



Analisis Perbandingan Pengaruh Kedalaman Terhadap Transformasi Gelombang Di Pantai Lakban Kecamatan Ratatotok Dan Pantai Matani Satu Kecamatan Tumpaan

Starmon J. W. Supit^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, M. Ihsan Jasin^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^astarmonsupit224@gmail.com, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^cmuhammadjasin@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Lakban, Ratatotok, Minahasa Tenggara dan Pantai Matani Satu, Tumpaan, Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia, merupakan kawasan area wisata, namun juga rentan terhadap dampak gelombang laut yang dapat mempengaruhi stabilitas garis pantai dan ekosistem 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 dan dibuat lima stasiun (STA) untuk memahami bagaimana perubahan kedalaman mempengaruhi proses refraksi, shoaling, dan gelombang pecah. menganalisis perbandingan pengaruh kedalaman terhadap transformasi gelombang linier di Pantai Lakban dan Pantai Matani Satu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pola refraksi, difraksi, dan refleksi gelombang akibat variasi kedalaman di kedua pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman memiliki pengaruh signifikan terhadap transformasi gelombang, terutama pada proses refraksi. Perbedaan morfologi dasar pantai juga berkontribusi terhadap perbedaan pola transformasi gelombang di kedua lokasi.

Kata kunci: Pantai Lakban, Pantai Matani Satu, transformasi gelombang, gelombang pecah

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 berupa refraksi, difraksi, shoaling, dan gelombang pecah. Transformasi gelombang dapat menyebabkan beberapa masalah antara lain perubahan garis pantai, abrasi atau erosi, dan transport sedimen. Pantai Lakban dan Pantai Matani satu merupakan objek 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 Lakban, Ratatotok dan Pantai Matani Satu, Tumpaan?

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 Lakban dan Pantai Matani.
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 Penelitian

Agar mengetahui perbandingan transformasi gelombang untuk keberlanjutan tempat wisata pantai Lakban dan Pantai Matani Satu yang tidak memiliki pengaman pantai.

1.5. Manfaat Penelitian

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 Lakban Kecamatan Ratatotok dan Pantai Matani Satu Kecamatan Tumpaan, Sulawesi Utara.

2.2. Sumber Data

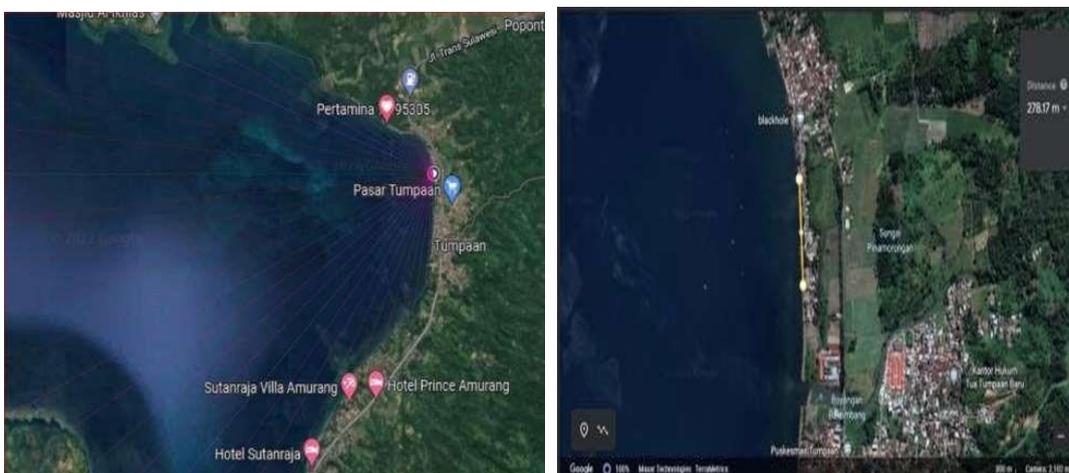
Ini dilaksanakan dengan cara mengunjungi lembaga- lembaga atau instansi-instansi terlibat sebagai sumber data untuk dimintai keterangan dan data-data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software-software penunjang.

