



## Pemodelan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Simulasi Numerik Di Pantai Pakowa Desa Borgo Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa Tenggara

Akhlaqul M. Simbala<sup>#a</sup>, Muhammad I. Jasin<sup>#b</sup>, Ariestides K. T. Dundu<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>akhlaqulsimbala021@student.unsrat.ac.id, <sup>b</sup>sanyjasin02@yahoo.com, <sup>c</sup>torry@unsrat.ac.id

---

### Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan fenomena yang sering terjadi akibat pengaruh alami seperti gelombang, arus laut, pasang surut, serta aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Pantai Pakowa, Desa Borgo, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, dengan menggunakan pemodelan numerik berbasis aplikasi CEDAS (Coastal Engineering Design and Assessment System) dan modul NEMOS (Nearshore Evolution Modeling System). Data yang digunakan meliputi topografi, bathimetri, serta data gelombang hasil hindcasting selama lima tahun terakhir. Hasil simulasi menunjukkan bahwa selama periode 10 tahun, terjadi abrasi maksimum sebesar 8,29 meter dan akresi maksimum sebesar 2,77 meter. Nilai rata-rata abrasi mencapai -2,94739 meter, sedangkan akresi rata-rata sebesar 1,00625 meter. Volume material tertransportasi akibat abrasi mencapai 3439 m<sup>3</sup>, dan akresi maksimum sebesar 3036 m<sup>3</sup>. Hasil ini memberikan gambaran perubahan morfologi garis pantai dan dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi serta pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan. Jika dibandingkan dengan Pantai Bahoi, yang menunjukkan akresi maksimum 9,11 meter dan abrasi maksimum 4,66 meter (Dungus, 2024), maka akresi di Pantai Pakowa tergolong rendah, sedangkan abrasi maksimumnya tergolong tinggi—meskipun nilai rata-rata abrasi di Pakowa lebih rendah. Sementara itu, dibandingkan dengan Pantai Kura-kura yang mengalami abrasi 2 hingga 5,54 meter dan akresi 3 hingga 4 meter selama 10 tahun (Danial & Lestari, 2023), perubahan garis pantai di Pantai Pakowa secara umum menunjukkan dinamika yang lebih besar. Temuan ini menegaskan pentingnya pemodelan numerik sebagai alat prediktif dalam pengelolaan pesisir dan perencanaan mitigasi dampak perubahan garis pantai.

*Kata kunci:* garis pantai, abrasi, akresi, pemodelan numerik, CEDAS, NEMOS, Pantai Pakowa

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Perubahan garis pantai merupakan fenomena yang sering terjadi akibat berbagai faktor alami maupun aktivitas manusia. Erosi dan akresi pantai menjadi permasalahan utama yang dapat menyebabkan hilangnya lahan, terganggunya ekosistem pesisir, serta berdampak pada sosial-ekonomi masyarakat sekitar. Salah satu daerah yang mengalami perubahan garis pantai adalah Pantai Pakowa, Desa Borgo, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara. Kawasan ini diketahui mengalami erosi yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir, yang dapat mengancam permukiman penduduk, infrastruktur, serta ekosistem pesisir.

Faktor utama yang mempengaruhi perubahan garis pantai meliputi gelombang, arus laut, pasang surut, serta aktivitas manusia seperti pembangunan pesisir dan eksplorasi sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan studi yang mendalam untuk memahami pola perubahan garis pantai guna merancang strategi mitigasi yang tepat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai adalah pemodelan berbasis numerik.

Saat ini, teknologi pemodelan garis pantai semakin berkembang, salah satunya adalah **CEDAS NEMOS** (Coastal Engineering Design and Assessment System - Nearshore Evolution Modeling System). Aplikasi ini merupakan perangkat lunak yang dapat membantu dalam menganalisis dan memprediksi perubahan garis pantai berdasarkan data oseanografi dan

morfologi pantai. Dengan menggunakan model numerik ini, dapat diperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai dinamika pantai serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Pantai Pakowa menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah daerah, masyarakat setempat, serta pihak terkait dalam upaya mitigasi dan pengelolaan wilayah pesisir yang lebih berkelanjutan.

