



Analisis Perubahan Garis Pantai Berbasis Model Numerik Di Pantai Batu Putih Kecamatan Ranowulu Kota Bitung

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

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

^ajeniferbiasa021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^csanyjasin02@yahoo.com,

^dtorry@unsrat.ac.id, ^earthur.thambas@unsrat.ac.id, ^fcindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan proses dinamis yang dipengaruhi oleh interaksi faktor hidrodinamika laut, seperti gelombang, pasang surut, dan transport sedimen, yang dapat menyebabkan abrasi maupun akresi pantai. Pantai Batu Putih Atas di Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung, merupakan kawasan pesisir yang mengalami perubahan garis pantai dan berpotensi mengancam keberlanjutan lingkungan serta pemanfaatan wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai dan mengidentifikasi besaran area abrasi dan akresi menggunakan pendekatan model numerik. Metode yang digunakan adalah pemodelan perubahan garis pantai berbasis one-line theory dengan perangkat lunak CEDAS modul NEMOS. Data yang digunakan merupakan data sekunder meliputi data angin untuk hindcasting gelombang, data pasang surut, batimetri, serta peta garis pantai. Simulasi dilakukan untuk periode prediksi 10 tahun, yaitu dari tahun 2025 hingga 2035. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di lokasi penelitian bersifat tidak seragam, dengan kecenderungan abrasi pada beberapa segmen pantai dan akresi pada segmen lainnya. Pola perubahan tersebut terutama dipengaruhi oleh karakteristik gelombang dominan dan distribusi transport sedimen sejajar pantai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar teknis dalam perencanaan pengelolaan dan perlindungan pantai secara berkelanjutan di pantai Batu Putih Atas, Kota Bitung.

Kata kunci: perubahan garis pantai, model numerik, CEDAS NEMOS, abrasi, akresi, pantai Batu Putih

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang terjadi akibat interaksi kompleks antara faktor alam seperti gelombang, arus, pasang surut, dan angin, serta aktivitas manusia seperti reklamasi, pembangunan infrastruktur pesisir, dan alih fungsi lahan. Salah satu wilayah pesisir yang mengalami perubahan garis pantai secara nyata adalah pantai Batu Putih Atas di Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung. Pantai ini memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi, terutama dalam sektor pariwisata dengan daya tarik berupa hamparan pasir putih, pemandangan laut yang indah, serta lokasi yang relatif mudah diakses. Namun, potensi wisata tersebut terancam oleh berbagai bentuk degradasi lingkungan seperti abrasi, sedimentasi, dan perubahan bentuk garis pantai akibat faktor alam dan aktivitas manusia.

Proses abrasi dan akresi yang terus terjadi tidak hanya merusak lanskap pantai, tetapi juga mengancam infrastruktur penunjang pariwisata serta kenyamanan dan keselamatan pengunjung. Hal ini berdampak langsung terhadap keberlanjutan ekonomi masyarakat lokal khususnya warga di pantai Batu Putih Atas yang mulai menggantungkan penghasilan dari sektor pariwisata. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis perubahan garis pantai secara ilmiah menjadi krusial untuk memahami dinamika yang terjadi dan merumuskan strategi mitigasi serta adaptasi guna mendukung pengelolaan wisata pesisir yang berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Rumusan Bagaimana hasil pemodelan perubahan garis di pantai Batu Putih Atas, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung yang disimulasikan menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS?
2. Berdasarkan hasil running , berapa area abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun 2025 sampai 2035 di pantai Batu Putih Atas, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Lokasi penelitian hanya pada pantai Batu Putih Atas, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung;
2. Program yang digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai adalah aplikasi yaitu program NEMOS;
3. Tidak menghitung volume sedimentasi;
4. Penelitian berfokus pada perubahan garis pantai dengan menggunakan data primer maupun data sekunder.

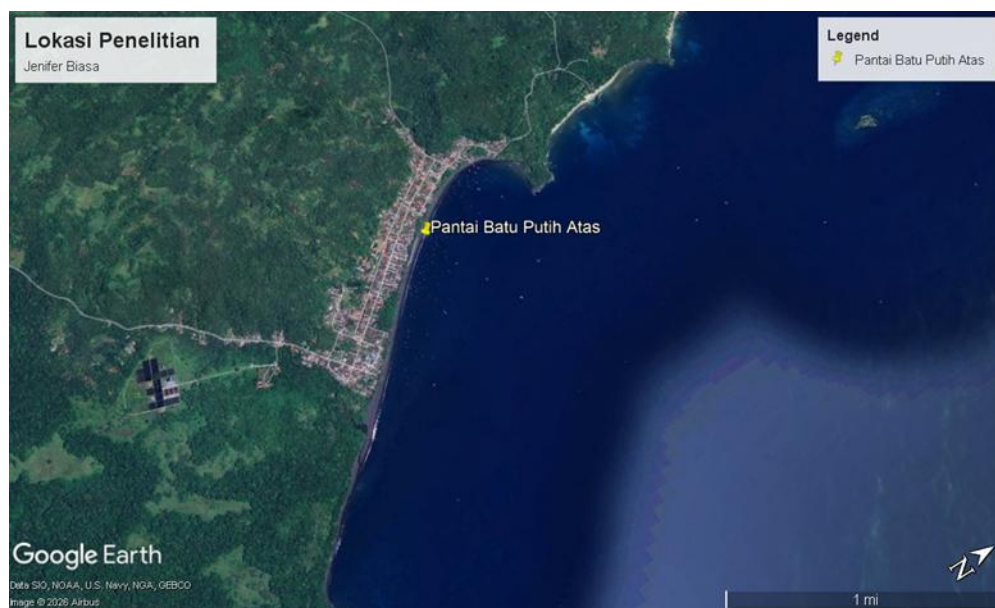
1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis perubahan garis pantai, di pantai Batu Putih Atas, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS, untuk mengetahui perubahan garis pantai serta mengidentifikasi pola pergerakan perubahan garis pantai yang terjadi;
2. Menentukan luas area abrasi dan akresi yang terjadi pada pantai Batu Putih Atas, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung periode tahun 2025- 2035 berdasarkan hasil simulasi CEDAS NEMOS untuk mendukung strategi mitigasi serta konservasi pesisir secara berkelanjutan.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menyajikan data serta informasi yang valid terkait pemodelan perubahan garis pantai dengan memanfaatkan teknologi, sekaligus menjadi acuan dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatan kawasan pesisir secara berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

