



Model Numerik Perubahan Garis Pantai Di Pantai Tanjung Labuo Kecamatan Bolang Itang Timur

Alvin G. Nadeak^{#a}, Arthur H. Thambas^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c},

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

^aalvin.nadeak03@gmail.com, ^barthur.thambas@unsrat.ac.id, ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Garis pantai merupakan batas dinamis antara daratan dan lautan yang terus mengalami perubahan akibat pengaruh gelombang, arus, dan transport sedimen. Perubahan ini dapat menyebabkan abrasi maupun akresi yang berdampak pada lingkungan pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta memprediksi perubahan garis pantai menggunakan model numerik CEDAS dengan modul NEMOS. Lokasi penelitian berada di Pantai Tanjung Labuo, Kecamatan Bolang Itang Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. Data yang digunakan meliputi data angin, gelombang, pasang surut, topografi, dan batimetri. Simulasi dilakukan untuk periode prediksi 10 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan garis pantai didominasi oleh proses akresi dengan nilai maksimum 10,04 m dan rata-rata perubahan sebesar 6,28 m. Tidak ditemukan indikasi abrasi signifikan pada periode simulasi. Hasil ini menunjukkan bahwa wilayah penelitian cenderung mengalami penambahan daratan akibat proses sedimentasi, sehingga dapat menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Kata kunci: perubahan garis pantai, akresi, abrasi, CEDAS NEMOS, GENESIS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang dinamis dan rentan terhadap perubahan akibat interaksi antara proses oseanografi dan aktivitas manusia. Gelombang, arus sejajar pantai, serta transport sedimen berperan penting dalam membentuk morfologi garis pantai. Perubahan garis pantai dapat berupa abrasi (pengikisan daratan) maupun akresi (penambahan daratan akibat sedimentasi). Pantai Tanjung Labuo merupakan salah satu kawasan pesisir yang memiliki aktivitas masyarakat cukup tinggi, baik sebagai kawasan permukiman maupun aktivitas perikanan. Oleh karena itu, analisis perubahan garis pantai sangat penting untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

Aplikasi CEDAS NEMOS (*Coastal Erosion and Deposition Analysis System – Numerical Model System*) merupakan salah satu teknologi pemodelan numerik yang digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai secara efektif. Sistem ini memungkinkan analisis berbasis data terhadap parameter oseanografi, kondisi geologi, serta dinamika pantai, sehingga mampu menghasilkan prediksi perubahan garis pantai yang lebih akurat dan terukur (Kamphuis, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan CEDAS NEMOS dalam menganalisis perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Labuo. Melalui pendekatan pemodelan numerik tersebut, diharapkan dapat diperoleh informasi yang komprehensif mengenai pola perubahan garis pantai, potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan, serta alternatif strategi mitigasi yang dapat diterapkan di wilayah pesisir.

1.2. Rumusan Masalah

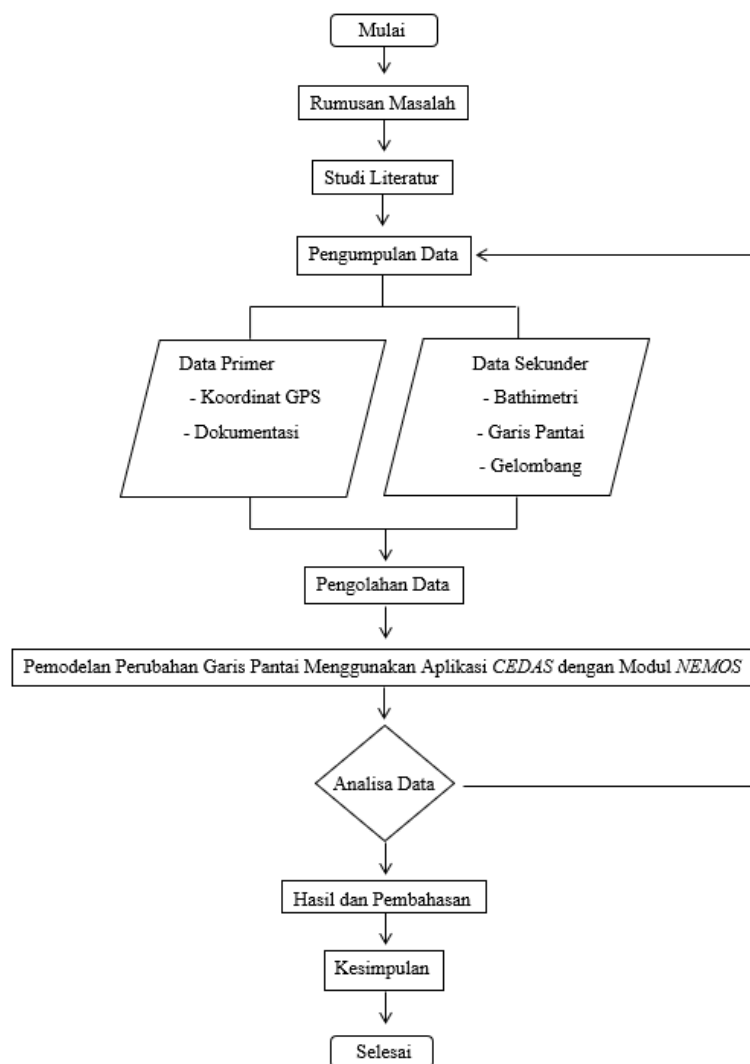
1. Bagaimana hasil pemodelan perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Labuo, Kecamatan

