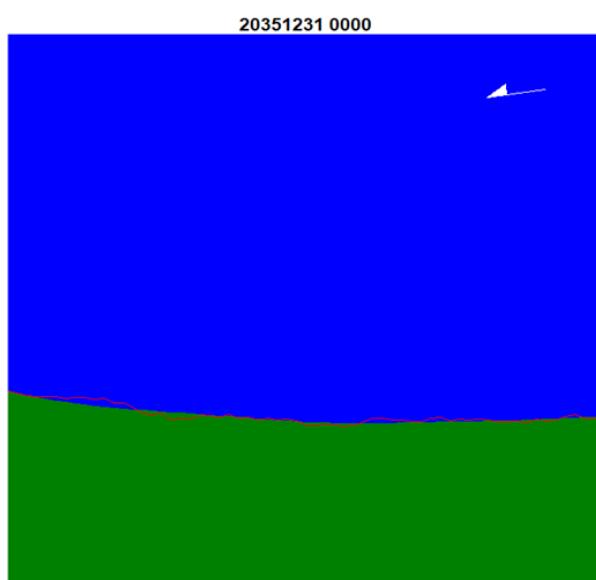
Tabel 9. Perhitungan Kedalaman Gelombang Pecah

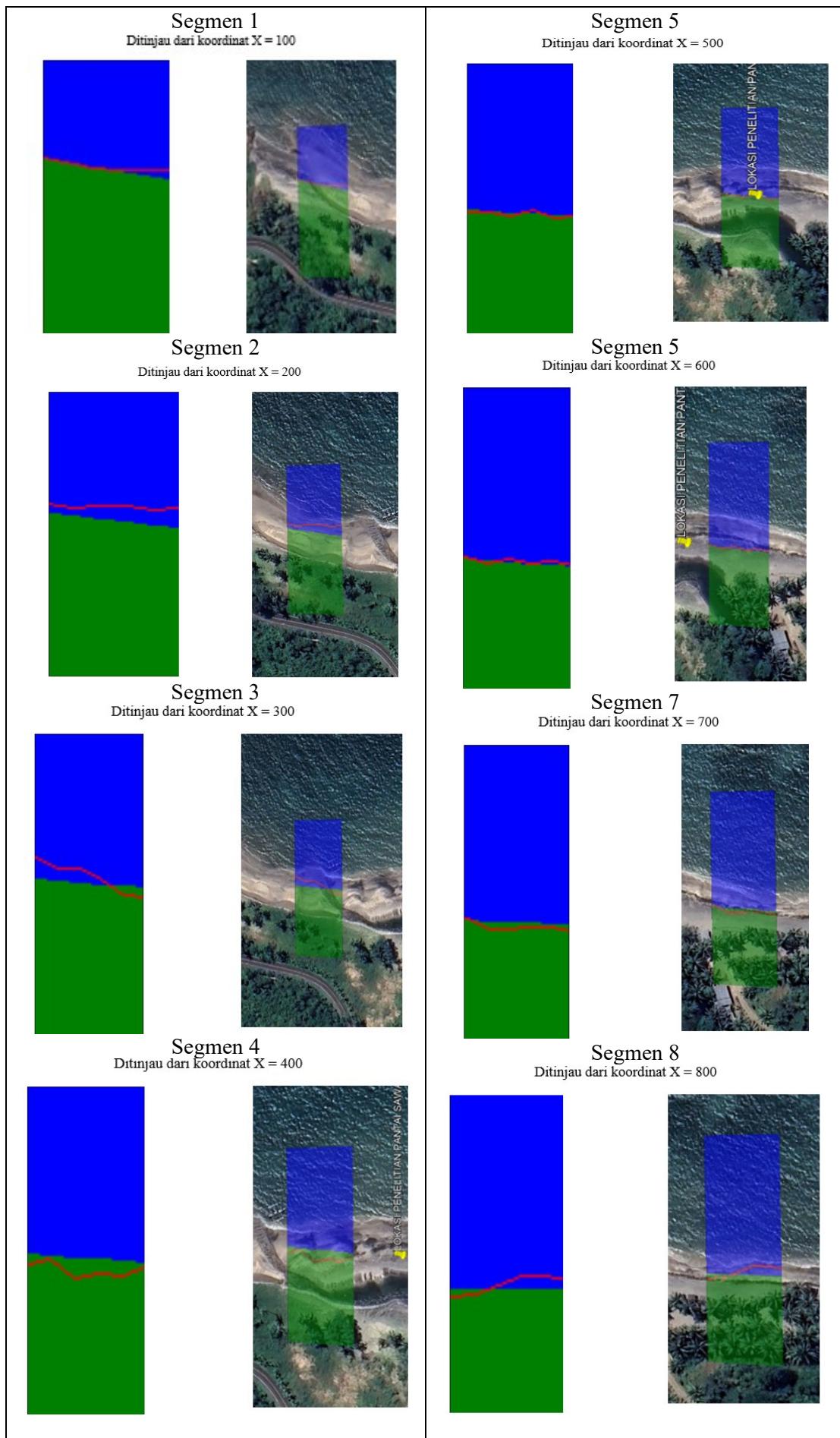
H _b /gT ²	m	db/H _b	db
0,0079	0,1409	0,90	1,501
0,0077	0,2110	0,85	1,371
0,0077	0,2097	0,825	1,327
0,0081	0,2100	0,85	1,432
0,0084	0,2122	0,875	1,474
0,0061	0,2179	0,80	0,940
0,0137	0,2183	1,050	1,692