### *1.2. Rumusan Masalah*

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapatkan rumusan masalah yakni bagaimana pemodelan perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Pakowa, Desa Borgo, Kecamatan Belang yang disimulasikan dan berdasarkan hasil running CEDAS NEMOS berapa area 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. Penelitian ini hanya dilakukan di Pantai Pakowa, Desa Borgo, Kecamatan Belang
2. Permodelan perubahan garis pantai dilakukan menggunakan simulasi numerik aplikasi CEDAS NEMOS
3. Penelitian berfokus pada perubahan garis pantai dengan menggunakan 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder
4. Hanya meninjau koordinat ( $0^{\circ}55'58.60''\text{U}$   $124^{\circ}47'11.84''\text{T}$ ) sampai kordinat ( $0^{\circ}56'10.90''\text{U}$   $124^{\circ}47'15.24''\text{T}$ )

### *1.4. Tujuan Penelitian*

Tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis dan mendapatkan hasil perubahan garis pantai di Pantai Pakowa, Desa Borgo dengan menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS
2. Untuk mendapatkan besar area abrasi dan akresi yang terdampak di Pantai Pakowa, Desa Borgo, Kecamatan Belang

### *1.5. Manfaat Penelitian*

1. Menambah wawasan dan pengetahuan ilmiah mengenai pola perubahan garis pantai serta faktor-faktor yang mempengaruhinya
2. Membantu dalam penyusunan strategi mitigasi untuk mengurangi dampak negatif perubahan garis pantai terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengelolaan wilayah pesisir dan mitigasi erosi pantai.

## **2. Metode Penelitian**

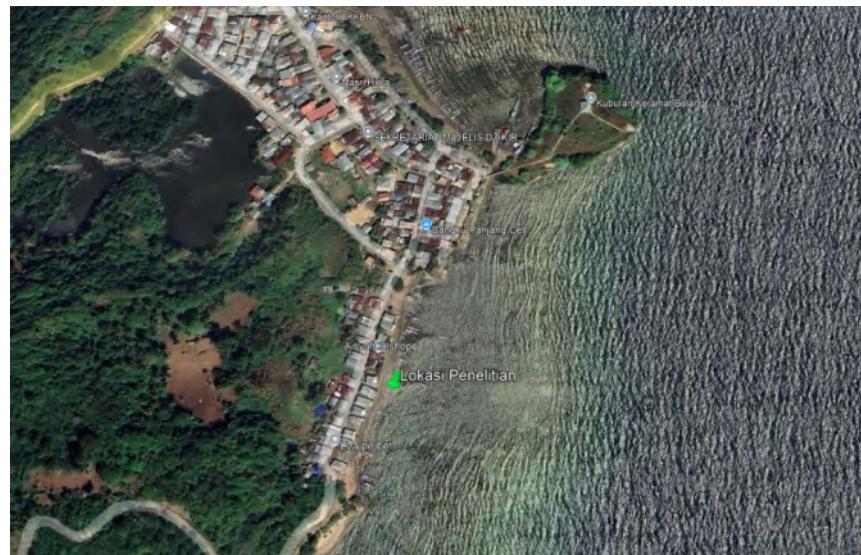
### *2.1. Lokasi Penelitian*

Survey lokasi dilakukan guna mendapatkan permasalahan apa yang ada di Pantai Pakowa, Kecamatan Belang, Minahasa Tenggara. Survey lokasi ini, yaitu inventarisasi dan identifikasi permasalahan pantai. Lokasi Penelitian terletak di Pakowa, Kecamatan Belang, Minahasa Tenggara yang secara geografis berada  $0^{\circ}56'4.50''\text{U}$  dan  $124^{\circ}47'12.63''\text{T}$ .