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh melalui perangkat lunak dan situs web resmi yang menyediakan data pendukung sesuai kebutuhan analisis. Data yang digunakan meliputi:

1. Data kecepatan angin selama lima tahun terakhir yang diperoleh dari situs web POWER (*Prediction of Worldwide Energy Resources*) milik National Aeronautics and Space Administration (NASA). Data ini digunakan sebagai parameter dalam analisis pembangkitan gelombang dan dinamika pesisir. Data Pasang Surut, dari situs web SRGI – BIG (Sistem Referensi Geospasial Indonesia – Badan Informasi Geospasial).
2. Data Pasang Surut, dari situs web SRGI – BIG (Sistem Referensi Geospasial Indonesia – Badan Informasi Geospasial)
3. Peta lokasi / satelit, dari aplikasi *Google Earth*.
4. Data Bathimetri dari situs web *GEBCO*, menggunakan *software Global Mapper*.

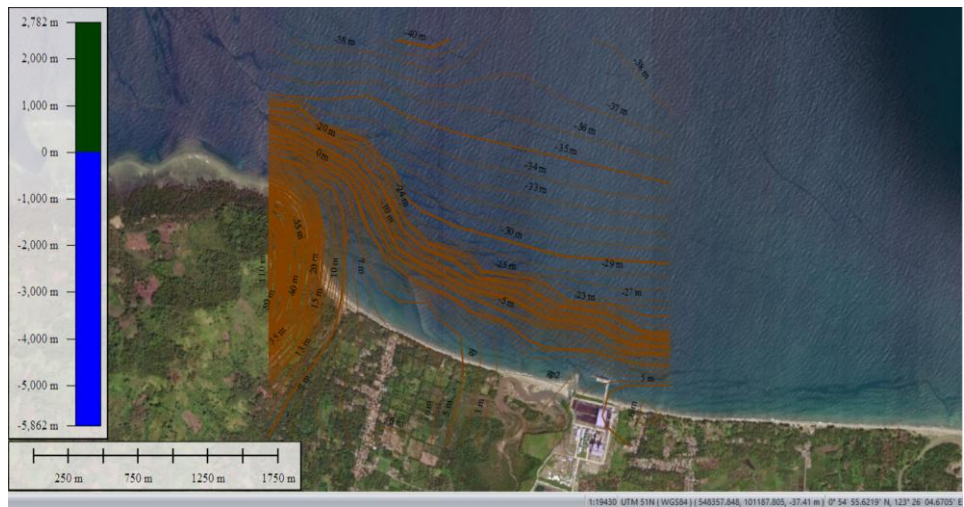
2.3. Bagan Alir Penelitian



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	Bacran	
		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-Jul-2025	0.567	0.724	0.718	0.548	0.255	-0.094	-0.415	-0.635	-0.705	-0.613	-0.389	-0.091	0.204	0.425	0.519	0.471	0.298	0.052	-0.199	-0.387	-0.462	-0.404	-0.228	0.019	0.178	0.01
2	2-Jul-2025	0.274	0.469	0.554	0.504	0.329	0.071	-0.208	-0.442	-0.576	-0.578	-0.452	-0.229	0.035	0.278	0.442	0.494	0.426	0.262	-0.048	-0.160	-0.308	-0.361	-0.309	-0.169	0.298	0.01
3	3-Jul-2025	0.018	0.202	0.331	0.370	0.307	0.156	-0.048	-0.254	-0.411	-0.481	-0.445	-0.311	-0.108	0.116	0.313	0.439	0.470	0.403	-0.260	0.077	-0.100	-0.231	-0.288	-0.264	0.001	0.00
4	4-Sep-2025	-0.172	-0.042	0.088	0.179	0.206	0.160	0.050	-0.095	-0.238	-0.343	-0.379	-0.333	-0.210	-0.035	0.157	0.326	0.438	0.469	0.417	0.294	0.129	-0.041	-0.181	-0.265	0.579	0.02
5	5-Jul-2025	-0.282	-0.235	-0.145	-0.041	0.047	0.092	0.081	0.018	-0.080	-0.186	-0.269	-0.301	-0.265	-0.162	-0.006	0.173	0.340	0.460	0.506	0.469	0.354	0.185	-0.005	-0.179	0.569	0.02
