



Analisis Perbandingan Pengaruh Kedalaman Terhadap Transformasi Gelombang Di Pantai Batu Putih Dan Pantai Tanjung Assa

Gabriella P. Rey^{#a}, Arhtur H. Thambas^{#b}, Muhammad I. Jasin^{#c}

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

^agabriellarey01@gmail.com, ^barthur.thambas@unsrat.ac.id, ^cmuhammadjasin@unsrat.ac.id

Abstrak

Jurnal ini membandingkan pengaruh kedalaman terhadap transformasi gelombang di Pantai Batu Putih, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara dan Pantai Tanjung Assa, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Penelitian ini menggunakan data sekunder meliputi data angin (minimal 5 tahun), peta satelit dari software Google Earth, foto citra satelit dari software Google Earth, dan data Batimetri dari Gebco menggunakan software Global Mapper. Metodologi ini meliputi survei lokasi, identifikasi permasalahan pantai, dan analisis data menggunakan metode hindcasting gelombang (Sverdrup Munk Bretschneider) untuk menghitung fetch, refraksi, difraksi, shoaling, dan gelombang pecah. Hasil analisis membandingkan pengaruh kedalaman terhadap parameter gelombang (Koefisien shoaling (K_s), koefisien refraksi (K_r), tinggi gelombang (H), tinggi gelombang pecah (H_b), tinggi gelombang laut dalam (H_o), kedalaman gelombang pecah (d_b), dan cepat rambat gelombang (C)) di kedua pantai. Pantai Tanjung Assa menunjukkan energi gelombang yang lebih besar dibandingkan Pantai Batu Putih, yang disebabkan oleh perbedaan morfologi dasar laut. Penelitian ini menyarankan adanya pemantauan morfologi laut, mitigasi erosi, dan penyesuaian zonasi pesisir untuk pengelolaan dampak transformasi gelombang.

Kata kunci: transformasi gelombang, pantai, hindcasting, Kota Bitung

1. Pendahuluan

Wilayah pesisir merupakan zona transisi yang dinamis antara daratan dan lautan, yang secara terus-menerus dipengaruhi oleh berbagai gaya alamiah seperti gelombang, arus, serta pasang surut. Area ini mencakup pantai dan muara sungai, yang keduanya memiliki karakteristik hidrodinamika yang kompleks dan saling berinteraksi dalam sistem pesisir. Secara terminologis, istilah pesisir (coast) merujuk pada kawasan daratan yang menerima pengaruh laut, sedangkan pantai (shore) lebih mengarah pada zona sempit di sepanjang garis pertemuan antara darat dan laut.

Muara sungai memegang peranan penting dalam sistem pesisir sebagai media distribusi sedimen dari daratan ke lautan. Proses sedimentasi di muara terjadi ketika kecepatan aliran sungai menurun saat memasuki perairan laut yang lebih tenang, sehingga material sedimen seperti pasir, lumpur, dan kerikil mulai mengendap. Akumulasi sedimen ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, di antaranya dinamika gelombang laut, pasang surut, morfologi dasar sungai, serta aktivitas antropogenik di sekitar daerah aliran sungai. Gelombang laut, khususnya, berperan signifikan karena dapat menghasilkan arus balik yang mempercepat pengendapan dan redistribusi sedimen di sekitar mulut muara.

Salah satu lokasi yang menunjukkan gejala sedimentasi yang cukup signifikan adalah Muara Sungai Kampung Ambong, yang berlokasi di pesisir Pantai Makatana, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan serta wawancara dengan masyarakat setempat, khususnya para nelayan, diketahui bahwa sedimentasi di muara tersebut telah menyebabkan penyempitan alur sungai. Kondisi ini berdampak langsung terhadap terganggunya aktivitas transportasi perahu nelayan. Selain itu, proses sedimentasi juga

mengakibatkan pergeseran garis pantai ke arah laut, yang menandakan terjadinya proses akresi dan berpotensi mengubah struktur morfologi pesisir secara signifikan.