3.7 Pemodelan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi CEDAS dengan Modul Nemos

Berikut data – data yang dibutuhkan untuk proses *running* pada aplikasi:

1. Data Topografi dan Bathimetri diperoleh GEBCO menggunakan aplikasi *Global Mapper* dan dibuat dalam bentuk format .txt atau .xyz.
2. Data garis pantai di ambil dari GEBCO atau *Global Mapper* dan disajikan dalam bentuk notepad. Input dengan format .txt atau .xyz.
3. Gelombang hasil peramalan. Data gelombang meliputi tahun bulan tanggal, waktu (t), tinggi (H₀), periode (T₀), dan arah gelombang (θ₀) sesuai dengan kebutuhan *running*. Input dalam format .txt
4. Data azimuth:
 New local azimuth of zero wave angles = 279.36°
 Azimuth of shoreline = 279.36-90° = 189.36°
 New local azimuth of zero = 189.36°-90° = 99.36
 Koordinat = X = 2320.00; Y = 20.00

**Gambar 5.** Garis Pantai Setelah Perubahan



Gambar 6. Daftar Pembagian Segmen

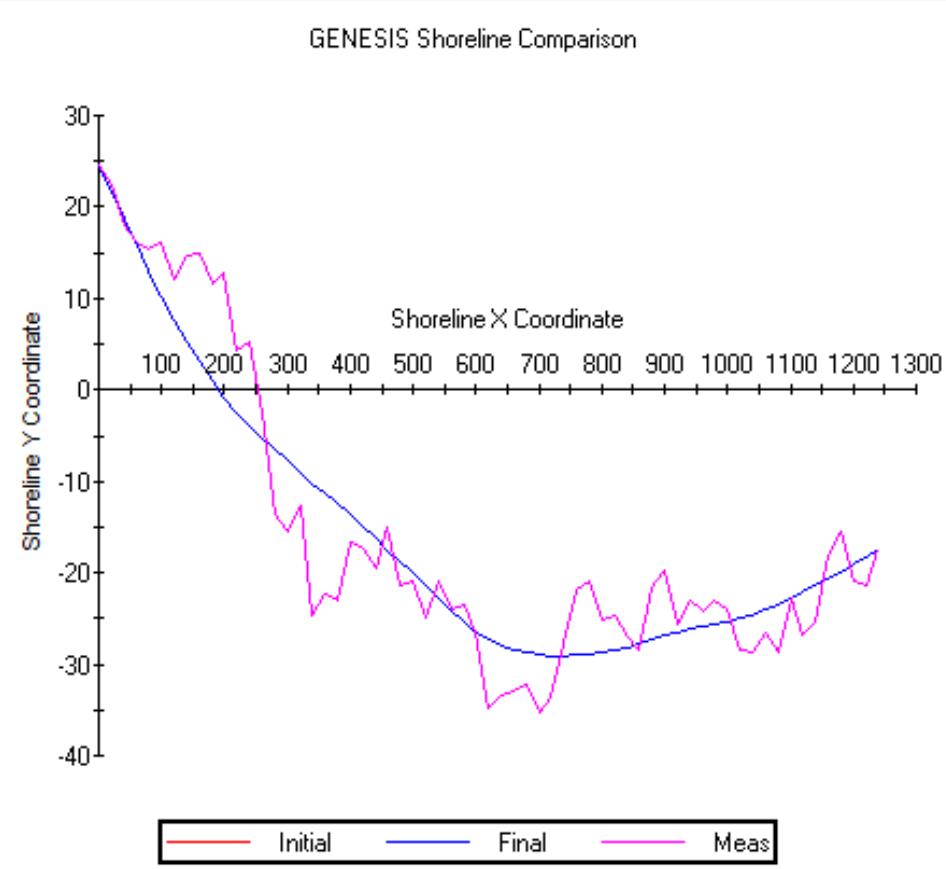
Uraian berikut menunjukkan letak setiap koordinat yang terdampak abrasi atau sedimentasi, beserta perubahan ukurannya dalam meter. Perubahan ini dibagi ke dalam 10 periode tahunan hingga tahun ke-10.

