



Analisis Perbandingan Pengaruh Kedalaman Terhadap Transformasi Gelombang Di Pantai Parentek Dan Pantai Malalayang

Jonathan A. Christian^{#a}, M. Ihsan Jasin^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado, Indonesia
^ajonathanlumunon123@gmail.com, ^bmuhammadjasin@unsrat.ac.id, ^carthur.thambas@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Parentek, Kec. Lembean Timur, Kab. Minahasa dan Pantai Malalayang, Kec. Malalayang, Kota Manado, merupakan area wisata, namun juga Pada saat-saat tertentu terjadi faktor alam berupa tinggi gelombang yang cukup besar pada daerah pantai ini. Kondisi pantai diperparah oleh Abrasi, sehingga membuat garis pantai berkurang setiap tahunnya dan menyebabkan kerusakan di area pesisir. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari penelitian terdahulu untuk mengkaji lebih dalam tentang perbandingan transformasi gelombang berdasarkan pengaruh kedalaman laut. Data yang diperoleh dianalisis untuk memahami bagaimana perubahan kedalaman mempengaruhi proses refraksi, shoaling dan gelombang pecah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan refraksi, shoaling dan gelombang pecah akibat variasi kedalaman di kedua pantai. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kedalaman memiliki pengaruh terhadap transformasi gelombang.

Kata kunci: Pantai Parentek, Pantai Malalayang, transformasi gelombang

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Gelombang merupakan pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal (*Faiqun, 2008*). Proses ini terjadi akibat adanya gaya-gaya alam yang bekerja di laut seperti tekanan atau tekanan dari atmosfer (khusus melalui angin), gempa bumi, gaya gravitasi bumi dan benda-benda angkasa (bulan dan matahari), gaya coriolis (akibat rotasi bumi), dan tegangan permukaan. Transformasi gelombang adalah perubahan bentuk, tinggi, dan arah gelombang saat gelombang menuju pantai dan dipengaruhi oleh perubahan kedalaman laut, dan kontur dasar laut. Transformasi gelombang dapat menyebabkan beberapa masalah antara lain perubahan garis pantai, abrasi atau erosi, dan transport sedimen. Pantai Parentek dan Pantai Malalayang merupakan tempat wisata. Karena pantai tersebut merupakan tempat wisata dan tidak memiliki pengaman pantai, maka diperlukan analisa mengenai transformasi gelombang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengaruh kedalaman, bagaimana perbandingan transformasi gelombang yang terjadi di Pantai Parentek dan Pantai Malalayang?

1.3. Batasan Masalah

Dalam rangka membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, digunakanlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini terbatas pada ruang lingkup daerah wisata pantai Parentek dan Pantai

Malalayang.

2. Penelitian ini hanya terbatas pada pengaruh kedalaman terhadap Transformasi gelombang.
3. Tidak menganalisa Proses Difraksi.
4. Data analisis menggunakan data sekunder.

1.4. Tujuan Masalah

Agar mengetahui perbandingan transformasi gelombang untuk keberlanjutan tempat wisata pantai Parentek dan Pantai Malalayang yang tidak memiliki pengaman pantai.