### *2.2. Pengumpulan Data*

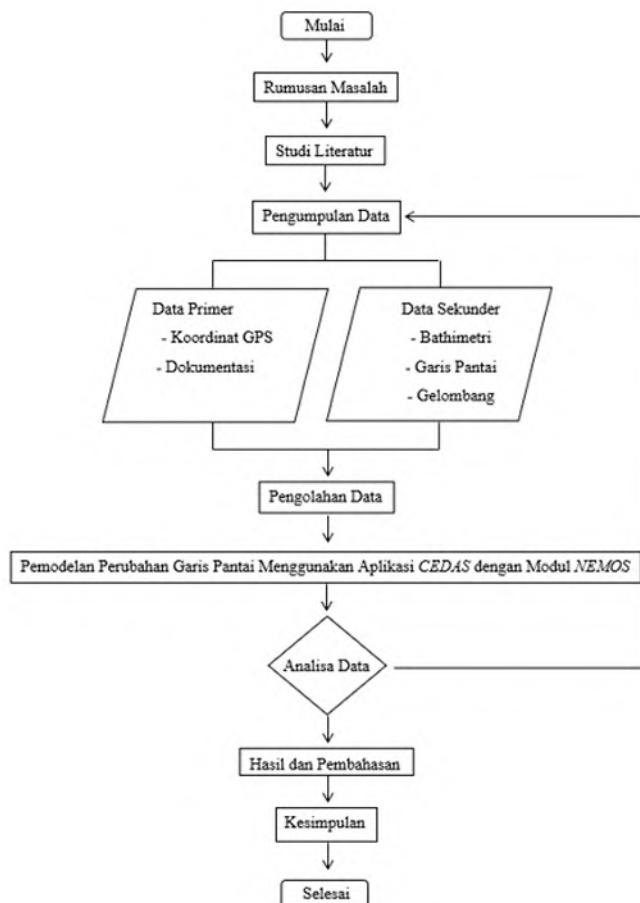
Pengumpulan data ini dilaksanakan dengan cara mengunjungi Situs – situs terlibat sebagai sumber data untuk diambil data-data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software-software penunjang. Data – data yang dimaksud meliputi:

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 situs web SRGI – BIG (Sistem Referensi Geospasial Indonesia – Badan Informasi Geospasial)
3. Peta lokasi / satelit, dari software *Google Earth*
4. Data Bathimetri dari *Gebco*, menggunakan software *Global Mapper*



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Google Earth)