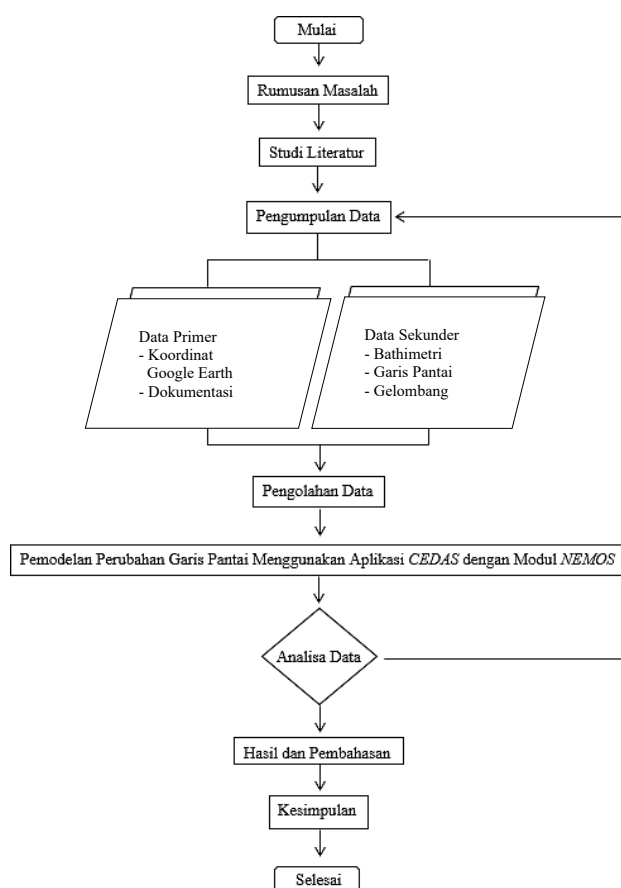
Lokasi penelitian terletak di pantai Batu Putih Atas Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung yang secara geografis berada $1^{\circ}35'0.50''\text{N}$ dan $125^{\circ}9'16.66''\text{E}$

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode mendatangi langsung lembaga atau instansi terkait yang menjadi sumber informasi untuk memperoleh keterangan serta data yang relevan dengan penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Data kecepatan angin selama lima tahun terakhir yang diperoleh dari situs web POWER (*Prediction of Worldwide Energy Resources*), salah satu layanan yang disediakan oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).
- Data pasang surut yang bersumber dari situs web SRGI (*Sistem Referensi Geospasial Indonesia*).
- Peta lokasi atau citra satelit yang diambil melalui aplikasi Google Earth.
- Data batimetri yang berasal dari GEBCO dan diolah dengan Global Mapper.

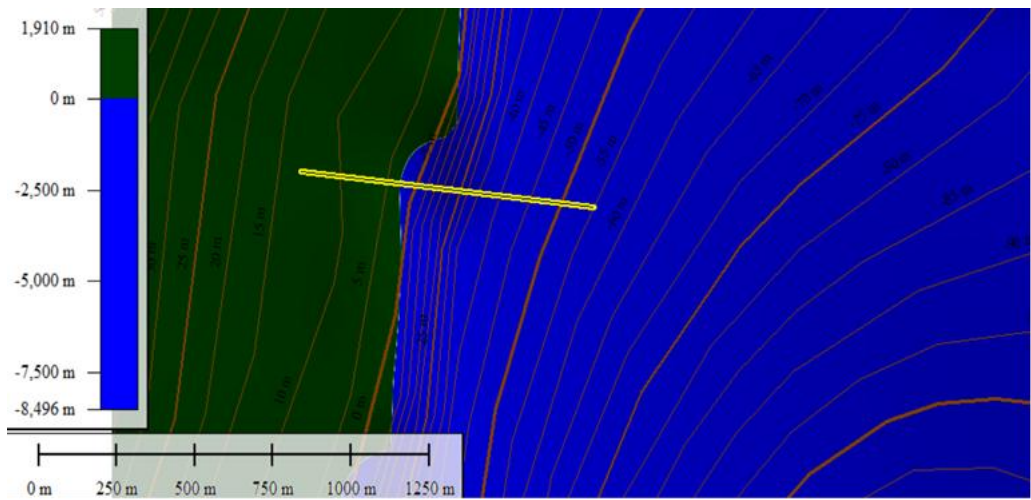
2.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peta Topografi dan Bathimetri