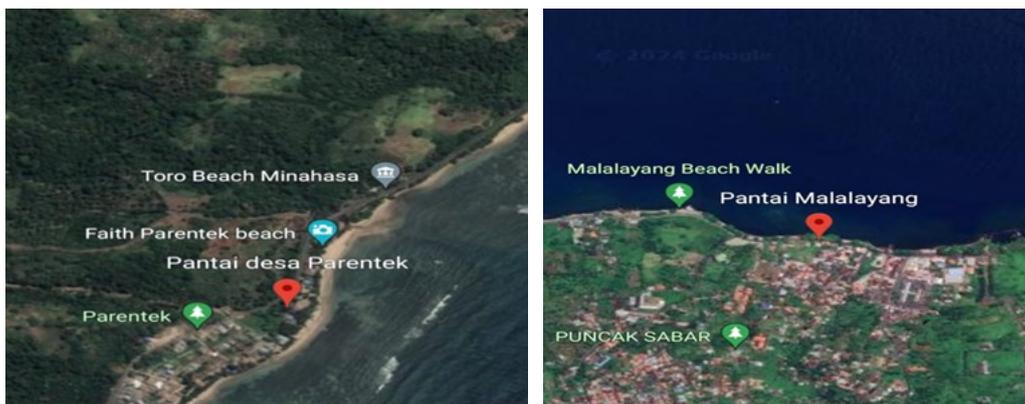
1.5. Manfaat Masalah

Untuk mendapatkan pemahaman tentang teknik pantai, terutama dalam transformasi gelombang, ini dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk pemerintah dan pemangku kepentingan sebagai alternatif dalam mengantisipasi perubahan gelombang.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Pantai Parentek, Kec Lembean Timur, Kab. Minahasa dan Pantai Malalayang, Kec. Malalayang, Kota Manado.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Sumber 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 10 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 Bagan Alir Penelitian

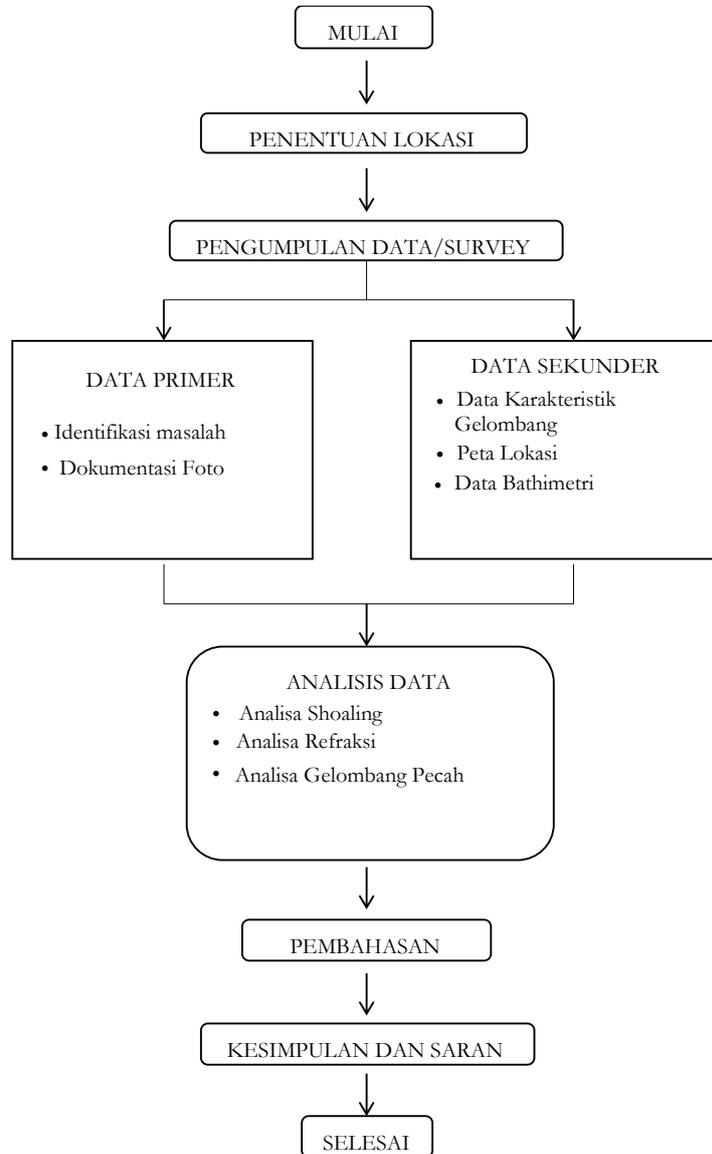
Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.

3. Kajian Literatur

3.1 Definisi 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.



Gambar 2. Bagan Alir

3.2 Kerusakan Pantai

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

- a. 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.
- b. 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 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 di ambil 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 di akibatkan oleh naiknya udara di laut dan di gantikan oleh udara dari darat.

3.4 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 kecepatan periodik yang memenuhi pegaliran tak rotasional. Potensial kecepatan ini kemudian digunakan untuk menurunkan persamaan dari berbagai karakteristik gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan dan percepatan partikel, tekanan, kecepatan rambat gelombang, dan sebagainya.

Anggapan – anggapan yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang adalah sebagai berikut:

1. Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat massa adalah konstan.
2. Tegangan permukaan diabaikan.
3. Gaya Coriolis (akibat perputaran bumi) diabaikan.
4. Tekanan pada permukaan air adalah seragam dan konstan.
5. Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak rotasi.
6. Dasar laut adalah horizontal, tetap dan impermeable sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol.
7. Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air.
8. Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penjalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi.