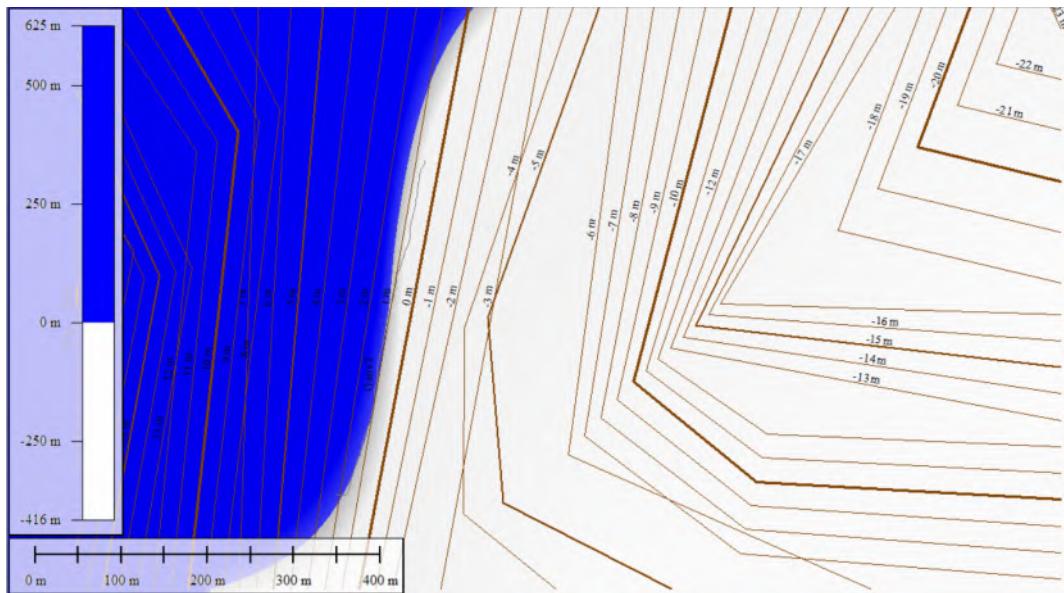
### 2.3. Bagan Alir Penelitian



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Peta Topografi dan Bathimetri



Gambar 3. Peta Topografi dan Bathimetri Lokasi Penelitian

### 4.2 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	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,9	0,2	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-1,3	-0,05
2	2-Jan-2024	0,1	0,1	0,3	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,9	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,5	0,5	0,02
3	3-Jan-2024	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	-0,2	-0,01
4	4-Jan-2024	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-1,0	-0,04	
5	5-Jan-2024	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,4	-0,01	
6	6-Jan-2024	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,01	
7	7-Jan-2024	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	0,0	
8	8-Jan-2024	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,1	0,0	
9	9-Jan-2024	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	0,2	0,01	
10	10-Jan-2024	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,2	0,8	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	1,1	0,04
11	11-Jan-2024	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,6	0,2	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,01	
12	12-Jan-2024	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	0,3	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,3	0,0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,1	0,0	0,7	0,0	0,9	0,04	
13	13-Jan-2024	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,4	0,6	0,8	0,8	0,7	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	
14	14-Jan-2024	0,9	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3	-0,1	0,2	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,03	
15	15-Jan-2024	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,3	0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	0,0	0,2	0,1	0,01