SHORELINE POSITION AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231									
24.63	21.67	18.76	15.86	12.97	10.17	7.60	5.26	3.03	0.97
-0.86	-2.49	-3.96	-5.31	-6.56	-7.77	-9.02	-10.22	-11.34	-12.51
-13.72	-14.94	-16.23	-17.53	-18.76	-20.04	-21.44	-22.88	-24.23	-25.46
-26.51	-27.36	-27.99	-28.45	-28.79	-29.03	-29.13	-29.09	-28.97	-28.82
-28.66	-28.42	-28.11	-27.73	-27.30	-26.86	-26.49	-26.18	-25.90	-25.61
-25.29	-24.96	-24.58	-24.08	-23.48	-22.84	-22.19	-21.49	-20.71	-19.89
-19.05	-18.21	-17.37							

Gambar 7. Posisi Garis Pantai Setelah 10 Tahun

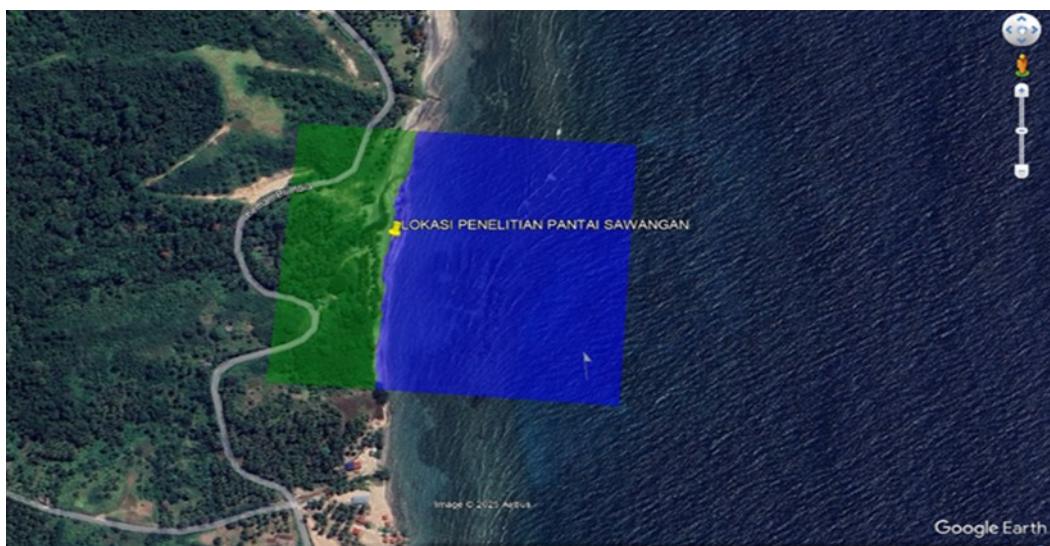
SHORELINE CHANGE AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231									
0.00	-0.89	0.80	-0.30	-2.45	-5.88	-4.39	-9.33	-11.85	-10.70
-13.60	-6.78	-9.18	-2.89	6.93	7.77	3.72	14.37	10.86	10.54
2.93	2.54	3.30	-2.47	2.70	0.77	3.58	-2.01	-0.26	-1.88
0.09	7.47	5.46	4.56	3.53	6.23	4.60	-1.44	-7.17	-7.92
-3.43	-3.69	-0.97	0.75	-5.73	-7.16	-0.94	-3.04	-1.70	-2.47
-1.25	3.46	3.99	2.39	5.23	-0.14	4.70	3.88	-2.51	-4.50
1.80	3.28	0.00							

Gambar 8. Perubahan Garis Pantai Setelah 10 Tahun



Gambar 9. Grafik Running Shoreline

Dari hasil *running* aplikasi *CEDAS* dengan modul *NEMOS*, khususnya pada komponen *GENESIS*, didapatkan nilai gerusan maksimum terjadi pada koordinat $y = -13.60$ sebanyak -0.86 m dan mengalami endapan sedimentasi pada koordinat $y = 14.37$ sebanyak -10.22 m.