Gambar 3. Peta Topografi dan Bathimetri Pantai Batu Putih Atas

3.2 Pasang Surut

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut

No	Tanggal	Jan																							Jumlah		Bocan
		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	Bocan	
1	1-Jan-2025	-0.007	-0.037	-0.092	-0.164	-0.233	-0.282	-0.297	-0.27	-0.202	-0.105	0.006	0.113	0.199	0.255	0.277	0.271	0.243	0.205	0.165	0.127	0.093	0.06	0.023	-0.022	0.326	0.01
2	2-Jan-2025	-0.074	-0.132	-0.188	-0.234	-0.262	-0.268	-0.248	-0.207	-0.152	-0.09	-0.029	0.026	0.074	0.115	0.154	0.192	0.229	0.262	0.284	0.286	0.26	0.204	0.118	0.011	0.331	0.01
3	3-Jan-2025	-0.102	-0.204	-0.28	-0.318	-0.315	-0.276	-0.213	-0.144	-0.085	-0.046	-0.03	-0.031	-0.036	-0.03	0.001	0.064	0.154	0.258	0.354	0.417	0.426	0.37	0.254	0.093	0.281	0.01
4	4-Jan-2025	-0.083	-0.243	-0.356	-0.404	-0.383	-0.305	-0.195	-0.085	-0.004	0.03	0.012	-0.044	-0.113	-0.163	-0.165	-0.104	0.019	0.184	0.356	0.494	0.561	0.535	0.413	0.216	0.173	0.01
5	5-Jan-2025	-0.017	-0.24	-0.405	-0.482	-0.46	-0.354	-0.197	-0.036	0.085	0.134	0.1	-0.001	-0.135	-0.255	-0.317	-0.289	-0.164	0.039	0.277	0.495	0.638	0.668	0.57	0.363	0.017	0.00
6	6-Jan-2025	0.089	-0.192	-0.417	-0.539	-0.536	-0.418	-0.222	-0.006	0.169	0.256	0.233	0.106	-0.084	-0.28	-0.421	-0.458	-0.367	-0.16	0.119	0.406	0.631	0.736	0.693	0.506	-0.156	-0.01
7	7-Jan-2025	0.218	-0.106	-0.389	-0.567	-0.601	-0.492	-0.273	-0.008	0.231	0.377	0.39	0.268	0.045	-0.218	-0.444	-0.568	-0.547	-0.378	-0.095	0.234	0.53	0.718	0.75	0.615	-0.31	-0.01
8	8-Jan-2025	0.344	0.004	-0.323	-0.558	-0.645	-0.566	-0.347	-0.048	0.25	0.466	0.542	0.458	0.236	-0.066	-0.366	-0.584	-0.657	-0.563	-0.321	0.011	0.349	0.608	0.722	0.661	-0.393	-0.02
9	9-Jan-2025	0.44	0.115	-0.232	-0.513	-0.656	-0.627	-0.433	-0.127	0.213	0.496	0.65	0.633	0.451	0.149	-0.194	-0.489	-0.662	-0.667	-0.504	-0.215	0.124	0.424	0.609	0.629	-0.386	-0.02
10	10-Jan-2025	0.481	0.202	-0.134	-0.438	-0.63	-0.659	-0.514	-0.231	0.121	0.452	0.68	0.748	0.639	0.381	0.04	-0.299	-0.551	-0.657	-0.595	-0.388	-0.093	0.208	0.433	0.523	-0.281	-0.01
11	11-Jan-2025	0.453	0.243	-0.05	-0.348	-0.569	-0.652	-0.569	-0.335	-0.006	0.34	0.62	0.768	0.749	0.57	0.278	-0.054	-0.347	-0.531	-0.569	-0.462	-0.248	0.008	0.233	0.363	-0.115	0.00
12	12-Jan-2025	0.361	0.228	-0.001	-0.262	-0.483	-0.601	-0.578	-0.412	-0.137	0.186	0.482	0.685	0.75	0.667	0.46	0.182	-0.099	-0.319	-0.431	-0.421	-0.304	-0.126	0.057	0.188	0.072	0.00
13	13-Jan-2025	0.226	0.158	0.002	-0.2	-0.391	-0.517	-0.537	-0.438	-0.235	0.03	0.302	0.521	0.644	0.648	0.54	0.351	0.129	-0.074	-0.217	-0.276	-0.252	-0.166	-0.056	0.086	0.228	0.01
14	14-Jan-2025	0.077	0.05	-0.042	-0.176	-0.314	-0.417	-0.452	-0.403	-0.273	-0.085	0.126	0.319	0.458	0.521	0.502	0.415	0.284	0.142	0.018	-0.068	-0.108	-0.108	-0.085	-0.06	0.321	0.01
15	15-Jan-2025	-0.053	-0.074	-0.124	-0.195	-0.268	-0.323	-0.343	-0.316	-0.243	-0.133	-0.002	0.129	0.242	0.322	0.363	0.365	0.335	0.283	0.219	0.152	0.088	0.027	-0.031	-0.086	0.334	0.01