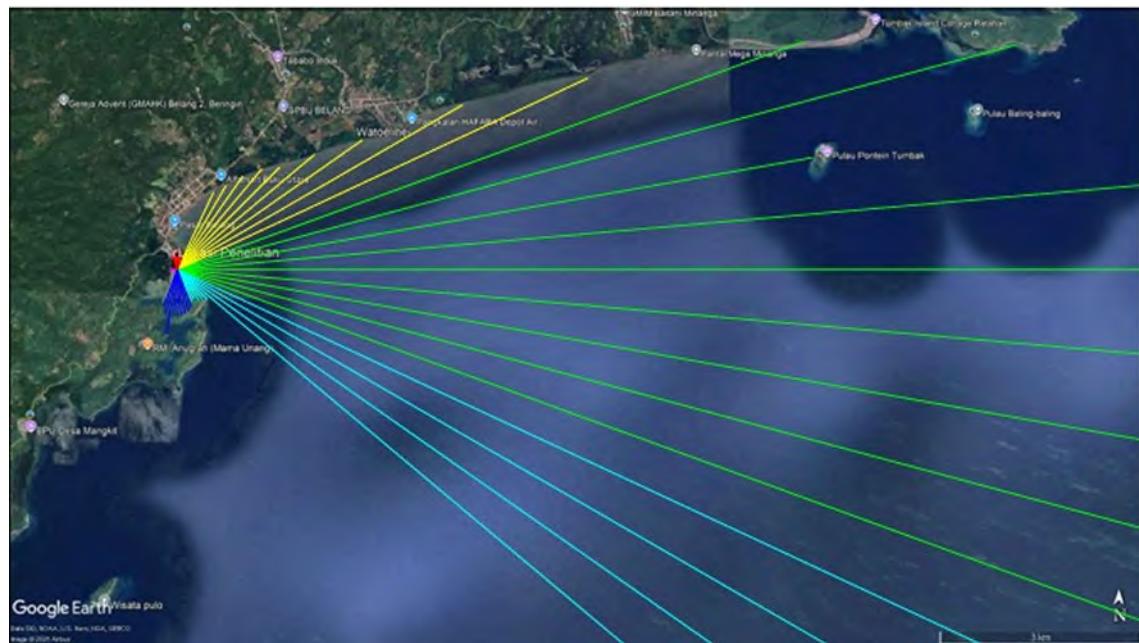
Tabel 2. Komponen Pasang Surut

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	0	26	13	2	27	17	1	13	4	9
g°	0,00	251,7	215,4	276,9	321,1	55,0	42,1	83,1	215,4	321,1

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	111,11
HWL	cm	90,00
MHWL	cm	38,61
MSL	cm	-0,43
MLWL	cm	-39,48
LLWL	cm	-90,00
Range	cm	111,54

#### 4.3 Gelombang



**Gambar 4.** Fetch Lokasi Penelitian

**Tabel 4.** Perhitungan Jarak Fetch

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fc cos(α)	cos(α)	F <sub>eff</sub>
		(m)	(km)			(km)
UTARA (N)	-20	0	0	0,000	0,940	0,127
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
	-5	0	0	0,000	0,996	
	0	169	0,1693	0,169	1	
	5	227	0,2274	0,227	0,996	
	10	240	0,2404	0,237	0,985	
	15	249	0,249	0,241	0,966	
	20	255	0,2546	0,239	0,940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	1688	1,688	1,586	0,940	3,857
	-15	1936	1,9356	1,870	0,966	
	-10	2257	2,2568	2,223	0,985	
	-5	2606	2,6061	2,596	0,996	
	0	2868	2,8675	2,868	1	
	5	3543	3,5434	3,530	0,996	
	10	4477	4,477	4,409	0,985	
	15	6526	6,5262	6,304	0,966	
	20	8993	8,9934	8,451	0,940	
TIMUR (E)	-20	13228	13,2276	12,430	0,940	138,861
	-15	17258	17,2578	16,670	0,966	
	-10	12791	12,7906	12,596	0,985	
	-5	200000	200	199,239	0,996	
	0	200000	200	200,000	1	

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fcos(α)	cos(α)	Feff
		(m)	(km)			(km)
TENGGARA (SE)	5	200000	200	199,239	0,996	89,018
	10	200000	200	196,962	0,985	
	15	200000	200	193,185	0,966	
	20	200000	200	187,939	0,940	
SELATAN (S)	-20	200000	200	187,939	0,940	1
	-15	200000	200	193,185	0,966	
	-10	200000	200	196,962	0,985	
	-5	200000	200	199,239	0,996	
	0	826	0,8257	0,826	1	
	5	769	0,7689	0,766	0,996	
	10	725	0,7245	0,713	0,985	
	15	701	0,7005	0,677	0,966	
	20	715	0,7151	0,672	0,940	
	-20	782	0,7816	0,734	0,940	
BARAT DAYA (SW)	-15	846	0,8455	0,817	0,966	0,107
	-10	869	0,8691	0,856	0,985	
	-5	906	0,9055	0,902	0,996	
	0	872	0,872	0,872	1	
	5	0	0,9055	0,902	0,996	
	10	0	1,2859	1,266	0,985	
	15	0	0,8455	0,817	0,966	
	20	0	0,7816	0,734	0,940	
	-20	0	0,7151	0,672	0,940	
	-15	0	0,2802	0,271	0,966	
BARAT (W)	-10	0	0	0,000	0,985	0,000
	-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	
	-20	0	0	0,000	0,940	
	-15	0	0	0,000	0,966	
	-10	0	0	0,000	0,985	
BARAT LAUT (NW)	-5	0	0	0,000	0,996	0,000
	0	0	0	0,000	1	
	5	0	0	0,000	0,996	