6	6-Jul-2025	-0.304	-0.359	-0.341	-0.263	-0.150	-0.037	0.045	0.075	0.047	-0.030	-0.131	-0.222	-0.270	-0.252	-0.160	-0.004	0.189	0.378	0.522	0.586	0.552	0.423	0.221	-0.014	0.501	0.02
7	7-Jul-2025	-0.236	-0.400	-0.479	-0.462	-0.362	-0.212	-0.053	0.070	0.128	0.108	0.021	-0.104	-0.224	-0.296	-0.288	-0.185	-0.001	0.230	0.457	0.628	0.698	0.645	0.473	0.213	0.369	0.02
8	8-Jul-2025	-0.081	-0.350	-0.539	-0.613	-0.564	-0.414	-0.207	-0.001	0.151	0.212	0.168	0.040	-0.130	-0.285	-0.371	-0.349	-0.209	0.029	0.315	0.583	0.768	0.820	0.718	0.477	0.168	0.01
9	9-Jul-2025	0.146	-0.207	-0.507	-0.692	-0.728	-0.618	-0.398	0.131	0.110	0.264	0.293	0.241	0.007	-0.214	-0.394	-0.470	-0.406	-0.201	0.106	0.448	0.743	0.916	0.919	0.741	0.23	0.01
10	10-Jul-2025	0.417	0.014	-0.381	-0.682	-0.827	-0.793	-0.601	-0.307	0.006	0.255	0.376	0.343	0.171	-0.084	-0.343	-0.524	-0.561	-0.427	-0.142	0.236	0.618	0.911	1.038	0.962	-0.325	-0.01
11	11-Jul-2025	0.691	0.283	-0.173	-0.577	-0.841	-0.912	-0.785	-0.505	-0.151	0.180	0.402	0.459	0.342	0.090	-0.220	-0.493	-0.642	-0.612	-0.393	-0.027	0.403	0.794	1.048	1.098	-0.541	-0.02
12	12-Jul-2025	0.924	0.561	0.088	-0.388	-0.761	-0.950	-0.922	-0.695	-0.339	0.047	0.362	0.523	0.492	0.285	-0.036	-0.375	-0.630	-0.719	-0.605	-0.301	0.126	0.575	0.937	1.119	-0.682	-0.03
13	13-Jul-2025	1.071	0.798	0.360	-0.143	-0.596	-0.897	-0.984	0.846	-0.530	-0.125	0.259	0.522	0.598	0.472	0.185	-0.179	-0.515	-0.723	-0.736	-0.539	-0.169	0.285	0.714	1.011	0.985	0.04
14	14-Jul-2025	1.098	-0.949	-0.596	0.120	-0.369	-0.757	-0.956	-0.929	-0.691	-0.312	0.104	0.450	0.636	0.619	-0.408	-0.067	-0.309	-0.612	-0.755	-0.692	-0.430	-0.030	0.411	0.783	-0.641	-0.19
15	15-Jul-2025	0.991	0.980	0.749	0.352	-0.118	-0.549	-0.840	-0.926	-0.793	-0.482	-0.078	0.314	0.595	0.695	0.594	0.324	-0.039	-0.395	-0.646	-0.723	-0.602	-0.310	0.080	0.470	-0.357	-0.01