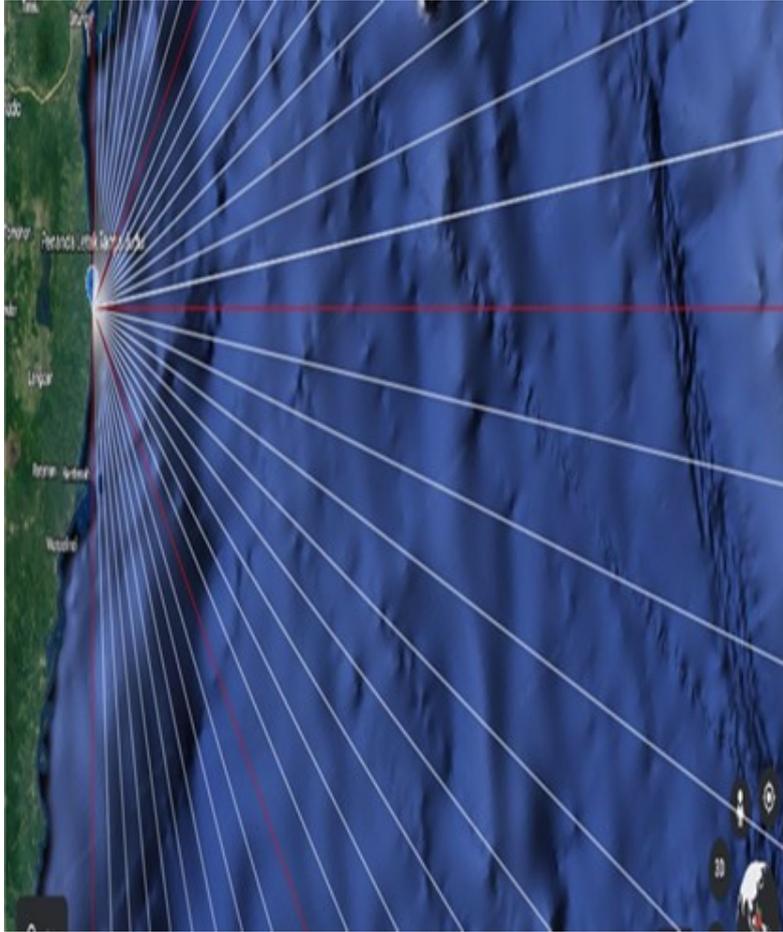
3.5 Hindcasting Gelombang

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



Gambar 3. Fetch Pantai Parentek
(Sumber: Jendry Bernadus, 2023)

4.2 Perhitungan Faktor Tegangan Angin

Tabel 1. Faktor Tegangan Angin Pantai Parentek
(Sumber: Jendry Bernadus, 2023)

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	1.1
Bulan	Arah	U _z	U _z (BULAT)	$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{Z} \right)^{\frac{1}{7}}$	R _L	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$
2018						
Januari	SW	2.715	2.7	2.72	1.65	4.93
Februari	SW	2.402	2.4	2.40	1.69	4.47
Maret	SW	2.888	2.9	2.89	1.62	5.15
April	S	1.689	1.7	1.69	1.83	3.40
Mei	S	2.807	2.8	2.81	1.63	5.03
Juni	S	3.836	3.8	3.84	1.52	6.41
Juli	SW	4.859	4.9	4.86	1.42	7.59
Agustus	S	5.053	5.1	5.05	1.4	7.78
September	SW	5.106	5.1	5.11	1.4	7.86
Oktober	S	2.528	2.5	2.53	1.68	4.67
November	S	1.891	1.9	1.89	1.79	3.72
Desember	SW	2.688	2.7	2.69	1.65	4.88

Tabel 2. Faktor Tegangan Angin Pantai Malalayang
(Sumber: Hasil Analisis)