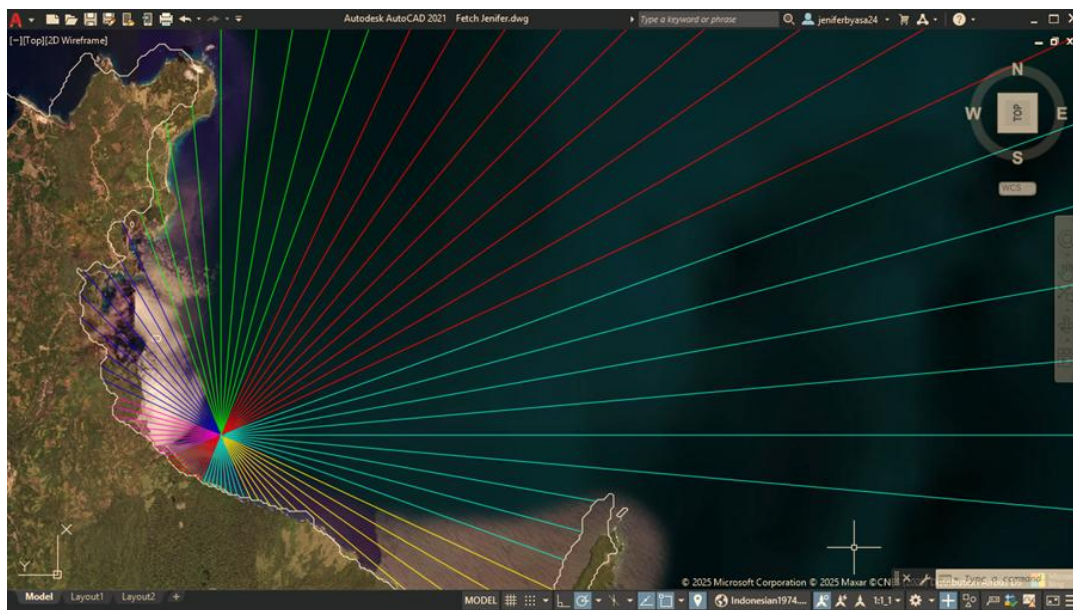
Tabel 2. Komponen Pasang Surut

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	0	42	30	4	17	17	1	13	8	5
g°	0.0	52.6	215.3	301.7	324.0	50.6	3.9	243.9	215.3	324.0

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	137.6
HWL	cm	76.8
MHWL	cm	72.2
MSL	cm	0.2
MLWL	cm	-71.9
LLWL	cm	-66.7

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	7676	7.6755	7.213	0.940	115.618
	-15	9241	9.2408	8.926	0.966	
	-10	10348	10.3475	10.190	0.985	
	-5	10735	10.7349	10.694	0.996	
	0	200000	200.0000	200.000	1	
	5	200000	200.0000	199.239	0.996	
	10	200000	200.0000	196.962	0.985	
	15	200000	200.0000	193.185	0.966	
	20	200000	200.0000	187.939	0.940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	200000	200.0000	187.939	0.940	200.000
	-15	200000	200.0000	193.185	0.966	
	-10	200000	200.0000	196.962	0.985	
	-5	200000	200.0000	199.239	0.996	
	0	200000	200.0000	200.000	1	
	5	200000	200.0000	199.239	0.996	
	10	200000	200.0000	196.962	0.985	
	15	200000	200.0000	193.185	0.966	
	20	200000	200.0000	187.939	0.940	
TIMUR (E)	-20	200000	200.0000	187.939	0.940	138.103
	-15	200000	200.0000	193.185	0.966	
	-10	200000	200.0000	196.962	0.985	
	-5	200000	200.0000	199.239	0.996	
	0	200000	200.0000	200.000	1	
	5	200000	200.0000	199.239	0.996	
	10	12369	12.3693	12.181	0.985	
	15	12144	12.1436	11.730	0.966	
	20	11856	11.8555	11.141	0.940	

TENGGARA (SE)	-20	11940	11.9402	11.220	0.940	6.973
	-15	12299	12.2993	11.880	0.966	
	-10	12073	12.0731	11.890	0.985	
	-5	12343	12.3426	12.296	0.996	
	0	3498	3.4979	3.498	1	
	5	3116	3.1159	3.104	0.996	
	10	2809	2.8087	2.766	0.985	
	15	2448	2.4478	2.364	0.966	
	20	2296	2.2957	2.157	0.940	
SELATAN (S)	-20	2159	2.1593	2.029	0.940	2
	-15	2010	2.0096	1.941	0.966	
	-10	1973	1.9729	1.943	0.985	
	-5	1860	1.8598	1.853	0.996	
	0	1773	1.7725	1.773	1	
	5	1727	1.7265	1.720	0.996	
	10	1694	1.6935	1.668	0.985	
	15	1678	1.6783	1.621	0.966	
	20	1682	1.6824	1.581	0.940	
BARAT DAYA (SW)	-20	1625	1.6252	1.527	0.940	1.739
	-15	1583	1.5833	1.529	0.966	
	-10	1602	1.6019	1.578	0.985	
	-5	1713	1.7129	1.706	0.996	
	0	1724	1.7237	1.724	1	
	5	1803	1.8026	1.796	0.996	
	10	1826	1.8256	1.798	0.985	
	15	1864	1.8635	1.800	0.966	
	20	1918	1.9180	1.802	0.940	
BARAT (W)	-20	1910	1.9101	1.795	0.940	2.739
	-15	2078	2.0782	2.007	0.966	
	-10	2198	2.1981	2.165	0.985	
	-5	2271	2.2707	2.262	0.996	
	0	2557	2.5573	2.557	1	
	5	2927	2.9274	2.916	0.996	
	10	3516	3.5160	3.463	0.985	
	15	3648	3.6480	3.524	0.966	
	20	3555	3.5550	3.341	0.940	
BARAT LAUT (NW)	-20	4211	4.2110	3.957	0.940	5.953
	-15	4507	4.5069	4.353	0.966	
	-10	4545	4.5449	4.476	0.985	
	-5	5946	5.9461	5.923	0.996	
	0	6475	6.4752	6.475	1	
	5	6965	6.9648	6.938	0.996	
	10	6748	6.7476	6.645	0.985	
	15	6500	6.5001	6.279	0.966	
	20	7641	7.6409	7.180	0.940	
					Feff (total)	473.209
					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	
		NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0.971	0.717	0.991	0.703	-	-	-	NE	0.991
	T (det)	4.216	3.669	5.015	3.383	-	-	-		5.015
FEBRUARI	H (m)	1.418	0.770	-	-	-	-	-	NE	1.418
	T (det)	5.015	3.790	-	-	-	-	-		5.015
MARET	H (m)	0.744	0.901	0.971	-	-	-	-	NE	0.971
	T (det)	3.731	4.073	4.216	-	-	-	-		4.216
APRIL	H (m)	0.655	0.911	0.770	-	-	-	-	ENE	0.911
	T (det)	3.519	4.095	3.790	-	-	-	-		4.095
MEI	H (m)	-	0.601	0.522	-	0.565	-	-	ENE	0.601
	T (det)	-	3.383	3.173	-	3.290	-	-		3.383
JUNI	H (m)	-	-	0.550	0.640	-	0.640	-	ESE	0.640
	T (det)	-	-	3.248	3.484	-	3.484	-		3.484
JULI	H (m)	-	-	0.361	0.490	-	-	0.534	E	0.534
	T (det)	-	-	2.678	3.081	-	-	3.205		3.205
AGUSTUS	H (m)	-	0.275	-	0.335	-	0.550	0.440	ESE	0.550
	T (det)	-	2.172	-	2.290	-	3.248	2.934		3.248
SEPTEMBER	H (m)	-	-	0.601	0.601	-	-	0.601	E	0.601
	T (det)	-	-	3.383	3.383	-	-	3.383		3.383
OKTOBER	H (m)	-	0.490	0.440	0.601	-	-	-	E	0.601
	T (det)	-	3.081	2.934	3.383	-	-	-		3.383
NOVEMBER	H (m)	0.550	0.703	0.506	-	-	-	-	NE	0.703
	T (det)	3.248	3.636	3.128	-	-	-	-		3.636
DESEMBER	H (m)	0.834	0.640	0.730	-	-	-	-	NE	0.834
	T (det)	3.933	3.484	3.700	-	-	-	-		3.933
MAX TIAP ARAH	H (m)	1.418	0.911	0.991	0.703	0.565	0.640	0.601	E	1.418
	T (det)	5.015	4.095	5.015	3.484	3.290	3.484	3.383		5.015