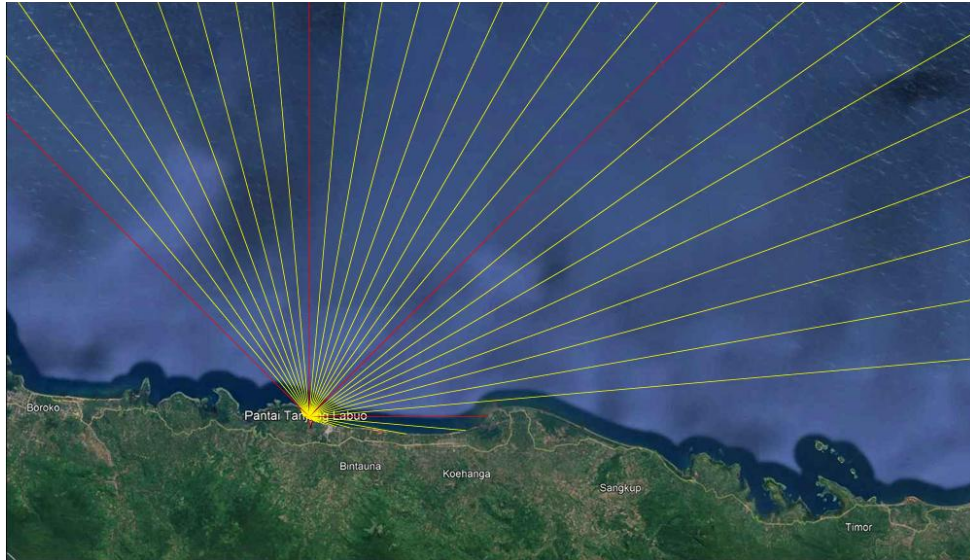
Tabel 2. Komponen Pasang Surut

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	0	82	22	10	23	14	2	9	6	7
g°	0,00	530,9	358,0	335,7	137,7	434,1	1055,4	506,9	358,0	137,7

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	174,0
HWL	cm	111,9
MHWL	cm	103,1
MSL	cm	-0,4
MLWL	cm	-103,9
LLWL	cm	-161,5

3.3 Gelombang



Gambar 4. Fetch Lokasi

Tabel 4. Perhitungan Jarak Fetch

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	$F\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	Feff
		(m)	(km)			(km)
UTARA (N)	-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	
TIMUR LAUT (NE)	-20	200000	200.000	187.939	0.940	188.704
	-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	144760	144.760	139.827	0.966	
	20	151320	151.320	142.194	0.940	
TIMUR (E)	-20	114240	114.240	107.350	0.940	44.159
	-15	92870	92.870	189.706	0.966	
	-10	87160	87.160	85.836	0.985	
	-5	72370	72.370	72.095	0.996	
	0	11600	11.600	11.600	1	
	5	10180	10.180	10.141	0.996	