Mengingat pentingnya peran muara sungai dalam sistem pesisir, maka diperlukan kajian ilmiah untuk mengidentifikasi karakteristik serta faktor-faktor utama yang memengaruhi sedimentasi di kawasan tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan, serta menjadi dasar pertimbangan bagi pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan mitigasi dampak sedimentasi di Muara Sungai Kampung Ambong.

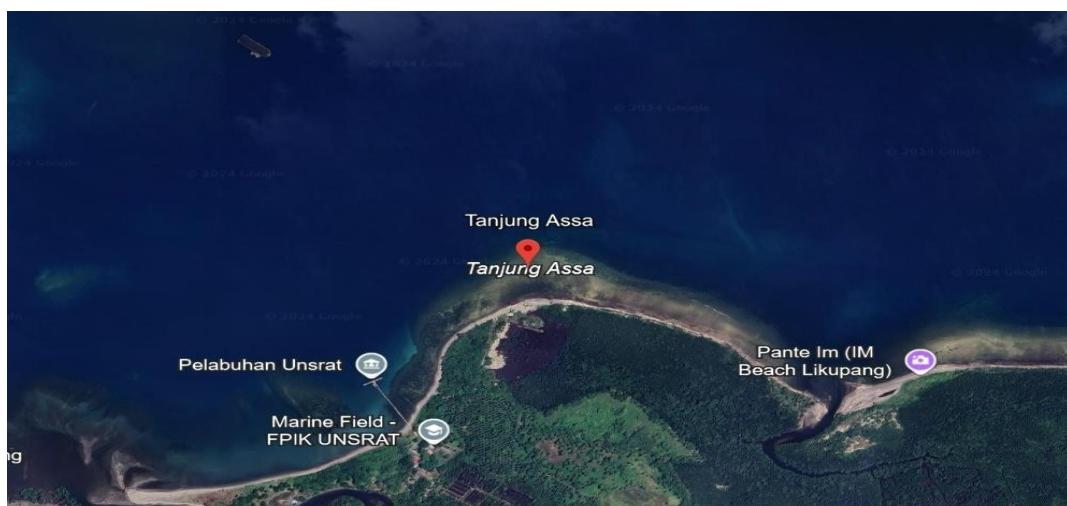
2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pantai Batu Putih, Kecamatan Ranowulu, Kota Bitung.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pantai Batu Putih (Google Earth, 2025)



Gambar 2. Lokasi Penelitian Pantai Tanjung Assa (Google Earth, 2025)

2.2. Teknik 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:

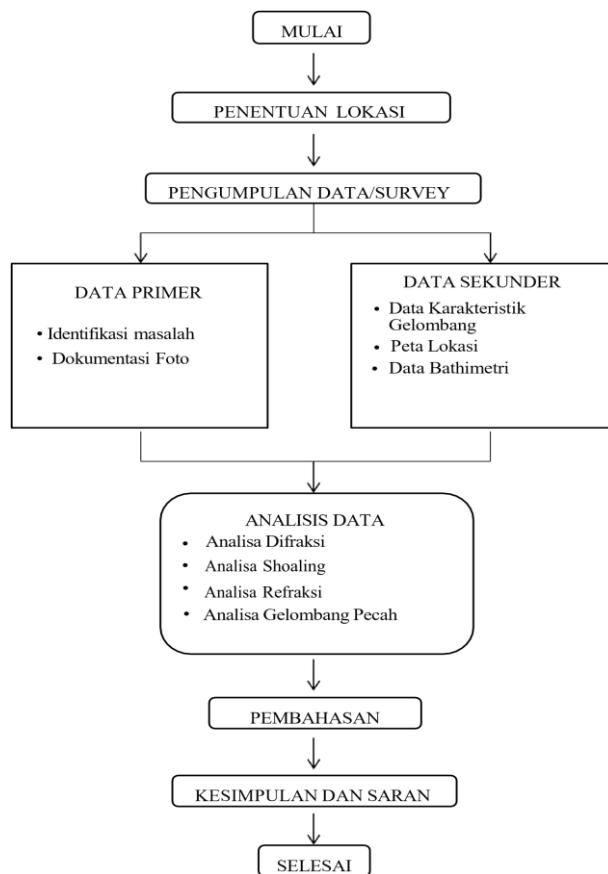
- Data kecepatan angin minimal 5 tahun terakhir dari data sekunder.
- Peta satelit dari software *Google Earth*.
- Foto citra satelit dari software *Google Earth*.
- Data Batimetri dari *Gebco* menggunakan software *Global Mapper*