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 5 diatas, dapat diketahui bahwa pada bulan Februari, arah Timur Laut menghasilkan kondisi gelombang paling maksimum, dengan nilai:

- Tinggi gelombang (H) sebesar 1,418 meter
- Periode gelombang (T) sebesar 5,015 detik

3.5 Analisis Transformasi Gelombang

Tabel 6. Perhitungan Koefisien Refraksi

a_0	d	H0	T	Lo	d/Lo	d/L
45.00	25	1.2711	4.6159	33.2378	0.7522	0.7523
44.99	20	1.2694	4.6149	33.2242	0.6020	0.6029
44.90	15	1.2628	4.6110	33.1673	0.4523	0.4552
44.53	10	1.2302	4.5891	32.8533	0.3044	0.3161
42.48	5	1.1383	4.5047	31.6558	0.1579	0.1899
34.17	1	1.0577	4.4033	30.2469	0.0331	0.0752
14.30	0.5	1.9937	4.1862	27.3381	0.0183	0.055

Tabel 7. Lanjutan Perhitungan Refraksi

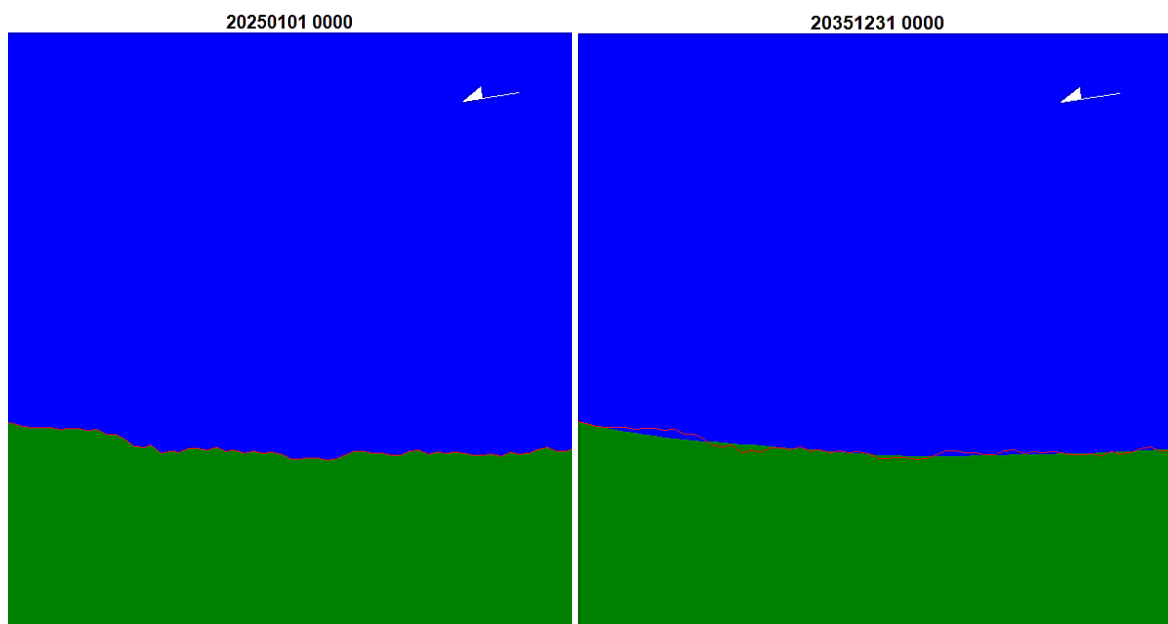
L	Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
33.2314	7.2008	7.1994	0.7070	44.9890	1.0002	1.0001
33.1730	7.1993	7.1882	0.7059	44.9008	1.0020	1.0010
32.9525	7.1931	7.1465	0.7013	44.5323	1.0083	1.0041
31.6356	7.1590	6.8936	0.6753	42.4788	1.0483	1.0293
26.3296	7.0273	5.8449	0.5617	34.1730	1.2431	1.1149
13.2979	6.8691	3.0200	0.2469	14.2968	2.3903	1.5460
9.0909	6.5305	2.1716	0.0821	4.7103	3.0352	1.7422