	10	6400	6.400	6.303	0.985	
	15	2710	2.710	2.618	0.966	
	20	1880	1.880	1.767	0.940	
TENGGAH (SE)	-20	1070	1.070	1.005	0.940	0.445
	-15	750	0.750	0.724	0.966	
	-10	550	0.550	0.542	0.985	
	-5	410	0.410	0.408	0.996	
	0	330	0.330	0.330	1	
	5	280	0.280	0.279	0.996	
	10	240	0.240	0.236	0.985	
	15	210	0.210	0.203	0.966	
	20	190	0.190	0.179	0.940	
SELATAN (S)	-20	170	0.170	0.160	0.940	0
	-15	160	0.160	0.155	0.966	
	-10	150	0.150	0.148	0.985	
	-5	140	0.140	0.139	0.996	
	0	130	0.130	0.130	1	
	5	130	0.130	0.130	0.996	
	10	130	0.130	0.128	0.985	
	15	120	0.120	0.116	0.966	
	20	120	0.120	0.113	0.940	
BARAT DAYA (SW)	-20	120	0.120	0.113	0.940	0.129
	-15	120	0.120	0.116	0.966	
	-10	120	0.120	0.118	0.985	
	-5	120	0.120	0.120	0.996	
	0	130	0.130	0.130	1	
	5	130	0.130	0.130	0.996	
	10	130	0.130	0.130	0.985	
	15	140	0.140	0.135	0.966	
	20	150	0.150	0.141	0.940	
BARAT (W)	-20	160	0.160	0.150	0.940	0.292
	-15	180	0.180	0.174	0.966	
	-10	200	0.200	0.197	0.985	
	-5	220	0.220	0.219	0.996	
	0	270	0.270	0.270	1	
	5	350	0.350	0.349	0.996	
	10	390	0.390	0.384	0.985	
	15	410	0.410	0.396	0.966	
	20	450	0.450	0.423	0.940	
BARAT LAUT (NW)	-20	490	0.490	0.460	0.940	111.657
	-15	530	0.530	0.512	0.966	
	-10	600	0.600	0.591	0.985	
	-5	710	0.710	0.707	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	
	Feff(total)					545.525
	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								Max Tiap Bulan	
		N	NE	NW	-	-	-	-	-	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	1,111	1,524	1,188	-	-	-	-	-	NE	1,524
	T (det)	4,483	5,182	4,624	-	-	-	-	-		5,182
FEBRUARI	H (m)	1,312	1,144	-	-	-	-	-	-	N	1,312
	T (det)	4,839	4,544	-	-	-	-	-	-		4,839
MARET	H (m)	1,163	1,289	0,889	-	-	-	-	-	NE	1,289
	T (det)	4,579	4,800	4,049	-	-	-	-	-		4,800
APRIL	H (m)	0,981	1,029	-	-	-	-	-	-	NE	1,029
	T (det)	4,236	4,328	-	-	-	-	-	-		4,328
MEI	H (m)	0,971	0,846	-	-	-	-	-	-	N	0,971
	T (det)	4,216	3,959	-	-	-	-	-	-		4,216
JUNI	H (m)	0,770	0,858	-	-	-	-	-	-	NE	0,858
	T (det)	3,790	3,984	-	-	-	-	-	-		3,984
JULI	H (m)	1,103	0,730	-	-	-	-	-	-	N	1,103
	T (det)	4,469	3,700	-	-	-	-	-	-		4,469
AGUSTUS	H (m)	-	1,020	0,717	-	-	-	-	-	NE	1,020
	T (det)	-	4,311	3,669	-	-	-	-	-		4,311
SEPTEMBER	H (m)	-	1,200	0,757	-	-	-	-	-	NE	1,200
	T (det)	-	4,646	3,761	-	-	-	-	-		4,646
OKTOBER	H (m)	0,922	-	0,901	-	-	-	-	-	N	0,922
	T (det)	4,117	-	4,073	-	-	-	-	-		4,117
NOVEMBER	H (m)	1,020	-	1,312	-	-	-	-	-	NW	1,312
	T (det)	4,311	-	4,839	-	-	-	-	-		4,839
DESEMBER	H (m)	1,056	-	1,075	-	-	-	-	-	NW	1,075
	T (det)	4,381	-	4,418	-	-	-	-	-		4,418
MAX TIAP ARAH	H (m)	1,312	1,524	1,312	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	NE	1,524
	T (det)	4,839	5,182	4,839	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		5,182

Didapat pada Bulan Januari arah Timur Laut paling maksimum dengan:

Tinggi Gelombang (H) = 1,524 meter

Periode Gelombang (T) = 5,182 detik

3.5 Analisis Transformasi Gelombang

Tabel 6. Perhitungan Koefisien Refraksi

a_0	d	H0	T	Lo	d/Lo	d/L
45.00	25	1.5237	5.1688	41.6772	0.5998	0.6005
44.94	20	1.5142	4.9786	38.6665	0.5172	0.5170
44.97	15	1.4845	4.9505	38.2310	0.3924	0.3977
44.21	10	1.4215	4.8856	37.2363	0.2686	0.2841
41.23	5	1.2965	4.7356	34.9845	0.1429	0.1774
32.07	1	1.2282	4.6418	33.6116	0.0298	0.0710
12.85	0.5	2.4661	5.0292	39.4568	0.0127	0.0455

Tabel 7. Lanjutan Perhitungan Koefisien Refraksi

L	Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
41.6334	8.0633	8.0548	0.7064	44.9398	1.0013	2.8381
38.6872	7.7666	7.7707	0.7067	44.9704	0.9993	2.7876
37.7184	7.7227	7.6192	0.6973	44.2080	1.0172	2.7603
35.1973	7.6216	7.2042	0.6591	41.2300	1.0722	2.6841
28.1860	7.3875	5.9519	0.5310	32.0733	1.2855	2.4397
14.0781	7.2411	3.0329	0.2224	12.8506	2.4959	1.7415
10.9866	7.8455	2.1846	0.0619	3.5505	3.6193	1.4780