2.3. Analisis Data

Dari survey dan pengamatan terhadap kondisi pantai, diketahui apa saja yang perlu dilakukan untuk menganalisa transformasi gelombang di Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa. Oleh karena itu, strategi yang sesuai akan diimplementasikan sesuai dengan situasi geografis dan kondisi masyarakat di wilayah tersebut.

2.4. Bagan Alur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari penentuan lokasi, pengumpulan data, analisis gelombang dan sedimen, hingga penarikan kesimpulan. Alur tersebut ditunjukkan dalam diagram berikut:



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Gambaran umum pantai

Isitilah pantai sering rancu dalam pemakaiannya yaitu antara *coast* (pesisir) dan *shore* (pantai). Definisi *coast* (pesisir) adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan *shore* (pantai) adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh pasang tertinggi dan surut terendah. Daerah daratan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis

pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi dibawahnya. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah-pindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.

3.2. Kerusakan pantai

Kerusakan pantai akibat gelombang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk:

- Peningkatan permukaan air
- Gelombang tinggi akibat badai atau perubahan iklim, seperti kenaikan permukaan air laut yang disebabkan oleh pemanasan global, dapat mengakibatkan gelombang yang lebih tinggi dan tekanan air laut yang lebih tinggi pada pantai. Hal ini dapat menyebabkan genangan air laut yang merusak pantai dan daerah sekitarnya.
- Perubahan iklim. Perubahan iklim dapat mempengaruhi pola gelombang laut dan kekuatannya. Peningkatan frekuensi dan intensitas badai laut akibat perubahan iklim juga dapat menyebabkan kerusakan pantai yang lebih serius.

3.3. Data Angin

Angin merupakan sirkulasi yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi (Bambang Triatmodjo, 1999). Angin terjadi akibat adanya perubahan ataupun perbedaan suhu antara suatu tempat dengan tempat yang lain. Salah satu contoh yang dapat diambil adalah perubahan suhu yang terjadi antara daratan dan lautan. Daratan cenderung lebih cepat menerima dan melepaskan panas. oleh sebab itu, maka siang hari terjadi angin laut yang diakibatkan oleh naiknya udara daratan yang digantikan oleh udara dari darat. Dan pada malam hari terjadi sebaliknya, yaitu terjadi angin darat yang diakibatkan oleh naiknya udara di laut dan di gantikan oleh udara dari darat.

3.4. Gelombang

Gelombang sinusoidal atau gelombang transversal memiliki komponen tertentu. Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidak-linieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random.

Gelombang laut tercipta karena adanya transfer energi dari angin ke permukaan laut. Energi yang tertransferkan ini akan bergerak melintasi permukaan laut, dimana air laut sendiri bergerak dalam gerakan membundar (circular motion) di bawah permukaan laut (Kusumastuti, 2011). Gelombang juga dapat diakibatkan oleh gaya tarik benda – bedan langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi yang disebut gelombang pasang surut. Sedangkan gaya seismik yang berupa gempa tektonik dan vulkanik akan menimbulkan tsunami yang jarang terjadi.