Arah Mata Angin ( $\alpha$ )	Jarak Sebenarnya		Fc $\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	F $\text{eff}$	
	(m)	(km)			(km)	
-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		
					F $\text{eff}$ (total)	232,870
					F $\text{eff}$ (dominan)	139

**4.4 Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Masing – Masing Fetch Berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2020 – 2024**

**Tabel 5.** Rekapitulasi Arah, Tinggi, dan Periode

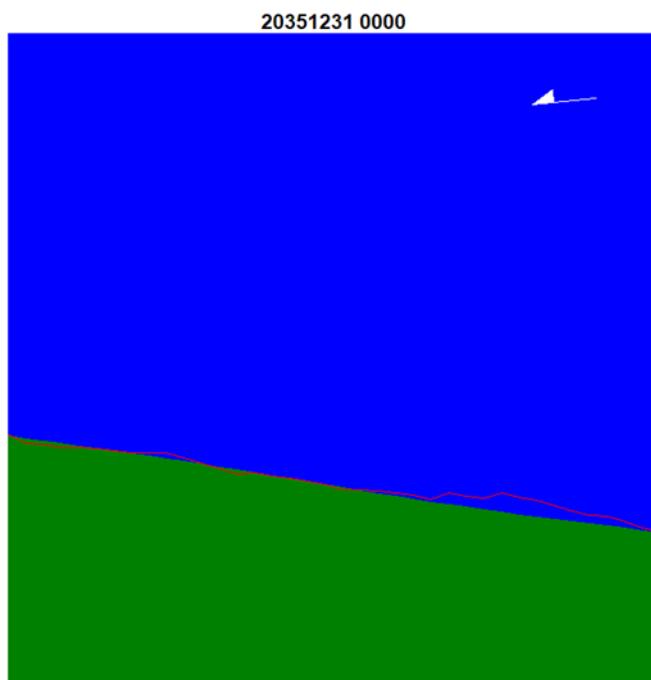
Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				NE	Arah	Max Tiap Bulan	
		NE	ENE	E	ESE			H - T	
JANUARI	H (m)	0,669	0,084	0,332	0,490	-	-	-	NE 0,669
	T (det)	3,554	0,927	2,068	1,831	-	-	-	3,554
FEBRUARI	H (m)	1,075	0,689	-	-	-	-	-	NE 1,075
	T (det)	4,418	3,603	-	-	-	-	-	4,418
MARET	H (m)	0,655	0,306	0,271	-	-	-	-	NE 0,655
	T (det)	3,519	2,065	2,000	-	-	-	-	3,519
APRIL	H (m)	0,457	0,601	0,601	-	-	-	-	ENE 0,601
	T (det)	2,984	3,383	3,383	-	-	-	-	3,383
MEI	H (m)	-	0,834	0,770	-	1,056	-	-	SE 1,056
	T (det)	-	3,933	3,790	-	4,381	-	-	4,381
JUNI	H (m)	-	-	0,616	1,010	-	0,858	-	ESE 1,010
	T (det)	-	-	3,422	4,293	-	3,984	-	4,293
JULI	H (m)	-	-	0,846	1,103	-	-	0,601	E 1,103
	T (det)	-	-	3,959	4,469	-	-	3,383	4,469
AGUSTUS	H (m)	-	0,802	-	0,206	-	0,585	0,717	ENE 0,802
	T (det)	-	3,863	-	1,530	-	3,343	3,669	3,863
SEPTEMBER	H (m)	-	-	0,858	0,730	-	-	0,901	S 0,901
	T (det)	-	-	3,984	3,700	-	-	4,073	4,073
OKTOBER	H (m)	-	0,730	0,730	0,790	-	-	-	ESE 0,790
	T (det)	-	3,700	3,700	3,835	-	-	-	3,835
NOVEMBER	H (m)	0,640	0,952	0,227	-	-	-	-	ENE 0,952
	T (det)	3,484	4,177	2,168	-	-	-	-	4,177
DESEMBER	H (m)	0,669	0,311	0,534	-	-	-	-	NE 0,669
	T (det)	3,554	2,501	3,205	-	-	-	-	3,554
MAX TIAP ARAH	H (m)	1,075	0,952	0,858	1,103	1,056	0,858	0,901	E 1,103
	T (det)	4,418	4,177	3,984	4,469	4,381	3,984	4,073	4,469