Tabel 8. Perhitungan Koefisien Shoaling

Lo	d/Lo	d/L	L	N ₀	n	Kr	Ks	H
41.6772	0.5998	0.6005	41.6334	0.5	0.5040	1.0007	0.9931	1.5142
38.6665	0.5172	0.5170	38.6872	0.5	0.5096	0.9997	0.9807	1.4845
38.2310	0.3924	0.3977	37.7184	0.5	0.5338	1.0086	0.9494	1.4215
37.2363	0.2686	0.2841	35.1973	0.5	0.6006	1.0355	0.8808	1.2965
34.9845	0.1429	0.1774	28.1860	0.5	0.7427	1.1338	0.8356	1.2282
33.6116	0.0298	0.0710	14.0781	0.5	0.9393	1.5798	1.2709	2.4661
39.4568	0.0127	0.0455	10.9866	0.5	0.9738	1.9025	1.8441	8.6517

Tabel 9. Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

H'o	H'o/gT ²	m	Hb/H'o	Hb	db
1.5343	0.0059	0.1788	1.2500	1.9179	1.639
1.5441	0.0064	0.1780	1.2250	1.8915	1.630
1.5636	0.0065	0.1767	1.2260	1.9169	1.667
1.6139	0.0069	0.1770	1.2100	1.9528	1.728
1.5516	0.0071	0.1779	1.1750	1.8231	1.604
0.9664	0.0046	0.1792	1.3250	1.2805	1.050
1.3373	0.0054	0.1953	1.2750	1.7051	1.410

Tinggi gelombang pecah (Hb) dihitung berdasarkan grafik hubungan antara H_b/H'_0 dan H'_0/gT^2 dan kedalaman gelombang pecah (db) berdasarkan grafik hubungan α dan β dengan H/gT^2 (Triatmodjo, 1999).

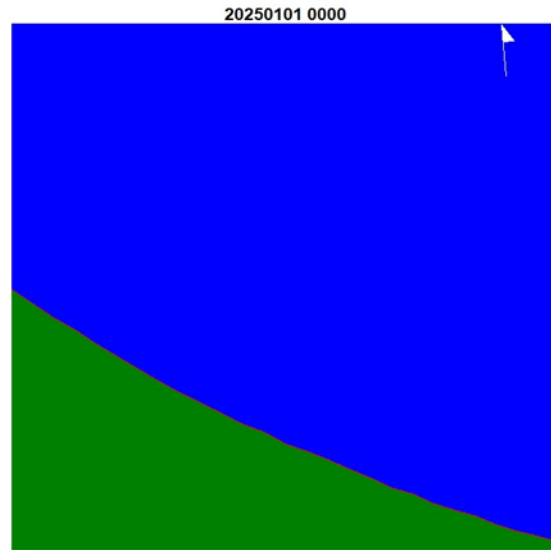
3.6 Model Numerik Menggunakan Aplikasi CEDAS dengan Modul NEMOS

Data-data yang diinput untuk pemodelan, yaitu :

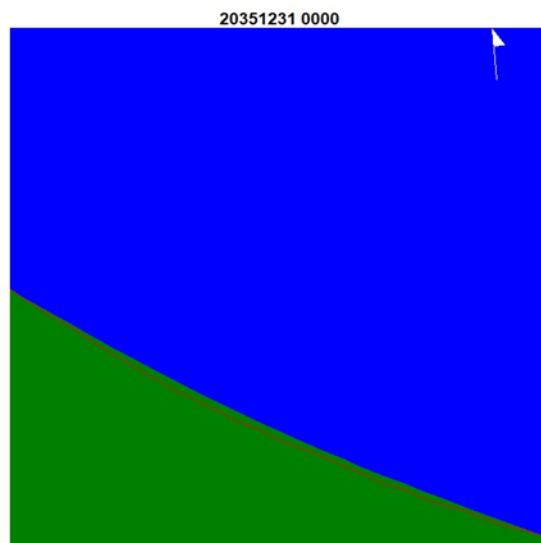
1. Data Topografi dan Bathimetri diperoleh dari GEBCO dan diolah menggunakan aplikasi *Global Mapper* kemudian hasilnya dibuat dalam format .txt atau .xyz.
2. Data garis pantai diperoleh dari *Global Mapper* lewat data topografi dan bathimetri kemudian hasilnya dibuat dalam format .txt atau .xyz.
3. Data gelombang dari hasil peramalan gelombang, yaitu Tahun Bulan Tanggal, Waktu (t), Tinggi (H_0), Periode (T_0), dan Arah Gelombang (θ_0). Kemudian dibuat dalam format .txt. Adapun komponen utama untuk memodelkan pergeseran garis pantai disertakan dalam rangkaian perangkat lunak ini yaitu :