Data – data yang dimaksud meliputi:

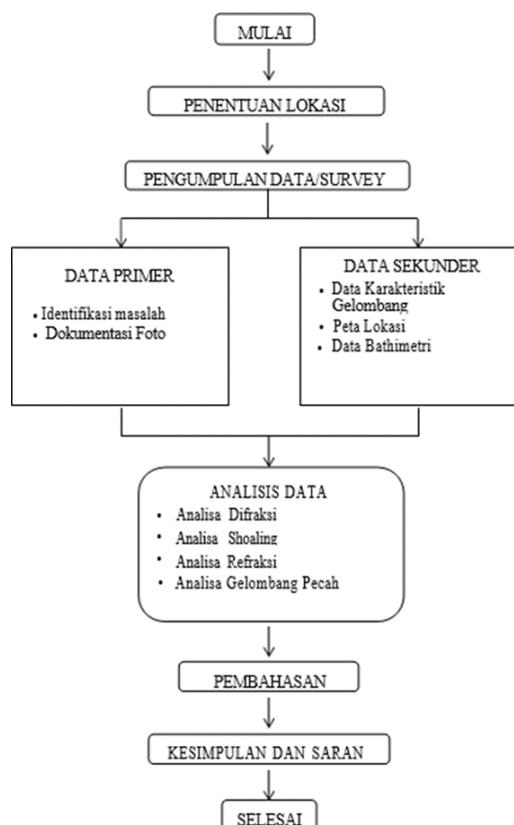
- Data kecepatan angin minimal 10 tahun terakhir dari data sekunder.
- Peta satelit dari software Google Earth.
- Foto citra satelit dari software Google Earth.
- Data Batimetri dari Gebco menggunakan software Global Mapper

2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir 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:

- 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 menghasilkan 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.

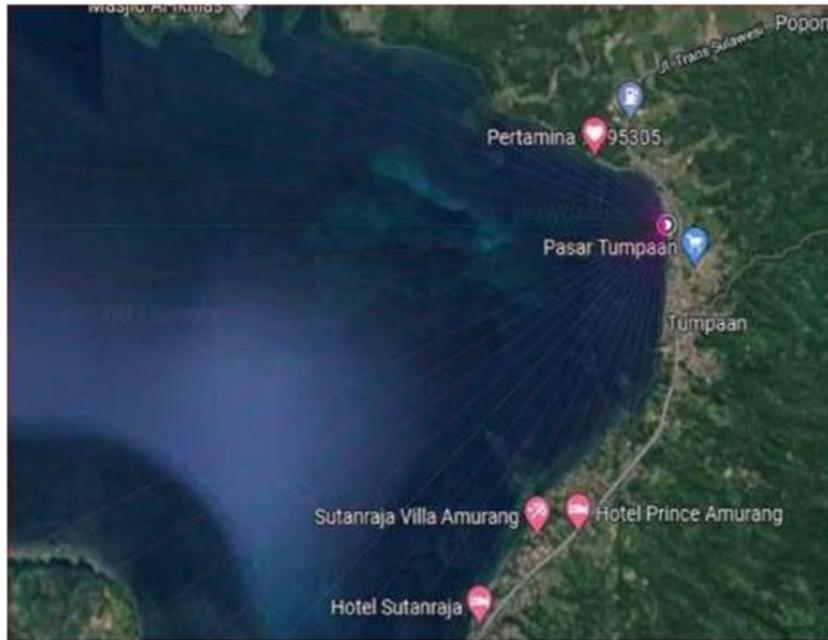
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. *Perhitungan Fetch*

Perhitungan fetch pada pantai Matani ditampilkan pada Gambar 4.

4.2. *Analisis Angin*

Analisis angin dilakukan untuk mendapatkan nilai Faktor Tegangan Angin (UA) Pantai Matani dan Pantai Lakban.