Didapat pada Bulan Juli arah Timur paling maksimum dengan:

$$\begin{array}{ll} \text{Tinggi Gelombang (H)} & = 1,103 \text{ meter} \\ \text{Periode Gelombang (T)} & = 4,469 \text{ detik} \end{array}$$

#### 4.5 Pemodelan Menggunakan Aplikasi CEDAS dengan Modul NEMOS

1. Data Topografi dan Bathimetri diambil dari Gebco menggunakan aplikasi Global Mapper dan disajikan dalam bentuk notepad. Input dengan format .txt atau .xyz
2. Data garis pantai diambil dari Gebco menggunakan aplikasi Global Mapper dan disajikan dalam bentuk notepad. Input dengan format .txt atau .xyz
3. Data gelombang hasil peramalan gelombang berupa Tahun Bulan Tanggal, Waktu (t), Tinggi (H0), Periode (T0), dan Arah gelombang (θ0) sesuai kebutuhan running. Input dengan format .txt
4. Data azimuth:
  - a. New local azimuth of zero wave angles =  $276^\circ$
  - b. Azimuth of shoreline =  $276 - 90^\circ = 186^\circ$
  - c. New local azimuth of zero  $186^\circ - 90^\circ = 95^\circ$
  - d. Koordinat X = 180,00 Y = 20.00



Gambar 5. Garis Pantai Setelah Perubahan

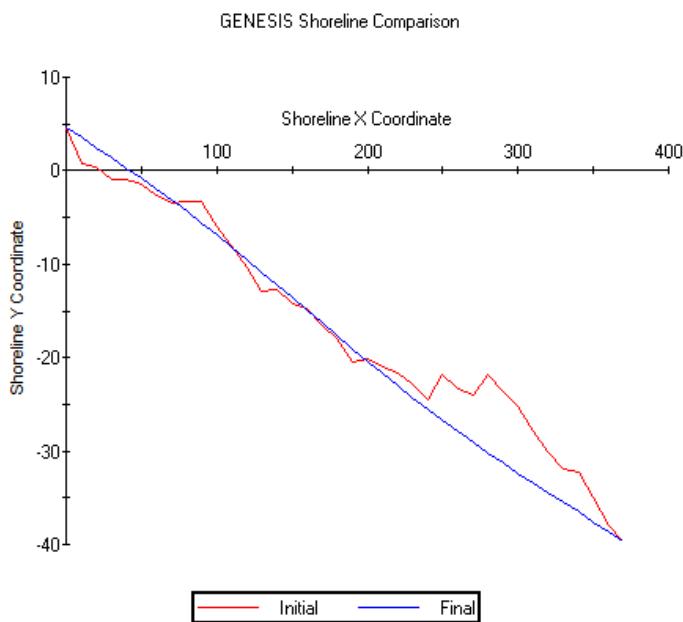
Uraian berikut menunjukkan letak setiap koordinat yang terdampak abrasi atau sedimentasi, beserta perubahan ukurannya dalam meter. Perubahan ini dibagi ke dalam 10 periode tahunan hingga tahun ke-10.