1. GRID-GEN (Grid Generator)
2. STWAVE (Steady-State Spectral Wave)
3. RCPWAVE (Regional Coastal Processes Wave)
4. GENESIS (Generalized Model for Simulating Shoreline Change)
5. WSAV (Wave Station Analysis and Visualization)

6. WISPH3 (Wave Information Study Phase 3)
7. SPECGEN (Spectrum Generator)
8. WWWL Data (Waves, Winds and Water Level Data)
9. WMV (Wave Model Visualization)



Gambar 5. Garis Pantai Awal



Gambar 6. Garis Pantai Setelah 10 Tahun

Hasil berikut ini menguraikan posisi setiap koordinat yang mengalami abrasi atau sedimentasi dan juga yang mengalami akresi, beserta perubahan satuannya (meter). Perubahan ini dibagi menjadi 10 interval dari awal hingga akhir tahun ke-10.

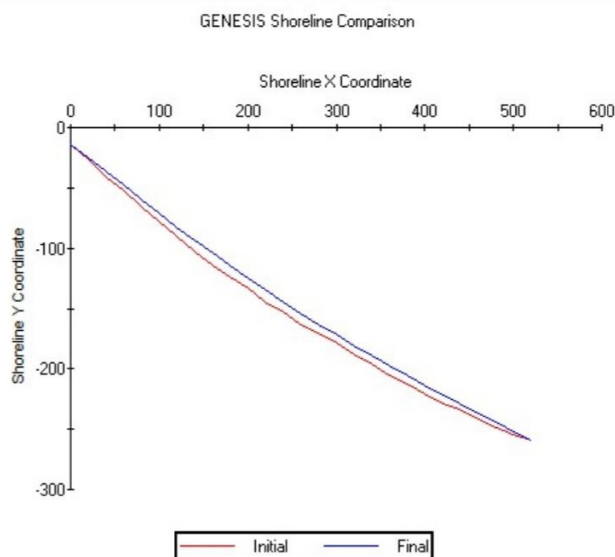
SHORELINE POSITION AFTER 10 YEARS = 175296 TIME STEPS. DATE IS 20350101
 -13.59 -25.35 -37.09 -48.78 -60.42 -71.94 -83.24 -94.29 -105.11 -115.67
 -125.96 -135.96 -145.69 -155.14 -164.32 -173.24 -181.93 -190.38 -198.61 -206.66
 -214.55 -222.27 -229.85 -237.35 -244.80 -252.23 -259.65

Gambar 7. Posisi Garis Pantai Setelah 10 Tahun

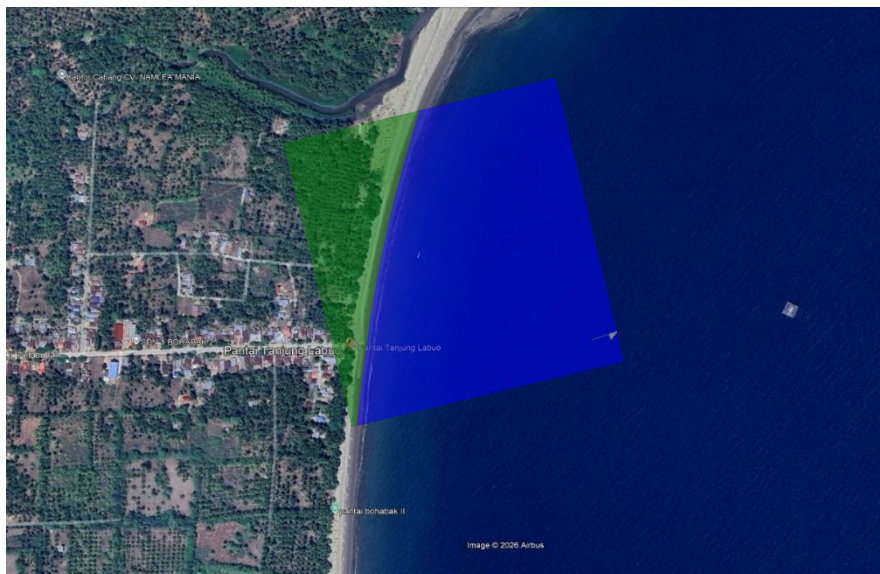
SHORELINE	CHANGE	AFTER	10 YEARS	=	175296 TIME STEPS.	DATE IS	20350101
0.00	1.45	3.52	3.86	5.43	5.78	7.08	7.96
7.60	8.73	6.86	8.79	6.18	5.85	6.29	6.17
6.30	6.05	3.96	4.43	3.84	1.76	0.00	