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah

H'o	H'o/gT2	m	Hb/H'o	Hb
1.4321	0.0070	0.2136	1.20	1.7185
1.4116	0.0069	0.2133	1.22	1.7222
1.4214	0.0069	0.2133	1.20	1.7057
1.4750	0.0072	0.2129	1.20	1.7700
1.4635	0.0072	0.2131	1.20	1.7562
0.9473	0.0046	0.2123	1.32	1.2505
52.5348	12.4411	0.0036	1.09	57.2629

Tabel 9. Perhitungan Kedalaman Gelombang Pecah

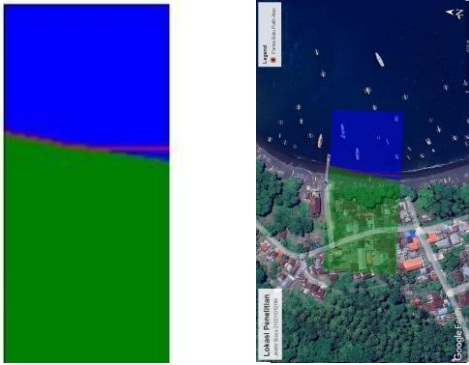
Hb/gT2	m	db/Hb	db
0.0084	0.2136	0.88	1.504
0.0084	0.2133	0.78	1.335
0.0083	0.2133	0.975	1.663
0.0086	0.2129	0.78	1.372
0.0086	0.2131	0.775	1.361
0.0061	0.2123	0.75	0.938
13.5608	0.0036	0.825	47.242

**Gambar 5.** Garis Pantai Awal 2025 (kiri) dan Garis Pantai setelah 10 tahun 2035 (kanan)

Berikut merupakan hasil pemodelan perubahan garis pantai setelah 10 tahun yang dibagi menjadi 13 segmen :