SHORELINE POSITION AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231									
4.68	3.58	2.48	1.39	0.28	-0.84	-1.98	-3.15	-4.35	-5.57
-6.83	-8.13	-9.46	-10.81	-12.18	-13.54	-14.90	-16.27	-17.66	-19.05
-20.41	-21.72	-23.00	-24.28	-25.51	-26.70	-27.87	-29.04	-30.18	-31.29
-32.38	-33.44	-34.48	-35.51	-36.55	-37.59	-38.64	-39.69		

Gambar 6. Posisi Garis Pantai Setelah 10 Tahun

SHORELINE CHANGE AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231									
0.00	2.77	2.10	2.36	1.28	0.56	0.57	0.27	-1.02	-2.32
-0.82	-0.04	0.94	2.12	0.47	0.63	-0.09	0.32	0.30	1.41
-0.23	-0.74	-1.38	-1.40	-1.02	-4.92	-4.51	-5.04	-8.29	-7.67
-7.13	-5.57	-4.35	-3.56	-4.27	-2.71	-0.71	0.00		

Gambar 7. 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 endapan sedimentasi maksimum terjadi pada koordinat  $y = 3,58$  sebanyak 2,77 m dan mengalami gerusan pada koordinat  $y = -30,18$  sebanyak -8,29 m.



**Gambar 10.** Perubahan Garis Pantai yang di Tampilkan pada Google Earth

Panjang lokasi penelitian, yaitu pada koordinat 698926.633 103547.458 sampai pada koordinat 698824.647 103160.851 dengan total panjang 424,76 m.

#### 4.6 Perbandingan dengan Studi Lain

- Di Pantai Bahoi, Akresi maksimum mencapai 9,11 m dengan nilai rata - rata 1,40 m selama 10 tahun. Kemudian di dapatkan nilai abrasi maksimum mencapai 4,66 m dengan nilai rata - rata 3.43 m selama 10 tahun dengan metode serupa (Dungus,2024 ) maka akresi maksimum di Pantai Pakowa tergolong rendah dan abrasi maksimum di Pantai Pakowa tergolong tinggi namun memiliki nilai rata - rata selama 10 tahun lebih rendah.
- Di Pantai kura – kura menunjukkan perubahan garis pantai dengan abrasi sebesar 2 m sampai dengan 5,54 m dan akresi sebesar 3 m sampai dengan 4 m selama 10 tahun (Danial & Lestari,

2023) dengan hasil ini dapat dilihat bahwa lebih tinggi abrasi dan akresi yang terjadi pada Pantai Pakowa.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil simulasi perubahan garis pantai di wilayah Pakowa yang dilakukan menggunakan aplikasi CEDAS dengan modul NEMOS, diperoleh hasil sebagai berikut:
 

- Nilai gerusan (abrasi) maksimum	= -8,29 m
Koordinat x, y (garis pantai setelah 10 tahun)	= 285, -30,18
Nilai rata-rata setelah 10 tahun	= -2,94739 m
- Nilai penambahan (akresi) maksimum	= 2,77 m
Koordinat x, y (garis pantai setelah 10 tahun) = 50, 3,58	
Nilai rata-rata setelah 10 tahun	= 1,00625 m
- Hasil simulasi perubahan garis pantai menunjukkan bahwa rata-rata volume material yang tertransportasi berupa gerusan mencapai 3185,67 m<sup>3</sup> dari posisi garis pantai awal. Selain itu, juga diperoleh informasi tambahan sebagai berikut:
 

- Nilai gerusan (abrasi) maksimum	= 3439 m <sup>3</sup>
Koordinat x, y	= 350, -38,64
- Nilai penambahan (akresi) maksimum	= 3036 m <sup>3</sup>
Koordinat x, y	= 351, -39,69

### 5.2 Saran

- Mengingat nilai maksimum abrasi cukup signifikan dan volume material yang tergerus cukup signifikan, maka diperlukan kajian teknis lebih lanjut terkait kemungkinan pemasangan struktur pelindung pantai seperti breakwater atau groin untuk mengurangi dampak abrasi.
- Dilihat rata-rata abrasi sebesar -2,94739 m selama 10 tahun, perlu dilakukan pemantauan rutin garis pantai, minimal setiap 1 sampai 2 tahun untuk mendeteksi perubahan lebih dini.

## 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 Bahoi Kecamatan Likupang Barat