Gambar 3. Fetch Pantai Matani

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenar _{ruva} (m)	Jarak Sebenar _{ruva} (km)	F _{cos(α)}	res(α)	F _{eff} (km)		
UTARA (N)	-20	0	0.00	0	0.940	0.000		
	-15	0	0.00	0	0.966			
	-10	0	0.00	0	0.985			
	-5	0	0.00	0	0.996			
	0	0	0.00	0	1.000			
	5	0	0.00	0	0.996			
	10	0	0.00	0	0.985			
	15	0	0.00	0	0.966			
	20	0	0.00	0	0.940			
	TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0.00	0		0.940	0.000
		-15	0	0.00	0		0.966	
-10		0	0.00	0	0.985			
-5		0	0.00	0	0.996			
0		0	0.00	0	1.000			
5		0	0.00	0	0.996			
10		0	0.00	0	0.985			
15		0	0.00	0	0.966			
20		0	0.00	0	0.940			
TIMUR (E)		-20	0	0.00	0	0.940	0.000	
		-15	0	0.00	0	0.966		
	-10	0	0.00	0	0.985			
	-5	0	0.00	0	0.996			
	0	0	0.00	0	1.000			
	5	0	0.00	0	0.996			
	10	0	0.00	0	0.985			
	15	0	0.00	0	0.966			
	20	0	0.00	0	0.940			
	TENGGARA (SE)	-20	0	0.00	0	0.940		0.000
		-15	0	0.00	0	0.966		
-10		0	0.00	0	0.985			
-5		0	0.00	0	0.996			
0		0	0.00	0	1.000			
5		0	0.00	0	0.996			
10		0	0.00	0	0.985			
15		0	0.00	0	0.966			
20		0	0.00	0	0.940			
SELATAN (S)		-20	0	0.00	0	0.940	1.062	
		-15	0	0.00	0	0.966		
	-10	0	0.00	0	0.985			
	-5	0	0.00	0	0.996			
	0	0	0.00	0	1.000			
	5	1,890	1.89	2	0.996			
	10	2,200	2.20	2	0.985			
	15	2,560	2.56	2	0.966			
	20	2,970	2.97	3	0.940			
	BARAT DAYA (SW)	-20	3,640	3.64	3	0.940		8.211
		-15	7,810	7.81	8	0.966		
-10		8,670	8.67	9	0.985			
-5		9,010	9.01	9	0.996			
0		8,980	8.98	9	1.000			
5		8,740	8.74	9	0.996			
10		8,500	8.50	8	0.985			
15		8,600	8.60	8	0.966			
20		9,690	9.69	9	0.940			
BARAT (W)		-20	20,010	20.01	19	0.940	151.928	
		-15	144,420	144.42	139	0.966		
	-10	182,060	182.06	179	0.985			
	-5	200,000	200.00	199	0.996			
	0	200,000	200.00	200	1.000			
	5	200,000	200.00	199	0.996			
	10	200,000	200.00	197	0.985			
	15	200,000	200.00	193	0.966			
	20	7,090	7.09	7	0.940			
	BARAT LAUT (NW)	-20	5,570	5.57	5	0.940		1.931
		-15	4,500	4.50	4	0.966		
-10		2,240	2.24	2	0.985			
-5		1,230	1.23	1	0.996			
0		970	0.97	1	1.000			
5		880	0.88	1	0.996			
10		820	0.82	1	0.985			
15		730	0.73	1	0.966			
20		610	0.61	1	0.940			
F _{eff} (total)						163.131		
F _{eff} (dominan)						151.928		

Gambar 4. Perhitungan Fetch Pantai Matani

4.2.1. Perhitungan Faktor Tegangan Angin Pantai Matani

Perhitungan faktor tegangan angin pantai Matani ditampilkan pada Tabel 3.

4.2.2. Perhitungan Faktor Tegangan Angin Pantai Lakban

Perhitungan faktor tegangan angin pantai Lakban ditampilkan pada Tabel 4.