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	1.1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_{10} = Uz \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7}$	R _L	U _A = R _T · R _L · U ₁₀
2018						
Januari	SW	3.889	3.9	3.89	1.51	6.46
Februari	SW	4.760	4.8	4.76	1.43	7.49
Maret	SW	4.367	4.4	4.37	1.47	7.06
April	S	2.989	3	2.99	1.61	5.29
Mei	S	2.660	2.7	2.66	1.65	4.83
Juni	S	3.568	3.6	3.57	1.54	6.04
Juli	S	3.684	3.7	3.68	1.53	6.20
Agustus	S	3.949	3.9	3.95	1.51	6.56
September	S	3.147	3.1	3.15	1.61	5.57
Oktober	S	3.601	3.6	3.60	1.54	6.10
November	S	3.339	3.3	3.34	1.57	5.77
Desember	S	4.841	4.8	4.84	1.43	7.62

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos(α)	cos(α)	Feff (km)		
Barat (W)	-20	0	0	0	0.940	0.000		
	-15	0	0	0	0.966			
	-10	0	0	0	0.983			
	-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 Laut (NW)	-20	0	0	0		0.940	0.000
		-15	0	0	0		0.966	
-10		0	0	0	0.983			
-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			
Utara (N)		-20	0	0	0	0.940	88.809	
		-15	0	0	0	0.966		
	-10	0	0	0	0.983			
	-5	0	0	0	0.996			
	0	37000	37.000	37	1.000			
	5	35000	35.000	35	0.996			
	10	33000	33.000	33	0.985			
	15	290000	290.000	193	0.966			
	20	200000	200.000	188	0.940			
	Timur Laut (NE)	-20	200000	200.000	188	0.940		192.802
		-15	200000	200.000	193	0.966		
-10		200000	200.000	197	0.983			
-5		200000	200.000	199	0.996			
0		200000	200.000	200	1.000			
5		200000	200.000	199	0.996			
10		200000	200.000	197	0.985			
15		200000	200.000	193	0.966			
20		130000	130.000	132	0.940			
Timur (E)		-20	200000	200.000	188	0.940	200.000	
		-15	200000	200.000	193	0.966		
	-10	200000	200.000	197	0.983			
	-5	200000	200.000	199	0.996			
	0	200000	200.000	200	1.000			
	5	200000	200.000	199	0.996			
	10	200000	200.000	197	0.983			
	15	200000	200.000	193	0.966			
	20	200000	200.000	188	0.940			
	Tenggara (SE)	-20	200000	200.000	188	0.940		200.000
		-15	200000	200.000	193	0.966		
-10		200000	200.000	197	0.983			
-5		200000	200.000	199	0.996			
0		200000	200.000	200	1.000			
5		200000	200.000	199	0.996			
10		200000	200.000	197	0.983			
15		200000	200.000	193	0.966			
20		200000	200.000	188	0.940			
Selatan (S)		-20	200000	200.000	188	0.940	111.308	
		-15	200000	200.000	193	0.966		
	-10	200000	200.000	197	0.983			
	-5	200000	200.000	199	0.996			
	0	200000	200.000	200	1.000			
	5	0	0	0	0.996			
	10	0	0	0	0.983			
	15	0	0	0	0.966			
	20	0	0	0	0.940			
	BARAT DAYA (NS)	-20	0	0	0	0.940		0.000
		-15	0	0	0	0.966		
-10		0	0	0	0.983			
-5		0	0	0	0.996			
0		0	0	0	1.000			
5		0	0	0	0.996			
10		0	0	0	0.983			
15		0	0	0	0.966			
20		0	0	0	0.940			
F _{eff} (total)					789.799			
F _{eff} (dominan)					200.000			

Gambar 4. Perhitungan Fetch Pantai Parentek
(Sumber: Jendry Bernadus, 2023)

4.3 Analisa Transformasi Gelombang

Dalam analisa transformasi gelombang ini menggunakan data sekunder dimana Data tersebut digunakan sebagai dasar perbandingan Transformasi gelombang di lokasi Pantai Parentek dan Pantai Malalayang.