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya – gaya yang bekerja pada bagunan pantai. Gelombang merupakan faktor utama didalam penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya. Pada saat gelombang menjalar dari tengah laut ke pantai dimana bangunan pantai tersebut akan dibangun, maka gelombang tersebut mengalami proses perubahan tinggi. Perubahan ini antara lain disebabkan karena:

- Rekfraksi gelombang
- Difraksi gelombang
- Gelombang pecah
- Tinggi gelombang rencana

3.5. Teori Gelombang Amplitudo Kecil (Airy)

Teori gelombang amplitudo kecil awalnya diajukan oleh Laplace (1776) kemudian dikembangkan oleh Sir. George Biddle Airy (1845) sehingga teori gelombang ini sering disebut sebagai teori gelombang Airy. Teori gelombang amplitudo kecil diperoleh dari penyelesaian persamaan Laplace dengan menggunakan berbagai kondisi batas yang sederhana. Kondisi batas

adalah kondisi yang membatasi domain hitungan (daerah hitungan) sehingga persamaan – persamaan dalam daerah hitungan dapat diselesaikan. Dari kondisi batas tersebut dicari potensial kecepataan periodik yang memenuhi pegasiran tak rotasional. Potensial kecepataan ini kemudian digunakan untuk menurunkan persamaan dari berbagai karakteristik gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan dan percepatan partikel, tekanan, kecepatan rambat gelombang, dan sebagainya.

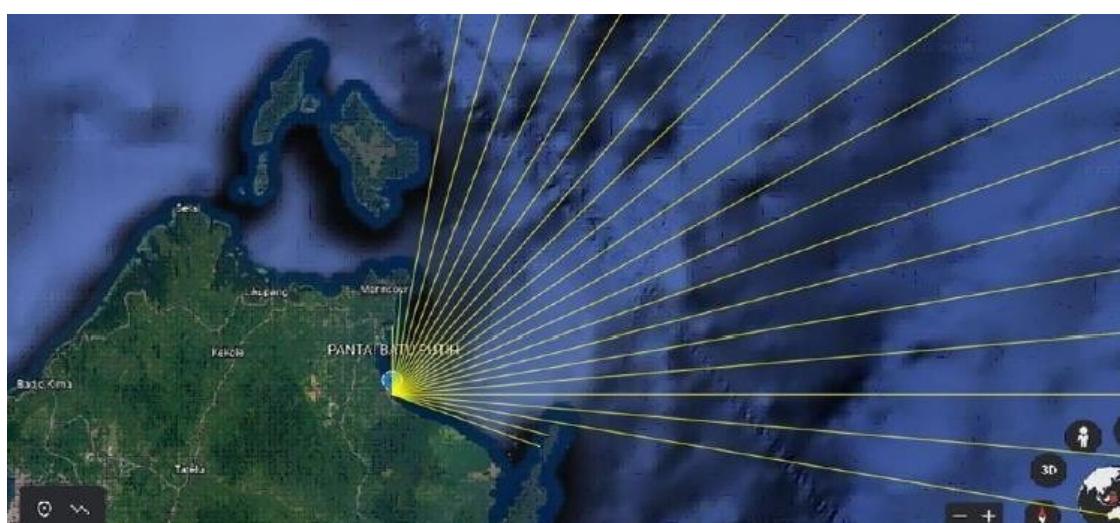
3.6. Transportasi Sedimen di Muara Sungai

Hindcasting gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang di laut. Terjadinya gelombang di laut paling dipengaruhi oleh tiupan angin. Pada daerah tiupan angin, terjadi peristiwa transfer energi angin ke air. Permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil diatas permukaan air, sebagai akibat dari ketegangan yang ditimbulkan oleh kecepatan angin pada permukaan laut. Dengan bertambahnya kecepatan angin, riak akan menjadi besar dan pada akhirnya terbentuk gelombang apabila angin terus berhembus. Semakin lama angin berhembus, maka gelombang yang terbentuk akan semakin besar. *Hindcasting* gelombang akan mengasilkan perkiraan tinggi (H) dan periode (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu. Jadi, *hindcasting* gelombang dimaksudkan untuk mengalihragamkan (transformasi) data angin menjadi data gelombang.