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 2018 s/d 2022.

Tabel 3. Faktor Tegangan Angin Pantai Matani

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	1.1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_{10} = U$	RL	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$
2016						
Januari	SE	1.346	1.3	1.35	1.89	2.80
Februari	S	1.524	1.5	1.52	1.85	3.10
Maret	S	1.397	1.4	1.40	1.87	2.87
April	SE	2.064	2.1	2.06	1.72	3.90
Mei	S	1.838	1.8	1.84	1.8	3.64
Juni	S	2.221	2.2	2.22	1.71	4.18
Juli	S	2.373	2.4	2.37	1.69	4.41
Agustus	S	2.840	2.8	2.84	1.63	5.09
September	S	2.119	2.1	2.12	1.72	4.01
Oktober	SW	2.185	2.2	2.18	1.71	4.11
November	SW	2.471	2.5	2.47	1.68	4.57
Desember	W	2.978	3	2.98	1.61	5.27

Tabel 4. Faktor Tegangan Angin Pantai Lakban

Perhitungan Wind Stress Factor / Faktor Tegangan Angin					Z = ±	10
					RT	1,1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_z = U_z \left(\frac{1}{10} \right)^{1/2}$	RL	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$
2016						
Januari	S	1,914	1,9	1,91	1,79	3,77
Februari	SW	1,988	2	1,99	1,78	3,89
Maret	SE	2,010	2	2,01	1,78	3,94
April	S	1,327	1,3	1,33	1,89	2,76
Mei	S	1,295	1,3	1,29	1,89	2,69
Juni	SW	1,473	1,5	1,47	1,85	3,00
Juli	S	2,241	2,2	2,24	1,71	4,22
Agustus	S	2,706	2,7	2,71	1,65	4,91
September	SW	1,781	1,8	1,78	1,8	3,53
Oktober	SW	1,490	1,5	1,49	1,85	3,03
November	SW	1,314	1,3	1,31	1,89	2,73
Desember	W	1,645	1,6	1,64	1,84	3,33

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 Matani dan Pantai Lakban. Berdasarkan data sekunder yang ada, kemudian dilakukan perhitungan transformasi gelombang, berikut merupakan hasil tabulasi perhitungan transformasi gelombang pantai Matani.

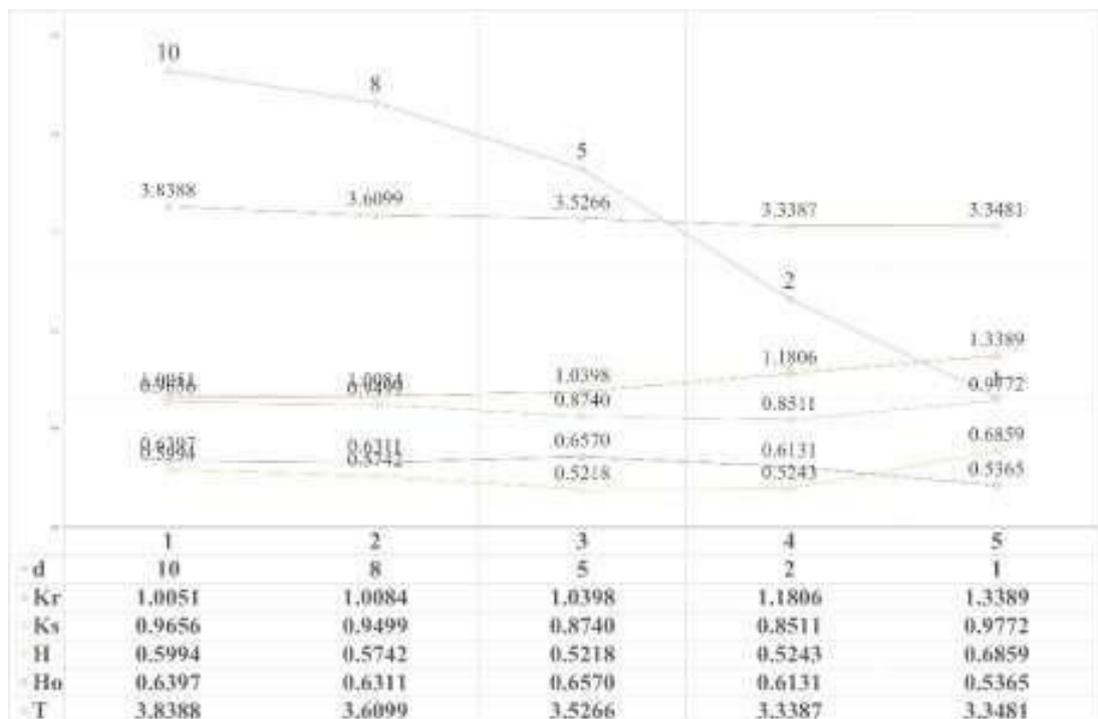
Tabel 5. Perhitungan *Shoaling* untuk Arah Barat