4.3.1 Analisa Transformasi Gelombang Pantai Parentek

Tabel 3. Perhitungan *Shoaling* Untuk Arah Timur

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
12.664	0.790	0.790	12.664	0.500	0.501	1.000	0.999	1.041
28.765	0.278	0.293	27.346	0.500	0.593	1.032	0.887	0.953
28.498	0.175	0.205	24.442	0.500	0.698	1.095	0.836	0.872
27.578	0.073	0.116	17.204	0.500	0.698	1.292	1.149	1.294
25.305	0.040	0.083	12.107	0.500	0.920	1.459	1.136	2.144

Tabel 4. Perhitungan *Refraksi* Untuk Arah Timur

a ₀	d	Ho	T	Lo	d/Lo	d/L
45	10	1.042	2.849	12.664	0.7896	0.78967
44.9962	8	1.041	4.294	28.765	0.2781	0.29255
42.2356	5	0.953	4.274	28.498	0.1755	0.20457
35.2055	2	0.872	4.205	27.578	0.0725	0.11625
21.0787	1	1.294	4.028	25.305	0.0395	0.08260

L	Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
12.664	4.445	4.445	0.707	44.996	1.000	1.000
27.346	6.699	6.368	0.672	42.236	1.065	1.032
24.442	6.668	5.719	0.577	35.205	1.200	1.095
17.204	6.559	4.092	0.360	21.079	1.670	1.292
12.107	6.283	3.006	0.172	9.908	2.127	1.459

4.3.2 Analisa Transformasi Gelombang Pantai Malalayang

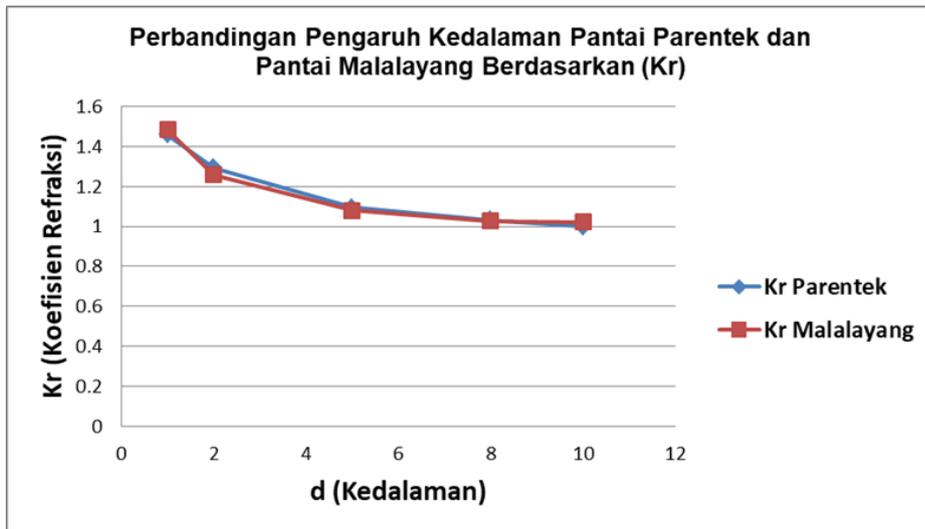
Tabel 5. Perhitungan *Shoaling* Untuk Arah Barat Laut

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
31.690	0.316	0.327	30.618	0.500	0.568	1.022	0.912	0.861
27.398	0.292	0.305	26.236	0.500	0.583	1.027	0.895	0.791
26.053	0.192	0.218	22.895	0.500	0.677	1.079	0.840	0.718
24.165	0.083	0.126	15.882	0.500	0.840	1.257	0.906	0.818
26.611	0.038	0.081	12.346	0.500	0.923	1.483	1.168	1.415

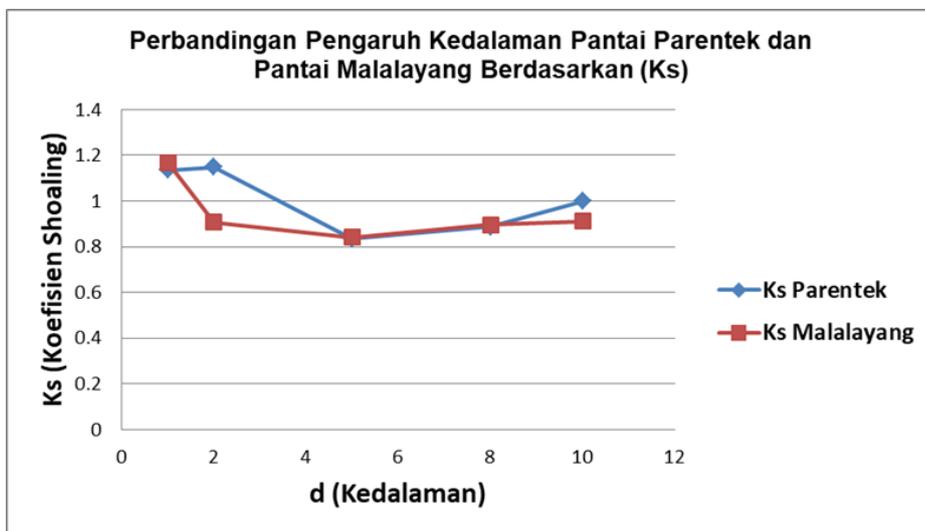
Tabel 6. Perhitungan *Refraksi* Untuk Arah Barat Laut