Gambar 10. Perubahan Garis Pantai Yang di Tampilkan Pada Google Earth

Panjang lokasi penelitian, yaitu pada koordinat 2388056.91, 444859.69, sampai pada koordinat 2388303.83, 446117.59 dengan total panjang 403.04 m.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Tinggi gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 1.282 m sampai 2.042 m pada kedalaman 1 m sampai 25 m. Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap Pantai Sawangan dengan menggunakan data angin 5 tahun (masa lalu) diperoleh:
 - a. Tinggi gelombang pecah = 1.685 m
 - b. Gelombang pecah pada kedalaman = 1.501 m
2. Setelah melakukan simulasi perubahan garis pantai di Pantai Sawangan menggunakan aplikasi *CEDAS* dengan modul *NEMOS* didapatkan:
 - Nilai gerusan (abrasi) maksimum = 13.33 m
 - Koordinat x, y (garis pantai awal) = 200, 12.74
 - Koordinat x, y (garis pantai setelah 10 tahun) = 200, 0.6
 - Nilai penambahan (akresi) maksimum = 14.24 m
 - Koordinat x, y (garis pantai awal) = 340, 24.59
 - Koordinat x, y (garis pantai setelah 10 tahun) = 340, 10.35
3. Rata-rata volume ter transport setelah melakukan simulasi perubahan garis pantai adalah gerusan sebesar 1064.69 m³ dari garis pantai awal.

4.2 Saran

1. Penentuan letak garis pantai penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan agar garis pantai awal yang digunakan berada tepat pada kontur nol meter (0 m), guna menghindari kendala teknis pada saat melakukan proses running pemodelan menggunakan aplikasi nemos.
2. Simulasi untuk periode lebih panjang dan berkelanjutan disarankan agar penelitian di masa mendatang melakukan simulasi perubahan garis pantai dalam jangka waktu yang lebih panjang, guna memberikan gambaran lebih menyeluruh terhadap dinamika pesisir serta perencanaan pengelolaan yang berkelanjutan.
3. Pengumpulan dan validasi data pendukung untuk melengkapi kebutuhan data input pemodelan, sebaiknya dilakukan pengumpulan data gelombang, angin, serta pasang surut melalui uji laboratorium agar hasil simulasi lebih akurat.

Referensi

Danial, M. M., & Lestari, A. D. Analisa Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Cedas Nemos Di Pantai Kura-Kura Kabupaten Bengkayang. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 10(3).

Dungus,O. Mamoto, J.D. & Dundu, A. K. T. (2024). Analisis Pemodelan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi CEDAS NEMOS Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat.

Hariyadi. (2011). Analisis Perubahan Garis Pantai selama 10 Tahun Menggunakan CEDAS (Coastal Engineering Design and Analysis System) di Perairan Teluk Awur pada Skenario Penambahan Bangunan Pelindung Pantai. Buletin Oseanografi Marina, Vol. 1, Oktober, hlm. 82–94.

Lalenoh, L. Mamoto, J.D. & Dundu, A.K.T. (2016). Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai pada Daerah Pantai Mangatasik Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*. 4(12).

Margotila M. (2018). Pemodelan Perubahan Garis Pantai Watu Dodol Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Model Numerik Cedas-Nemos.

Sabatun, K. M. HI. (2024). Pemilihan Formasi Groin Seri Akibat Perubahan Garis Pantai Di Pantai Mahembang Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. Manado

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.

Sangkop, N. Mamoto,J.D. & Jasin,M.I. (2015). Analisis Pasang Surut di Pantai Bulo Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa dengan Metode Admiralty. *Tekno*. 13(63)

Sudarsono. (2011). Dinamika Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir.

Tantry, N. Thambas, A.H. & Jansen, T. (2021). Perubahan Garis Pantai GirianBawah Kota Bitung Akibat Gelombang.

Triatmodjo, B. (1999). *Perencanaan bangunan pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2012). Pengantar Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2000). Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2007). Pengelolaan Wilayah Pesisir. Yogyakarta: Beta Offset.

Yong, A. G.. Thambas, A. H.. & Jansen, T. (2019). Alternatif banguna pengaman pantai di desa saonek kabupaten raja ampat. *Jurnal Sipil Statik*. 7(9).