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
22.989	0.435	0.439	22.805	0.500	0.522	1.005	0.966	0.599
20.329	0.394	0.399	20.061	0.500	0.533	1.008	0.950	0.574
19.402	0.258	0.275	18.209	0.500	0.610	1.040	0.874	0.522
17.389	0.115	0.154	13.004	0.500	0.786	1.181	0.851	0.524
17.487	0.057	0.099	10.051	0.500	0.890	1.339	0.977	0.686

Tabel 6. Perhitungan Refraksi Untuk Arah Barat

a_0	d	H_0	T	L_0	d/L_0	d/L
45	10	0.618	3.839	22.989	0.4350	0.4385
44.5436	8	0.599	3.610	20.329	0.3935	0.3988
43.8063	5	0.574	3.527	19.402	0.2577	0.2746
40.5171	2	0.522	3.339	17.389	0.1150	0.1538
29.0679	1	0.524	3.348	17.487	0.0572	0.0995

L	C_0	C	$\sin a$	a	$\cos a_0/\cos a$	Kr
22.805	5.989	5.941	0.701	44.544	1.010	1.005
20.061	5.631	5.557	0.692	43.806	1.017	1.008
18.209	5.501	5.163	0.650	40.517	1.081	1.040
13.004	5.208	3.895	0.486	29.068	1.394	1.181
10.051	5.223	3.002	0.279	16.216	1.793	1.339

**Gambar 5.** Grafik Transformasi Gelombang

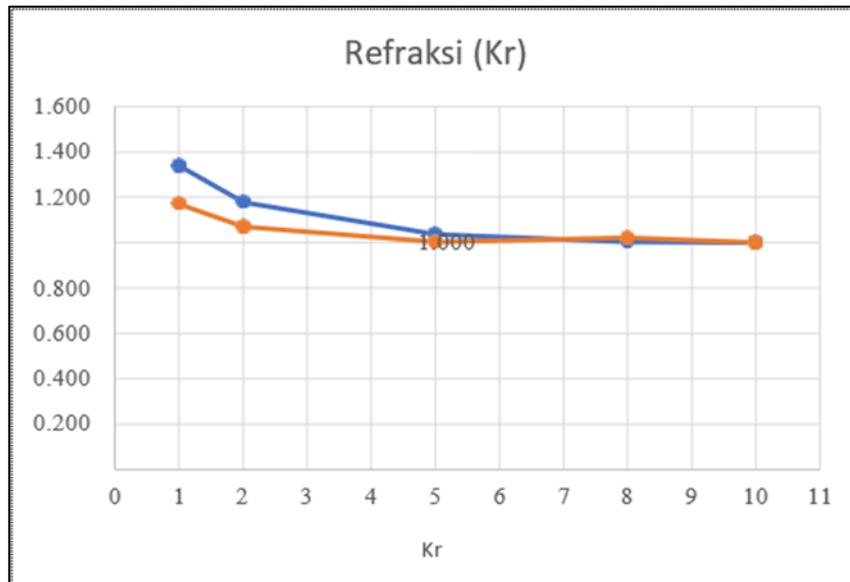
Gambar 5 menunjukkan bagaimana transformasi atau perubahan gelombang yang terjadi akibat pengaruh kedalaman. Berikut penjelasan tentang grafik di atas:

1. Pada proses Refraksi (Kr) di Gelombang mengalami perubahan arah karena pengaruh kedalaman dasar laut. Nilai Kr yang konstan menunjukkan perubahan arah yang konsisten;
2. Pada proses Shoaling (Ks), saat gelombang mendekati pantai atau area yang lebih dangkal, gelombang merambat dan tinggi gelombang meningkat, yang terlihat pada peningkatan nilai Ks dan H pada kedalaman 0,5 m;
3. Pada tinggi gelombang (H, H_0), menunjukkan tinggi gelombang yang sama, peningkatan tinggi gelombang hanya terjadi pada area yang dangkal atau pada kedalaman (d) 2 m dan puncaknya pada kedalaman (d) 0,5 m;
4. Periode gelombang (T), menunjukkan kondisi gelombang stabil kecuali pada area yang lebih dangkal yaitu pada kedalaman (d) 0,5 m.

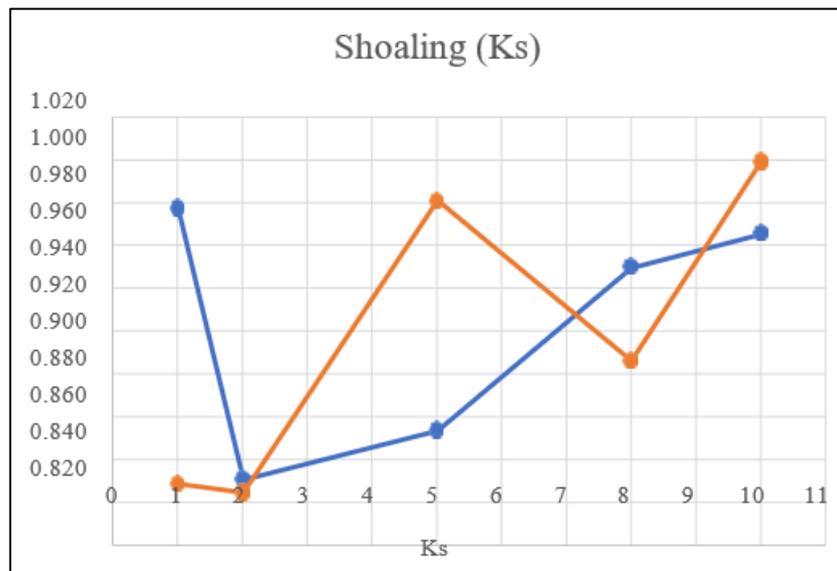
Pada umumnya, grafik analisa tersebut menunjukkan bahwa pada area yang lebih dangkal mempunyai perubahan yang signifikan karena pengaruh kedalaman.

4.5. Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Matani Satu dan Pantai Lakban

Berdasarkan hasil transformasi gelombang pada pantai Matani dan pantai Lakban, dilakukan analisis perbandingan pengaruh kedalaman dari kedua pantai tersebut yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Matani dan Pantai Lakban Berdasarkan Refraksi (Kr)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Pengaruh Kedalaman Pantai Matani dan Pantai Lakban Berdasarkan Shoaling (Ks)

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis serta berdasarkan data sekunder yang digunakan, perbedaan Transformasi gelombang yang terjadi dipantai Matani dan pantai Lakban adalah sebagai berikut.