a ₀	d	Ho	T	Lo	d/Lo	d/L	L
45	10	0.924	4.507	31.690	0.3156	0.32660	30.618
43.0934	8	0.861	4.191	27.398	0.2920	0.30493	26.236
40.8588	5	0.791	4.087	26.053	0.1919	0.21839	22.895
35.0917	2	0.718	3.936	24.165	0.0828	0.12593	15.882
22.1994	1	0.818	4.130	26.611	0.0376	0.08100	12.346

Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
7.031	6.793	0.683	43.093	1.044	1.022
6.538	6.260	0.654	40.859	1.055	1.027
6.375	5.602	0.575	35.092	1.164	1.079
6.140	4.035	0.378	22.199	1.581	1.257
6.443	2.989	0.175	10.095	2.199	1.483



Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Parentek dan Pantai Malalayang Berdasarkan Refraksi (Kr)



Gambar 6. Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Parentek dan Pantau Malalayang Berdasarkan Shoaling (Ks)

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan data sekunder yang digunakan, perbedaan Transformasi gelombang yang terjadi di pantai Parentek dan pantai Malalayang adalah sebagai berikut.

1. Proses Refraksi (K_r) di kedua pantai menunjukkan peningkatan dengan berkurangnya kedalaman. Pantai Parentek menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan Pantai Malalayang.
2. Pada proses Shoaling (K_s) kedua pantai menunjukkan variasi nilai K_s seiring dengan perubahan kedalaman, namun dengan pola yang berbeda, nilai K_s menunjukkan bagaimana gelombang mengalami perubahan saat mendekati pantai. Pantai Malalayang cenderung memiliki perubahan bathimetri yang menyebabkan penumpukan energi yang lebih tajam sebelum gelombang mencapai pantai, sedangkan Pantai Parentek memiliki perubahan yang bervariasi.
3. Pada tinggi gelombang (H) dan tinggi gelombang laut dalam (H_0) pantai Parentek cenderung lebih besar dibanding pantai Malalayang.
4. Tinggi gelombang pecah (H_b) yang terjadi pada pantai Malalayang lebih besar dibandingkan tinggi gelombang pecah pada pantai Parentek.

5. Gelombang pecah pada kedalaman (db) yang terjadi pada pantai Malalayang mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan berkurangnya kedalaman dibandingkan dengan pantai Parentek yang hanya mengalami fluktuasi sampai gelombang pecah.
6. Pantai Malalayang menunjukkan penurunan yang konsisten dalam C dengan berkurangnya kedalaman dibandingkan dengan Pantai Parentek. Semakin dangkal air, maka semakin rendah kecepatan gelombang.
7. Terlihat bahwa Pantai Malalayang menunjukkan penurunan pada beberapa kedalaman tetapi meningkat pada kedalaman 1, sedangkan pada Pantai Parentek mengalami kenaikan pada kedalaman 8 tetapi mengalami penurunan pada beberapa kedalaman. Di laut dalam, kedalaman tidak mempengaruhi Cepat Rambat Gelombang.

Referensi

- Jendry M. O. Bernadus, Jeffry D. Mamoto, Nicolaas J. A. Tangkudung, *Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Paerentek Kecamatan Lembean Timur*. Volume 21, No. 85, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lukas Gerrits, Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasin, *Analisis Kinerja Gelombang Di Pantai Malalayang II*, Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.1 Januari 2020 (39-44) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi.
- Faron V. H. Sumampouw, Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasin, *Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Banoi Kecamatan Likupang Barat*. Volume 21, No. 85, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado.
- Albert C. Kappers, Jefry D Mamoto, M. Ihsan Jasin, *Alternatif Pemecahan Masalah Overtopping Manado Town Square*. Volume 22, No. 88, Tahun 2024 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sippil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.