Metode peramalan gelombang dapat dibedakan atas peramalan gelombang laut dalam dan peramalan gelombang laut dangkal. Metode peramalan laut dangkal meperhitungkan faktor gesekan antara gerak air dan dasar laut sehingga mengurangi tinggi gelombang yang terbentuk, sedangkan metode peramalan laut dalam tanpa dipengaruhi dasar laut jadi gelombang yang terbentuk tidak dipengaruhi oleh keadaan dasar laut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perhitungan Fetch Pantai Putih



Gambar 4. Fetch Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan
(Sumber : Hasil Analisis, 2025)

Tabel 1. Perhitungan panjang *Fetch* untuk Delapan Arah Mata Angin Pantai Batu Putih

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya	Jarak Sebenarnya	Fc $\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	F e_{ff}
		(m)	(km)			(km)
UTARA (N)	-20	0	0	0	0.940	38.806
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	6784.95	6.78495	6.78495	1	
	5	9960	9.96	9.9221	0.996	
	10	80790	80.79	79.5626	0.985	
	15	58230	58.23	56.2459	0.966	
	20	200000	200	187.939	0.940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	200000	200.000	187.939	0.940	149.431
	-15	58230	58.230	56.246	0.966	
	-10	80790	80.790	79.563	0.985	
	-5	9960	9.960	9.922	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	159.739
	-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	200.000	1	
	5	200000	200	199.239	0.996	
	10	200000	200	196.962	0.985	
	15	14860	14.86	14.354	0.966	
	20	14420	14.42	13.550	0.940	
TENGGARA (SE)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
SELATAN (S)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
BARAT DAYA (SW)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	

	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
BARAT (W)	-20	0	0	0	0.940	0.000
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
BARAT LAUT (NW)	-15	0	0	0	0.966	0.000
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1.000	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
	-20	0	0	0	0.940	
	-15	0	0	0	0.966	
			Feff (total)			347.976
			Feff (dominan)			159.739

(Sumber : Hasil Analisis, 2025)

4.2. Analisa Angin

Perhitungan untuk mendapatkan nilai Faktor Tegangan Angin (UA) Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa ditunjukkan pada Tabel 2.

4.3. Hindcasting Gelombang

Hindcasting gelombang dilakukan untuk setiap data angin maksimum harian selama 5 tahun. Dari hasil hindcasting ini disusun rekapitulasi tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan dari tahun 2020 s/d 2024, yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Dari rekapitulasi dapat diketahui bahwa gelombang dominan dan maksimum berasal dari arah Timur. Dengan tinggi gelombang signifikan (H_0) sebesar 0.979 m dan periode gelombang signifikan (T_0) sebesar 4.627 detik. Hal ini disebabkan gelombang dari arah Timur mempunyai daerah pembangkitan gelombang yang lebih besar. Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapat persamaan: $y = -6.4017x^2 + 10.564x + 0.2804$ (persamaan didapat menggunakan trendline di program MS. Excel), sehingga:

$$\text{Tinggi Gelombang } (H_0) = 0.979 \text{ meter}$$

$$\text{Periode Gelombang } (T) = 4.627 \text{ detik}$$

Tabel 2. Perhitungan Faktor Tegangan Angin pada bulan April 2020

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	U ₁₀ □ Uz □□ 10- □□□ 7 □ Z □□	R _L	U _A = R _T . R _L . U ₁₀
2020						
Januari	SE	5.594	5.6	5.59	1.38	8.49
Februari	NE	6.100	6.1	6.10	1.33	8.92
Maret	SE	5.477	5.5	5.48	1.38	8.31
April	E	4.130	4.1	4.13	1.49	6.77
Mei	SE	3.717	3.7	3.72	1.53	6.26
Juni	S	4.087	4.1	4.09	1.49	6.70
Juli	SE	4.326	4.3	4.33	1.47	6.99
Agustus	S	5.250	5.3	5.25	1.39	8.03
September	S	3.979	4	3.98	1.5	6.57
Okttober	SW	3.607	3.6	3.61	1.54	6.11
November	S	3.881	3.9	3.88	1.51	6.45
Desember	W	4.381	4.4	4.38	1.47	7.08