1. Proses refraksi (Kr) di kedua pantai menunjukkan peningkatan dengan berkurangnya kedalaman, namun dengan pola yang berbeda. Pantai Matani menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan Pantai Lakban.
2. Pada proses Shoaling (Ks) kedua pantai menunjukkan variasi nilai Ks seiring dengan perubahan kedalaman, namun dengan pola yang berbeda, nilai Ks menunjukkan bagaimana gelombang mengalami perubahan saat mendekati pantai. Pantai Matani cenderung memiliki perubahan

- bathimetri yang menyebabkan penumpukan energi yang lebih tajam sebelum gelombang mencapai pantai, sedangkan Pantai Lakban memiliki perubahan yang lebih bertahap.
3. Pada tinggi gelombang (H) dan tinggi gelombang signifikan (H_0) pantai Matani cenderung lebih besar dibanding pantai Lakban.
 4. Tinggi gelombang pecah (H_b) yang terjadi pada pantai Matani lebih besar dibandingkan tinggi gelombang pecah pada pantai Lakban.
 5. Gelombang pecah pada kedalaman (db) yang terjadi pada pantai Matani mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan berkurangnya kedalaman dibandingkan dengan pantai Lakban yang hanya mengalami fluktuasi sampai gelombang pecah.

Referensi

- Moses Liunsanda, J. D. Mamoto, A. K. T. Dundu, Perencanaan bangunan pengaman pantai di Pantai Pal Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.5 No.9 November 2017 (613-623) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Chandrika Mulyabakti M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, Analisis karakteristik gelombang dan pasang surut pada daerah pantai paal kecamatan likupang timur kabupaten minahasa utara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.4 No.9 September 2016 (585-594) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Agitha P. Kurniawan M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, Analisis Data Pasang Surut Di Pantai Sindulang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik* Vol.7 No.5 Mei 2019 (567-574) ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Chintia J. Wauran, Jeffry D. Mamoto, M. Ihsan Jasin, Analisis Kerusakan Sistem Wilayah Pantai Likupang Di Kabupaten Minahasa Utara. Volume 21, No. 86, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ratna Parauba, M. Ihsan Jasin, Jeffrey. D. Mamoto, Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Di Pantai Niampak Utara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.4 No.10 Oktober 2016 (595-603) ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Isdina Fadila Umpel, Jeffry D. Mamoto, M. Ihsan Jasin, Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Matani Satu, *Jurnal Sipil Statik* Vol.3 No.9 September 2015 (651-661) ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Cicilia G. Sumaraw, Jeffry D. Mamoto, Ariestides K. T. Dundu, Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Makatana Kecamatan Likupang Timur. Volume 22, No. 87, Tahun 2024 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado.
- O. B. A. Sompie, Ariestides K. T. Dundu, M. Ihsan Jasin, Alternatif Pengaman Pantai Wisata Di Kawasan Ekonomi Khusus Likupang Sulawesi Utara. Volume 21, No. 84, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado.
- Faron V. H. Sumampouw, Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasin, Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat. Volume 21, No. 85, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617. Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam ratulangi, Manado.
- Injilia Christy Mamanua, Tommy Jansen, A. K. T. Dundu, Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Pada Daerah Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.5 No.6 Agustus 2017 (335-344) ISSN: 2337-6732. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Aya Duck. Gelombang. http://www.academia.edu/3250863/Gelombang_Laut, diakses Desember 2015.
- CERC. 1984. Shore Protection Manual. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.
- Hadikusumah. Karakteristik Gelombang Dan Arus Di Eretan, Indramayu.
- Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta. Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan. ITB. Bandung.
- Modul 1 Admiralty. www.academia.edu/7203382/Modul_1_Admiralty diakses february 2016.
- Musrifin. Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Mesjid Dumai. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Universitas Riau.
- Novian Sangkop, 2015. "Analisis Pasang Surut di Panai Bulu Rere Kecamatan Kombi Kabupaen Minahasa Dengan Metode Admiralty", Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Pengolahan Data Pasang Surut Dengan Metode Admiralty. Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id diakses Januari 2016.
- Samulano, I. 2012. Refraksi Dan Difraksi Gelombang Laut Di Daerah Dekat Pantai Pariaman. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.