Gambar 8. Perubahan Garis Pantai Setelah 10 Tahun

Analisis keluaran menunjukkan variasi garis pantai yang ditunjukkan oleh perbedaan perubahan koordinat melintang di sepanjang garis pantai. Nilai positif menunjukkan perluasan garis pantai akibat pengendapan sedimen yang dihasilkan dari erosi di berbagai titik di sepanjang pantai dan terbawa oleh gelombang laut. Sebaliknya, nilai negatif menunjukkan pengurangan garis pantai yang disebabkan oleh erosi. Pengendapan sedimen yang paling signifikan terjadi pada koordinat $y = -153,88$ sebanyak 10,04 m dan tidak mengalami gerusan di sekitar garis pantai. Nilai rata-rata perubahan keseluruhan garis pantai selama 10 tahun adalah 6,28 m.



Gambar 9. Grafik Running Shorline



Gambar 10. Overlay Perubahan Garis Pantai Selama 10 Tahun

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Setelah melakukan simulasi perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Labuo menggunakan aplikasi *CEDAS* dengan modul *NEMOS* didapatkan:
 - Nilai penambahan (akresi) maksimum = 10.04 m
 - Koordinat x, y (garis pantai setelah 10 tahun) = 260, -153.88
 - Nilai rata-rata setelah 10 tahun = 6.28 m

2. Tinggi gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 1.2282 m sampai 2.4461 m pada kedalaman 1 m sampai 25 m.
Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap Pantai Triple M dengan menggunakan data angin 5 tahun (masa lalu) diperoleh:
 - Tinggi gelombang pecah = 1.9197 m
 - Gelombang pecah pada kedalaman = 1.639 m
3. Tidak mengalami gerusan pada garis pantai di wilayah Pantai Tanjung Labuo.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pemodelan di Pantai Tanjung Labuo yang tidak teridentifikasinya abrasi pada lokasi penelitian, pembangunan struktur pantai belum diperlukan pada kondisi saat ini. Pengelolaan pantai lebih diarahkan pada pendekatan non-struktural dan pemantauan berkala guna menjaga keseimbangan proses alami pantai.

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.
- Mokodongan, M. A.. Jasin, M. I.. & Thambas, A. H. (2021). Analisis Karakteristik Gelombang Di Pantai Triple M Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Sipil Statik*. 9(4).
- Prabandaru, M.. Apriyanti, D.. Ediyanto. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Prameswari, S. R.. Anugroho, A.. & Rifai, A. (2014). Kajian Dampak Perubahan Garis Pantai terhadap Penggunaan Lahan berdasarkan Analisa Penginderaan Jauh Satelit di Kecamatan Paiton. Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. *Journal of Oceanography*. 3(2). 267-276.
- Tawoeda, S. P.. Tawas, H. J.. & Halim, F. (2016). Studi transformasi gelombang terhadap garis pantai beo barat kabupaten kepulauan talaud. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3).
- Yong, A. G.. Thambas, A. H.. & Jansen, T. (2019). Alternatif bangunan pengaman pantai di desa saonek kabupaten raja ampat. *Jurnal Sipil Statik*. 7(9).
- Theodorus Pasomba, M. Ihsan Jasin, Tommy Jansen, Analisis Pasang Surut Pada Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara, *Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1515-1526) ISSN: 2337-6732*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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.
- Triatmodjo, B. 1996. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta. Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta
- Autocad Map 2016, Peta Batimetri
- Global Mapper 20, Peta Topografi
- Google Earth, 2016, Gambar Lokasi Penelitian.