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 3. Komponen Pasang Surut dan Nilai Elevasi Muka Air (Sepang, 2024)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	119	31	19	4	29	14	1	4	5	10
g°	0.00	153.3	215.6	304.0	324.0	151.6	205.3	345.3	215.6	324.0

Tabel 4. Rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing – masing *fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang tahun 2020 s/d 2024

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang			S	Max Tiap Bulan	
		NE	E	SE		Arah	H - T
JANUARI	H (m)		0.859			E	0.859
	T (det)		4.469				4.469
FEBRUARI	H (m)	0.952	0.979			E	0.979
	T (det)	4.553	4.627				4.627
MARET	H (m)	0.937				NE	0.937
	T (det)	4.532					4.532
APRIL	H (m)		0.811			E	0.811
	T (det)		4.401				4.401
MEI	H (m)					-	0.000
	T (det)						0.000
JUNI	H (m)					-	0.000
	T (det)						0.000
JULI	H (m)					-	0.000
	T (det)						0.000
AGUSTUS	H (m)					-	0.000
	T (det)						0.000
SEPTEMBER	H (m)					-	0.000
	T (det)						0.000
OKTOBER	H (m)					-	0.000

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang			S	Max Tiap Bulan	
		NE	E	SE		Arah	H - T
NOVEMBER	T (det)						0.000
	H (m)					-	0.000
DESEMBER	T (det)					-	0.000
	H (m)					-	0.000
MAX TIAP ARAH	T (det)						0.000
	H (m)	0.952	0.979	0.000	0.000	NE	0.979
	T (det)	4.553	4.627	0.000	0.000		4.627

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

4.4. Analisa Transformasi Gelombang

Dalam analisa transformasi gelombang ini menggunakan data sekunder dimana Data tersebut digunakan sebagai dasar perbandingan Transformasi gelombang di lokasi Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa.

4.4.1 Analisa Transformasi Gelombang Pantai Batu Putih

Berdasarkan data sekunder yang ada, kemudian dilakukan perhitungan transformasi gelombang, berikut merupakan hasil tabulasi perhitungan transformasi gelombang pantai Batu Putih.

Tabel 5. Perhitungan Shoaling

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks
38.678	0.259	0.267	37.453	0.500	0.616	1.020	0.838
34.149	0.234	0.254	31.496	0.500	0.631	1.050	0.859
30.757	0.163	0.193	25.867	0.500	0.716	1.105	0.831
27.887	0.072	0.115	17.422	0.500	0.861	1.287	0.930
33.837	0.030	0.071	14.025	0.500	0.939	1.566	1.285

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

4.4.2 Analisa Transformasi Gelombang Pantai Tanjung Assa

Berdasarkan data sekunder yang ada, kemudian dilakukan perhitungan transformasi gelombang, berikut merupakan hasil tabulasi perhitungan transformasi gelombang pantai Tanjung Assa.

Tabel 6. Perhitungan Shoaling

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
39.946	0.250	0.270	37.037	0.500	0.613	1.048	0.880	0.955
38.064	0.210	0.233	34.276	0.500	0.655	1.064	0.848	0.862
35.078	0.143	0.179	27.917	0.500	0.740	1.136	0.849	0.831
33.951	0.059	0.103	19.361	0.500	0.883	1.343	0.993	1.109
41.043	0.024	0.064	15.552	0.500	0.951	1.633	1.388	2.513

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

4.4.3 Perhitungan Gelombang Pecah Pantai Batu Putih

Berikut ini merupakan perhitungan gelombang pecah dan gelombang pecah pada kedalaman di pantai Batu Putih.