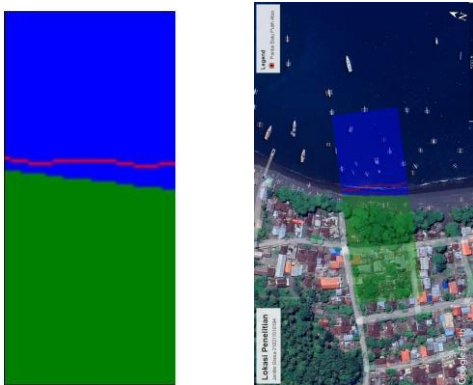
Segmen 1

Ditinjau dari koordinat X = 100



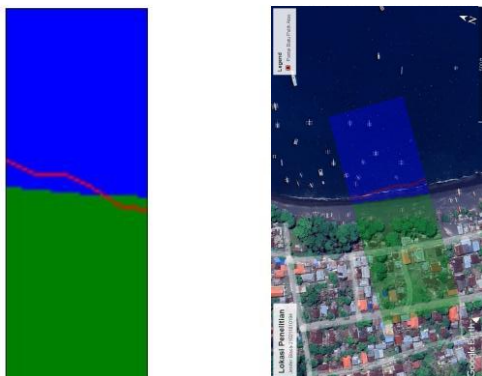
Segmen 2

Ditinjau dari koordinat X = 200



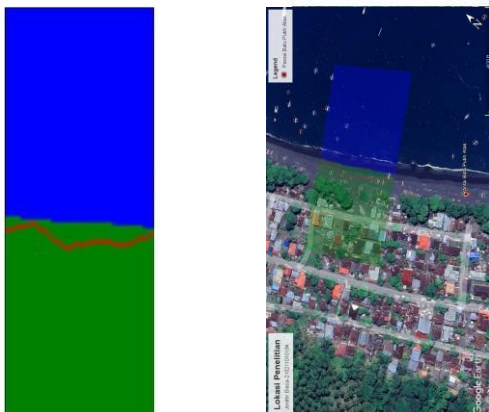
Segmen 3

Ditinjau dari koordinat X = 300



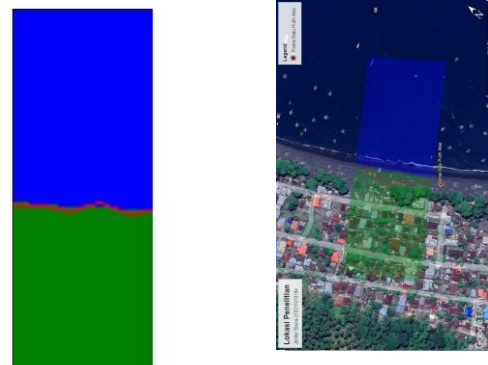
Segmen 4

Ditinjau dari koordinat X = 400



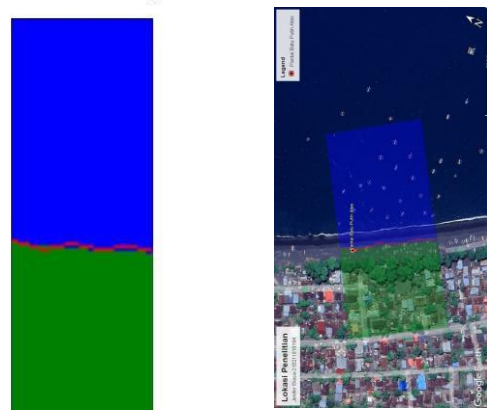
Segmen 5

Ditinjau dari koordinat X = 500



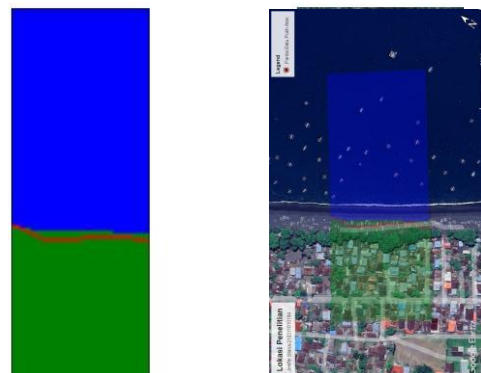
Segmen 6

Ditinjau dari koordinat X = 600



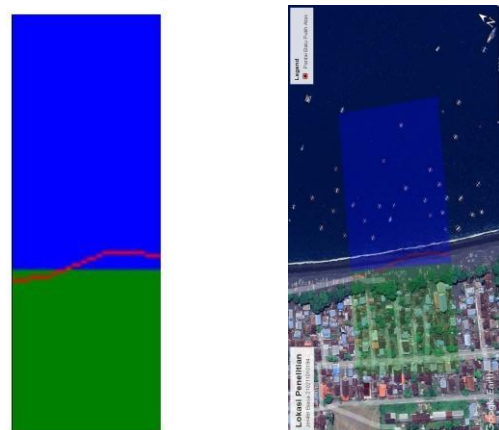
Segmen 7

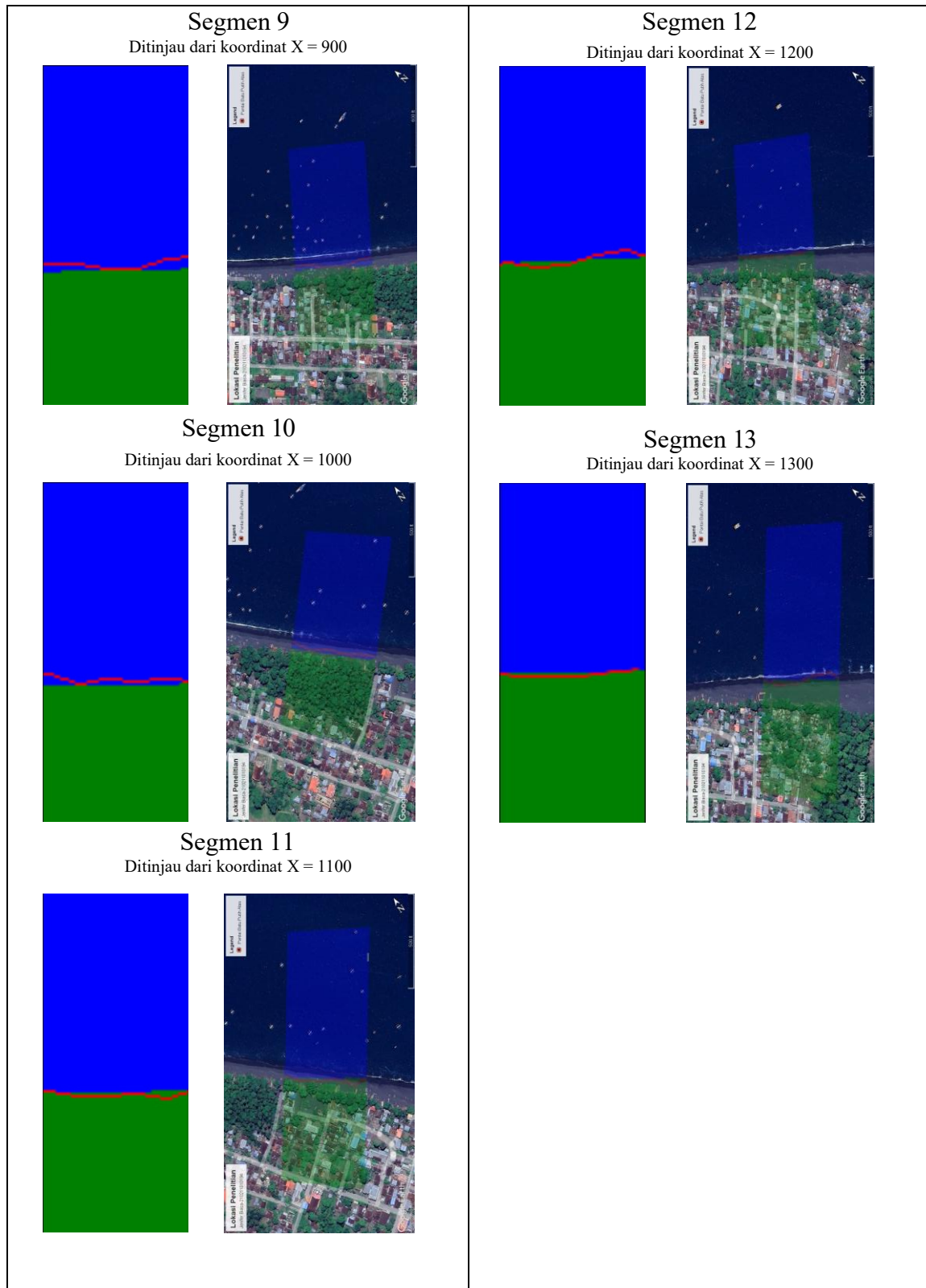
Ditinjau dari koordinat X = 700



Segmen 8

Ditinjau dari koordinat X = 800





Gambar 6. Hasil Pemodelan Perubahan Garis Pantai

Hasil berikut menguraikan posisi setiap koordinat yang mengalami abrasi maupun sedimentasi, beserta perubahan nilainya dalam satuan meter. Perubahan tersebut dibagi menjadi 10 interval, mulai dari tahun awal hingga akhir tahun ke-10. Gambaran keseluruhan perubahan garis pantai pada tahun ke-10 disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