Tabel 7. Perhitungan Gelombang Pecah

H	Hb	a _o
1.6668	0.7802	19.3782
0.8285	0.8941	32.0807
0.6926	1.0811	39.1623
0.7547	1.1593	43.2137
0.8366	1.378	45

Tabel 8. Perhitungan Gelombang Pecah pada Kedalaman

Hb/gT2	m	db/Hb	db
0.0057	0.0106	1.29	1.778
0.0054	0.0136	1.28	1.484
0.0056	0.0124	1.26	1.362
0.0051	0.0120	1.27	1.135
0.0037	0.0108	1.29	1.006

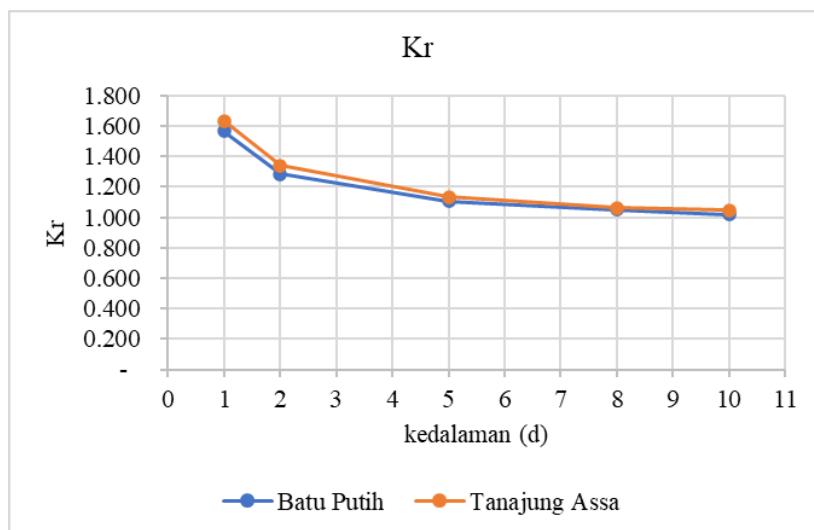
(Sumber: Hasil Analisis 2025)

4.5. Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa

Berdasarkan hasil transformasi gelombang dari pantai Batu Putih dan pantai Tanjung Assa, selanjutnya akan dilakukan analisis perbandingan pengaruh kedalaman dari kedua pantai tersebut.

Tabel 9. Perhitungan Refraksi

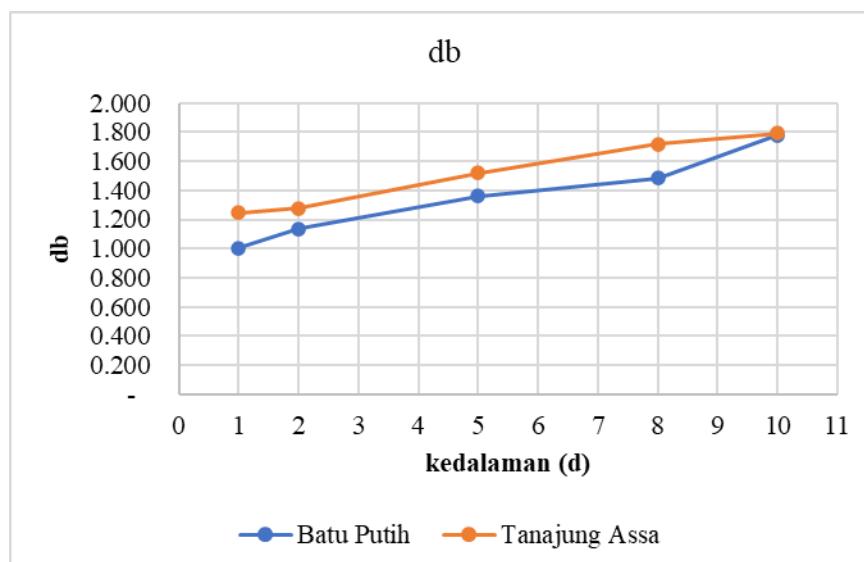
d	Kr	
	Batu Putih	Tanjung Assa
10	1.020	1.048
8	1.050	1.064
5	1.105	1.136
2	1.287	1.343
1	1.566	1.633

**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman terhadap Refraksi (Kr) pada Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa

4.6. Tipe Sedimentasi

Tabel 10. Perhitungan Sedimentasi

d	db	
	Batu Putih	Tanjung Assa
10	1.778	1.793
8	1.484	1.716
5	1.362	1.521
2	1.135	1.276
1	1.006	1.247



Gambar 6. Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman terhadap Sedimentasi di Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, karakteristik gelombang di Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa dipengaruhi oleh kedalaman perairan. Koefisien refraksi (Kr) dan shoaling (Ks) menunjukkan bahwa gelombang mengalami perubahan arah dan amplifikasi energi saat mendekati pantai, dengan nilai lebih tinggi di Pantai Tanjung Assa. Tinggi gelombang (H) mengalami penurunan di perairan dangkal sebelum stabil, sementara tinggi gelombang pecah (Hb) dan kedalaman pecahnya gelombang (db) meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Secara keseluruhan, gelombang di Pantai Tanjung Assa memiliki energi lebih besar dibandingkan Pantai Batu Putih, yang dipengaruhi oleh morfologi dasar laut, pola arus, dan kondisi angin.

Faktor utama yang menyebabkan perbedaan transformasi gelombang antara Pantai Batu Putih dan Pantai Tanjung Assa adalah **morfologi dasar laut**, yang mencakup kedalaman perairan, kemiringan pantai, serta struktur dasar laut.

Ucapan terima kasih

Penulis Mengucapkan Terima Kasih Kepada Seluruh Pihak Yang Telah Memberikan Dukungan Dalam Proses Penelitian Ini. Apresiasi Diberikan Kepada Instansi Terkait Yang Telah Menyediakan Data Sekunder Seperti Informasi Angin, Pasang Surut, Dan Peta Batimetri, Yang Menjadi Dasar Dalam Analisis Teknikal Dan Oseanografi. Penghargaan Disampaikan Kepada Laboratorium Dan Fasilitas Akademik Yang Telah Mendukung Pengolahan Data Dan Simulasi Teknis Selama Penelitian. Penulis Juga Berterima Kasih Kepada Warga Di Sekitar Lokasi Penelitian, Terutama Nelayan Di Wilayah Pantai Batu Putih Bitung Kecamatan Likupang Timur, Atas Informasi Lapangan Dan Wawasan Empiris Yang Berharga Dalam Menyempurnakan Interpretasi Data.

Referensi

- Gerrits, L., Thambas, A. H., & Jasin, M. I. (2020). Analisis kinerja gelombang di Pantai Malalayang II. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 39–44. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 2337-6732.
- Lukas Gerrits, Thambas, A. H, Jasin, M. I, *Analisis Kinerja Gelombang Di Pantai Malalayang II*, Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.1 Januari 2020 (39- 44) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi.
- Ratu, Y. A., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisis karakteristik gelombang di Pantai Bulo Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 38–48. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 23376732
- Rompas, N. F., Jasin, M. I., & Tawas, H. J. (2022). Analisis pasang surut di Pantai Mahembang Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 10(1), 63–68. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 2337-6732.
- 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), 155–164. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 2337-6732.
- Wakkary, A. C., Jasin, M. I., & Dundu, A. K. T. (2017). Studi karakteristik gelombang pada daerah pantai Desa Kalinaung Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3), 167–174. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 23376732.
- Sumampouw, F. V. H., Thambas, A. H., & Jasin, M. I. (2023). Perencanaan pengaman pantai di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Sipil Statik*, 21(85), [Halaman tidak disebutkan]. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 0215-9617.
- Bernadus, J. M. O., Mamoto, J. D., & Tangkudung, N. J. A. (2023). Perencanaan pengaman pantai di Pantai Paerentek Kecamatan Lembean Timur. *Jurnal Sipil Statik*, 21(85), [Halaman tidak disebutkan]. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 0215-9617.
- Kappers, A. C., Mamoto, J. D., & Jasin, M. I. (2024). Alternatif pemecahan masalah overtopping Manado Town Square. *Jurnal Sipil Statik*, 22(88), [Halaman tidak disebutkan]. Universitas Sam Ratulangi. ISSN: 0215-9617.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan bangunan pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.