SHORELINE POSITION AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231

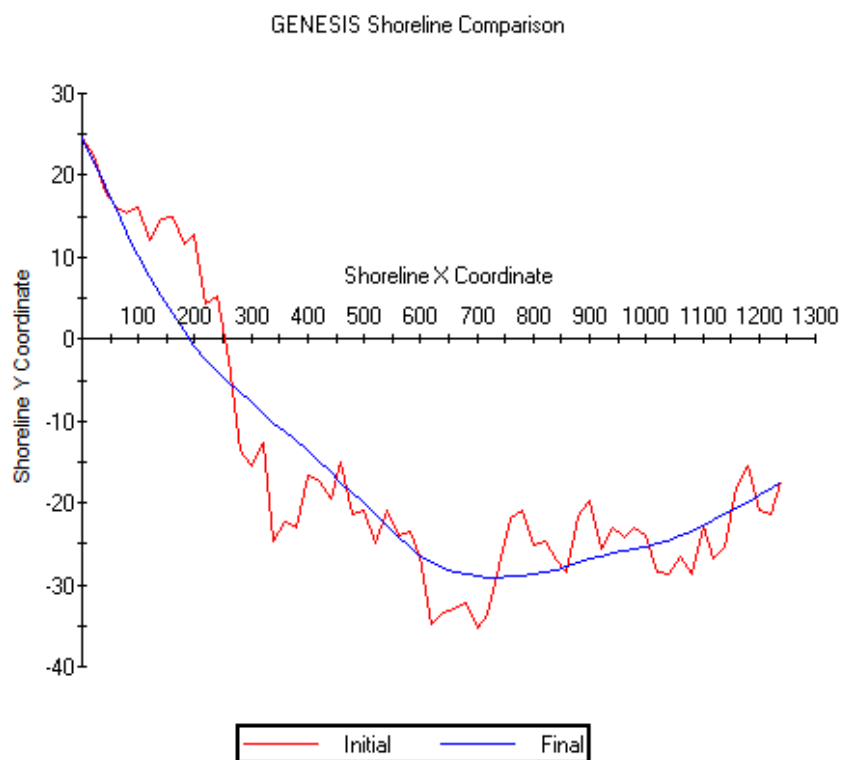
24.63	21.67	18.76	15.86	12.97	10.17	7.60	5.26	3.03	0.97
-0.86	-2.49	-3.96	-5.31	-6.56	-7.77	-9.02	-10.22	-11.34	-12.51
-13.72	-14.94	-16.23	-17.53	-18.76	-20.04	-21.44	-22.88	-24.23	-25.46
-26.51	-27.36	-27.99	-28.45	-28.79	-29.03	-29.13	-29.09	-28.97	-28.82
-28.66	-28.42	-28.11	-27.73	-27.30	-26.86	-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

Berdasarkan hasil running aplikasi CEDAS dengan modul NEMOS, khususnya pada komponen GENESIS, diperoleh nilai maksimum erosi terjadi pada koordinat $y = 742,26$ dengan besaran 82,4 m dan terjadi endapan sedimentasi pada koordinat $y = 76,55$ dengan ketebalan 5,62 m.



Gambar 10. Overlay Perubahan Garis Pantai Batu Putih Atas Selama 10 Tahun

Panjang lokasi penelitian, yaitu pada koordinat 744854.70, 189401.30 sampai pada koordinat 755317.71, 191001.03 dengan total panjang 1.25 km.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Tinggi gelombang yang diperoleh dari hasil perhitungan berkisar antara 0,5474 m hingga 1,252 m pada kedalaman 1 m hingga 25 m. Berdasarkan analisis transformasi gelombang di Pantai Batu Putih Atas menggunakan data angin selama 5 tahun terakhir (masa lalu), diperoleh hasil sebagai berikut:
 - Tinggi gelombang pecah = 0.7643 m
 - Gelombang pecah pada kedalaman = 1.036 m
 - Arah datang gelombang pecah = 45°
2. Setelah dilakukan simulasi perubahan garis pantai di Pantai Batu Putih Atas menggunakan aplikasi CEDAS dengan modul NEMOS, diperoleh hasil berdasarkan analisis transformasi gelombang dengan memanfaatkan data angin selama 5 tahun terakhir (masa lalu) sebagai berikut:
 - Nilai gerusan (abrasi) maksimum = - 72,4 m
 - Koordinat x = 390
 - Koordinat y = 542,26
 - Nilai penambahan (akresi) maksimum = 7,62 m
 - Koordinat x = 740
 - Koordinat y = 56,35
 - Nilai rata-rata setelah 10 tahun = 1,78 m

4.2 Saran

Sebelum menggunakan aplikasi *CEDAS-NEMOS* pastikan data yang akan diinput sudah sesuai dengan kebutuhan, agar tidak terjadi error pada saat running dan untuk mendapatkan hasil pemodelan yang sesuai dengan kondisi garis pantai awal, digitalisasi garis pantai harus mengikuti bentuk aslinya dengan halus, tidak patah-patah.

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
- 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).
- 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*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta