



Analisis Perubahan Garis Pantai pada Desa Liang serta Alternatif Penanggulangannya

^{1,*} Gilbert Wullur Sutrahitu, ² Mansye Ronal Ayal

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia
Corresponding Author: *gilbertsutrahitu@gmail.com

Abstract

Liang Village Beach is an area located in the north of Ambon Island, with great marine tourism potential. However, the coastal part of this village experienced erosion marked by the resignation of the coastline and the erosion of agricultural land. This study aims to find out, analyze erosion and coastline changes using the CERC method. The variables observed are the distribution of sediment particles and the pattern of coastline changes, so that it can be estimated the area affected by sedimentation and erosion in the range of 1, 5, and 10 years in the future. The data used are data on the initial coastline, coastal slope, specific gravity of seawater (1.025 tons/m^3) and gravity of the earth (g) (9.81 m/s^2). The wave data required in numerical calculations consist of the height of the rupture wave (H_b), the depth of the ruptured wave (db), the rapid propagation of the ruptured wave (C_b), and the angle of incidence of the ruptured wave (α_b). Based on numerical calculations, the change in the coastline of 1 year, 5 years and 10 years is the retreat of the coastline (erosion) that occurred on the coast of Liang Village. The changes that occur are caused by waves that are more dominant for the northwest and north, causing erosion along the coast, therefore there is a need for alternative countermeasures such as Revetment to prevent further erosion and accretion on the coast of Liang Village.

Keywords: erosion, waves, accretion, beach, CERC

Abstrak

Pantai Desa Liang merupakan daerah yang terletak di utara pulau Ambon, dengan potensi wisata lautnya yang besar. Namun disebagian pantai desa ini mengalami erosi ditandai dengan pengunduran garis pantai dan penggerusan lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, menganalisa erosi dan perubahan garis pantai dengan metode CERC. Variabel yang diamati berupa distribusi partikel sedimen dan pola perubahan garis pantai, sehingga dapat diperkirakan wilayah yang terkena sedimentasi dan erosi dalam rentang 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun kedepan. Data yang digunakan adalah berupa data garis pantai awal, kemiringan pantai, berat jenis air laut ($1,025 \text{ ton/m}^3$) dan gravitasi bumi (g) ($9,81 \text{ m/s}^2$). Data gelombang yang diperlukan dalam perhitungan numerik terdiri dari tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman gelombang pecah (db), cepat rambat gelombang pecah (C_b), dan sudut datang gelombang pecah (α_b). Berdasarkan perhitungan numerik perubahan garis pantai 1 tahun, 5 tahun dan 10 tahun adalah mundurnya garis pantai (erosi) cenderung terjadi di pantai Desa Liang. Perubahan yang terjadi diakibatkan oleh gelombang yang lebih dominan untuk arah barat laut dan utara sehingga menyebabkan erosi di sepanjang pantai, maka dari itu perlu adanya alternatif penanggulangan seperti *revetment* untuk mencegah semakin terjadinya erosi dan akresi di pantai Desa Liang.

Kata kunci: erosi, gelombang, akresi, pantai, CERC

1. Pendahuluan

Maluku merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terdiri dari beberapa pulau. Ambon sebagai ibu kota provinsi, sebagian

besar desa-desa di pulau Ambon berada di pesisir pantai dan hal itu tidak terlepas dari berbagai masalah yang berhubungan dengan pengaruh proses hidro-oseanografi yang terjadi di laut dan dapat menimbulkan hempasan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, serta perubahan iklim [1] [2], terutama pada Desa Liang Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. Sejalan dengan makin berkembangnya daerah ini, berbagai permasalahan mulai timbul dikarenakan pengunduran garis pantai yang mengancam lahan pemukiman, rumah ibadah, lahan perkebunan [3], serta jalan penghubung antara Desa Liang dan Desa Morela yang semakin dekat dengan wilayah pesisir pantai yang sudah tererosi oleh gelombang air laut.

Ditinjau dari observasi yang dilakukan secara langsung, kerusakan yang terjadi pada kawasan pantai Desa Liang kurang lebih sepanjang 200 m dan tinggi kerusakan pun berbeda-beda. Jika dilihat dari sisi kerusakan karena abrasi, maka tinggi kerusakan terjadi antara 0,5 m sampai 1,7 m. Jika kondisi ini berlangsung seterusnya dan tidak ada antisipasi, maka hal ini akan mengakibatkan semakin mundurnya garis pantai dan makin parahnya kerusakan lingkungan pada kawasan Desa Liang, yang merupakan daerah perkebunan dan pemukiman [4].

Dalam keadaan tersebut dibutuhkan adanya solusi atau cara menanggulangi permasalahan kerusakan pantai, akibat terjangan gelombang yang terjadi [5] [6]. Terkait dengan paparan masalah di atas, maka judul yang diangkat dalam penulisan artikel ini yaitu "Analisis Perubahan Garis Pantai Pada Desa Liang Serta Alternatif Penanggulangannya."

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif, yang akan mampu

menangkap dan mengungkapkan sejumlah solusi potensial atas permasalahan yang dihadapi dengan cara menyimpulkan data, menyusun dan menganalisis secara matematis, kemudian mengklarifikasi melalui berbagai metode pengumpulan data [6] [7], pada lokasi penelitian di kawasan pantai Desa Liang. Adapun secara umum proses pengerjaannya meliputi [8] [9]: 1) Studi literatur: studi dan pengumpulan literatur sebagai bahan-bahan acuan dan sumber teori- teori yang diperlukan dalam analisa kerusakan dan perencanaan alternatif penanggulangannya; 2) Kegiatan persiapan: kegiatan persiapan ini adalah berupa pengumpulan data hidroceanografi yang meliputi data angin; 3) Peramalan gelombang: proses ini meliputi perhitungan: pembuatan *windrose*, koreksi angin dan *wave design*, periode ulang dan gelombang pecah; dan 4) *Lay out*: proses ini adalah berupa gambar perubahan garis pantai.

2.1. Durasi dan Lokasi Penelitian

Memerlukan waktu satu bulan untuk melakukan penelitian ini dan mengumpulkan semua data dan informasi yang benar dan diperlukan. Sedangkan lokasi penelitian yang akan diambil datanya berada di kawasan pesisir Desa Liang di Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah.



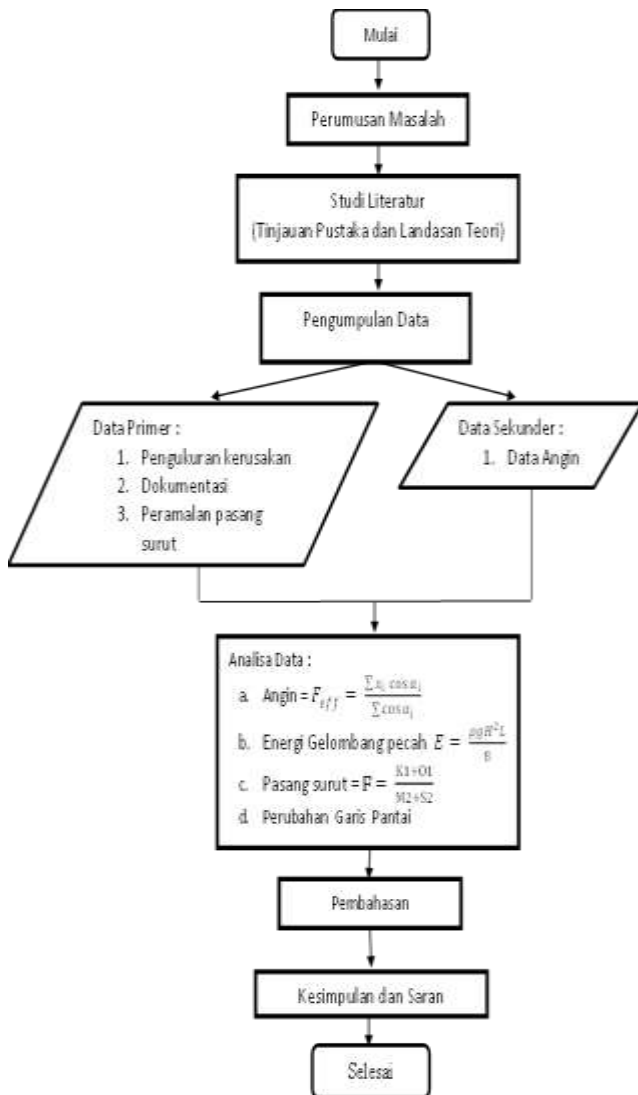
Gambar 1. Peta Pulau Ambon dan bintang kuning merupakan lokasi penelitian

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

2.2. Skema Penelitian

Skema penelitian dapat dilihat melalui gambar di bawah ini.



Gambar 2. Skema Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Pasang Surut

Pasang Surut Air Laut adalah peristiwa perubahan tinggi rendahnya permukaan laut yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi benda-benda astronomi, terutama matahari dan bulan. [5]. Data ini sangat dibutuhkan agar dapat mengetahui kedudukan permukaan air laut dan

pola pasang surut yang terjadi pada lokasi yang ditinjau.

Penelitian pasang surut dilakukan di pantai Desa Liang selama 15 hari. Pasang surut di pantai Desa Liang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Tipe pasang surut tersebut adalah campuran condong ke harian ganda [7]. Dari hasil survei pasang surut di lokasi penelitian, menunjukkan bahwa jarak terjauh dari elevasi muka air pada saat surut terendah dari titik 0 (titik yang sudah ditentukan sebelumnya) sejauh 92,9 m, sedangkan jarak elevasi muka air pada saat pasang tertinggi tepat pada titik 0.

3.2. Analisis Angin

Angin dapat menimbulkan terjadi arus dan gelombang baik di laut maupun di sungai [2]. Demikian dalam menganalisa perubahan garis pantai pada lokasi tertentu, data angin pada lokasi yang ditinjau perlu diketahui [1].

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin harian yang diperoleh dari stasiun Meteorologi dan Geofisika Pattimura Ambon selama 10 tahun dari tahun 2008-2017. Data yang diperoleh dalam bentuk derajat dan sesuaikan dalam bentuk arah penjuror mata angin yaitu Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut dengan hasil perhitungan seperti terlihat pada Tabel 1 [10] dan 2.

Desa Liang adalah desa yang terletak di utara Pulau Ambon yang berhadapan langsung dengan Pulau Seram dan juga dengan arah angin utara. Maka dari itu arah mata angin dominan yang mengakibatkan gelombang pecah pada Desa Liang adalah arah Barat Laut, Utara, dan Timur Laut.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

Tabel 1. Jumlah Hari Kejadian Rata-Rata Angin Tahun 2008-2017

Arah	Kecepatan (Knot)					Jumlah
	0-2	3-5	6-8	9-11	12-14	
Timur	2	28	6	1	0	37
Barat	2	34	1	0	0	37
Utara	40	1273	73	2	1	1389
Selatan	5	323	64	3	0	395
Timur Laut	2	48	0	0	0	50
Barat Daya	6	289	26	1	0	322
Tenggara	7	370	141	6	1	525
Barat Laut	11	743	30	0	0	784
Tidak Tercatat	17	97	0	0	0	114
Total						3653

Berdasarkan data angin pada tabel di atas dapat dilihat jumlah hari berangin terbanyak adalah angin yang bertiup dari arah utara dengan jumlah 1389 hari dan jumlah hari berangin tersedikit adalah arah angin yang bertiup dari arah timur dan barat yang memiliki jumlah yang sama yaitu 37 hari dalam kurun waktu 10 tahun yaitu dari tahun 2008–2017.

3.3. Analisis Gelombang

Saat ada hembusan angin di atas badan air yang tenang, permukaan air akan terganggu. Pertama-tama, gelombang kecil akan terbentuk jika ada hembusan angin di atas permukaan air, dan semakin lama angin bertiup, semakin besar gelombang yang didapat dan menimbulkan kerusakan. Besarnya gelombang akan berubah seiring dengan meningkatnya kecepatan angin (U), lama hembusan angin (t), panjang *fetch* (F) serta arah datangnya angin sangat menentukan tinggi dan periode gelombang yang terbentuk [2].

Panjang *fetch* merupakan jarak pengaruh hembusan angin yang dapat menimbulkan gelombang yang diukur mulai dari titik lokasi yang akan ditinjau sampai dengan daratan yang mengelilingi daerah pembangkit gelombang berdasarkan arah angin [1]. Penentuan panjang *fetch* dilakukan sebagai berikut [2]:

- Menggunakan peta dengan akurasi skala yang baik.
- Pada setiap interval 3° kemudian tarik garis *fetch*.
- Panjang garis *fetch* diukur mulai dari lokasi peramalan gelombang sampai ke daratan ujungnya.
- Setiap garis ambil di dalam lingkup efek arah angin diarahkan ke arah itu.
- Dengan membagi total panjang garis yang diproyeksikan dengan cosinus sudut, panjang efektif garis ambil dapat dihitung.

Tabel 2. Perhitungan *Fetch* Untuk Arah Barat Laut

No	Sudut α	Cos α	Panjang <i>Fetch</i> (Xi)		Xi Cos α	Perhitungan <i>fetch</i> Efektif
			cm	m		
1	21	0.9336	3.35	26800	25019.96	
2	18	0.9511	3.3	26400	25107.89	
3	15	0.9659	3.4	26400	25500.44	
4	12	0.9781	3.2	27200	26605.61	
5	9	0.9877	3.3	25600	25284.82	
6	6	0.9945	3.4	26400	26255.38	29743.
7	3	0.9986	3.6	27200	27162.72	462
8	0	1.0000	3.8	28800	28800.00	
9	3	0.9986	3.9	30400	30358.34	
10	6	0.9945	2.8	31200	31029.08	
11	9	0.9877	4.4	22400	22124.22	
12	12	0.9781	4.5	35200	34430.80	

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

13	15	0.9659	4.8	360 00	34773. 33
14	18	0.9511	4.8	384 00	36520. 57
15	21	0.9336	3.5	384 00	35849. 49
Total		14.619		43482 2.65	

Tabel 3. Perhitungan *Fetch* Untuk Arah Utara

No	Sudut α	Cos α	Panjang <i>Fetch</i> (Xi)		Xi Cos α	Perhitungan <i>gan fetch Efektif</i>
			C m	M		
1	21	0.9336	3.4	272	25393.	
2	18	0.9511	3.3	268	25488.	
3	15	0.9659	3.3	264	25500.	
4	12	0.9781	3.4	272	26605.	
5	9	0.9877	3.4	272	26865.	
6	6	0.9945	3.3	264	26255.	
7	3	0.9986	3.2	256	25564.	
8	0	1.0000	2.8	224	22400.	21696.20
9	3	0.9986	2.6	208	20771.	1
10	6	0.9945	2.3	184	18299.	
11	9	0.9877	2	160	15803.	
12	12	0.9781	2	160	15650.	
13	15	0.9659	1.9	152	14682.	
14	18	0.9511	1.9	152	14456.	
15	21	0.9336	1.8	144	13443.	
Total		14.619		317178 .94		

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh *fetch* efektif dari semua arah dominan di lokasi penelitian yaitu, arah Barat Laut dengan *fetch* efektif 29743.46 m, arah Utara dengan *fetch* efektif 21696.20 m, dan untuk arah Timur Laut dengan *fetch* efektif 12816.01 m.

3.4. Penentuan Tinggi Gelombang

Untuk menentukan tinggi gelombang signifikan (Hs), periode gelombang (Ts), diperoleh dengan cara memasukan nilai *wind stress*

factor (U_A), panjang *fetch* efektif (Feff) kedalam persamaan di bawah ini [3].

$$a. U_A = 0,71 \cdot U^{1,23} \text{ dt} \quad (1)$$

$$b. H_s = 5,12 \times 10^{-4} \cdot U_A \cdot F^{1/3} \text{ (m)} \quad (2)$$

$$c. T_s = 6,23 \times 10^{-2} (U_A \cdot F)^{1/2} \text{ (dtk)} \quad (3)$$

Kecepatan angin yang diberikan dalam satuan *knot*, diubah dalam satuan meter per detik di mana 1 *knot* sama dengan 1 mil per jam atau 0,515 m/det. Hasil dari penentuan tinggi gelombang dan periode gelombang sesuai lokasi penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Gelombang Untuk Arah Barat Laut

N o	U (kn ot)	U (m/ dt)	Uw	U _A	Feff (m)	Hs (m)	Ts (det)
1	3	1.5	2.7	2.49	29743.	0.2	2.52
		45	81	819	46	2	
2	6	3.0	4.9	5.06	29743.	0.4	3.19
		90	44	961	4618	5	
3	9	4.6	6.9	7.71	29743.	0.6	3.66
		35	53	066	4618	8	
4	12	6.1	8.0	9.21	29743.	0.8	3.88
		80	34	138	4618	1	
5	15	7.7	9.2	10.9	29743.	0.9	4.11
		25	70	8415	4618	7	
6	18	9.2	11.	13.7	29743.	1.2	4.43
		70	124	4546	4618	1	
7	21	10.	11.	14.9	29743.	1.3	4.55
		815	897	2877	4618	2	

Tabel 5. Hasil Perhitungan Gelombang Untuk Arah Utara

N o	U (kn ot)	U (m/ dt)	Uw	U _A	Feff (m)	Hs (m)	Ts (det)
1	3	1.5	2.7	2.49	12816.	0.1	1.91
		45	81	819	0112	45	
2	6	3.0	4.9	5.06	12816.	0.2	2.41
		90	44	961	0112	93	
3	9	4.6	6.9	7.71	12816.	0.4	2.77
		35	53	066	0112	46	
4	12	6.1	8.0	9.21	12816.	0.5	2.94
		80	34	138	0112	33	
5	15	7.7	9.2	10.9	12816.	0.6	3.12
		25	70	8415	0112	36	
6	18	9.2	11.	13.7	12816.	0.7	3.35
		70	124	4546	0112	95	
7	21	10.	11.	14.9	12816.	0.8	3.45
		815	897	2877	0112	64	

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

Tabel 6. Hasil Perhitungan Gelombang Untuk Arah Timur Laut

No	U		Uw	UA	Feff (m)	Hs (m)	Ts (det)
	(kn ot)	(m/ dt)					
1	3	1.5	2.7	2.49	21696	0.1	2.27
		45	81	819	.201	88	
2	6	3.0	4.9	5.06	21696	0.3	2.87
		90	44	961	.201	82	
3	9	4.6	6.9	7.71	21696	0.5	3.30
		35	53	066	.201	81	
4	12	6.1	8.0	9.21	21696	0.6	3.50
		80	34	138	.201	94	
5	15	7.7	9.2	10.9	21696	0.8	3.71
		25	70	8415	.201	27	
6	18	9.2	11.	13.7	21696	1.0	3.99
		70	124	4546	.201	35	
7	21	10.	11.	14.9	21696	1.1	4.10
		815	897	2877	.201	24	

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode gelombang (Ts) dari semua arah dominan di lokasi penelitian yaitu, untuk arah Barat Laut

tinggi gelombang signifikan 1,32 m dengan periode gelombang 4,55 dt, arah Utara tinggi gelombang signifikan 0,86 m dengan periode gelombang 3,45 dt, serta arah Timur Laut tinggi gelombang signifikan 1,12 m dengan periode gelombang 4,10 dt.

3.5. Analisis Refraksi, Shoaling, dan Gelombang Pecah

Berdasarkan nilai tinggi gelombang nilai tinggi gelombang signifikan gelombang (Ts) di atas maka, dapat dihitung refraksi gelombang dengan memasukan kedalaman (d) 3 m jarak antara rerata muka air dan dasar laut didaerah gelombang pecah (*breaker zone*), dapat dilihat pada tabel 7, tabel 8 dan tabel 9 di bawah ini:

Tabel 7. Perhitungan Refraksi, Shoaling, dan Gelombang Pecah Arah Barat Laut

Hs	T	d	Lo	Co	d/Lo	d/L	L	C	sin i	i	kr	no	k	n	ks	H'o	Hb	db	cb	Lb
0.22	2.52	3.0	9.93 9	3.93 9	0.30 2	0.31 39	9.55 7	3.78 8	- 0.32 9	- 19.2 00	0.51 5	0.5	0.65 75	0.57 64	0.94 98	0.10 76	0.17 22	0.15 84	1.24 67	0.49 41
0.45	3.19	3.0	15.8 58	4.97 6	0.18 9	0.21 59	13.8 97	4.36 1	- 0.30 0	- 17.4 44	0.51 2	0.5	0.45 21	0.68 08	0.91 54	0.20 94	0.33 51	0.30 83	1.73 91	0.54 57
0.68	3.66	3.0	20.1 99	5.71 4	0.14 3	0.17 75	16.9 05	4.61 9	- 0.27 6	- 16.0 51	0.51 0	0.5	0.37 17	0.74 26	0.91 26	0.31 64	0.50 63	0.46 58	2.13 76	0.58 41
0.81	3.88	3.0	23.5 16	6.05 9	0.12 8	0.16 49	18.1 94	4.68 8	- 0.26 5	- 15.3 44	0.50 9	0.5	0.34 53	0.76 51	0.91 90	0.38 00	0.60 80	0.55 94	2.34 25	0.60 36
0.97	4.11	3.0	26.4 12	6.42 2	0.11 4	0.15 30	19.6 08	4.76 7	- 0.25 4	- 14.7 09	0.50 8	0.5	0.32 04	0.78 73	0.92 49	0.45 54	0.72 86	0.67 03	2.56 43	0.62 35
1.21	4.43	3.0	30.6 26	6.91 5	0.09 8	0.13 92	21.5 52	4.86 6	- 0.24 1	- 13.9 27	0.50 8	0.5	0.29 15	0.81 37	0.93 45	0.57 47	0.91 95	0.84 60	2.88 08	0.65 05
1.32	4.55	3.0	32.3 4	7.10 6	0.09 3	0.13 48	22.2 55	4.89 0	- 0.23 5	- 13.6 13	0.50 7	0.5	0.28 23	0.82 22	0.94 01	0.62 75	1.00 40	0.92 37	3.01 02	0.66 14

Keterangan: $g = 9.81$ adalah percepatan gravitasi (m/dt^2); $\phi_0 = 340$ adalah sudut datang gelombang laut dalam ($^\circ$); $Lo = gT^2/2\pi$ adalah panjang gelombang laut dalam (m); $Co = gT^2/2\pi$ adalah cepat rambat gel. laut dalam (m/dt); $L = d/(d/L)$ adalah panjang gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $k = 2\pi/L$ adalah angka gelombang; $C = L/T$ adalah cepat rambat gel. pada kedalaman yang ditinjau (m/dt); $\sin \phi = C/Co \times \sin \phi_0$; $Kr = (\cos \phi_0 / \cos \phi)^{0.5}$ adalah koefisien refraksi; $n = 0.5(1+(2kd/\sinh(2kd)))$; $Ks = (n_0 \cdot L_0/n \cdot L)$ adalah koefisien shoaling; $Hs = Hs_0 \cdot Kr \cdot Ks$ adalah tinggi gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $m = 0.05$ adalah kemiringan.

Tabel 8. Perhitungan Refraksi, Shoaling, dan Gelombang Pecah Arah Utara

Hs	T	d	Lo	Co	d/Lo	d/L	L	C	sin i	i	kr	no	k	n	ks	H'o	Hb	db	cb	Lb
0.14	1.91	3.0	5.70 2	2.98 4	0.52 6	0.52 73	5.69 7	2.97 7	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	1.10 4	0.50 9	0.99 2	0.14 3	0.23 0	0.21 1	1.43 9	0.75 3
0.29	2.41	3.0	9.09 6	3.76 9	0.33 0	0.33 94	8.84 1	3.66 1	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.71 1	0.56 0	0.95 9	0.28 1	0.45 0	0.41 4	2.01 5	0.83 5

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

0.45	2.77	3.0	11.9 97	4.32 8	0.25 0	0.26 78	11.2 0	4.04 1	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.56 1	0.61 6	0.93 2	0.41 6	0.66 5	0.61 2	2.45 1	0.88 4
0.53	2.94	3.0	13.4 9	4.58 9	0.22 2	0.24 37	12.3 1	4.18 8	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.51 0	0.64 4	0.92 3	0.49 2	0.78 7	0.72 4	2.66 5	0.90 7
0.64	3.12	3.0	15.1 5	4.86 4	0.19 8	0.22 34	13.4 3	4.31 1	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.46 8	0.67 0	0.91 8	0.58 3	0.93 3	0.85 9	2.90 2	0.93 2
0.80	3.35	3.0	17.5 7	5.23 8	0.17 1	0.20 08	14.9 4	4.45 4	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.42 1	0.70 4	0.91 4	0.72 7	1.16 3	1.07 0	3.24 0	0.96 6
0.86	3.45	3.0	18.5 5	5.38 2	0.16 2	0.19 33	15.5 2	4.50 2	0.00 0	0.00 0	1.00 0	0.5	0.40 5	0.71 6	0.91 4	0.79 0	1.26 3	1.16 2	3.37 7	0.97 9

Keterangan: $g = 9.81$ adalah percepatan gravitasi (m/dt^2); $\phi_0 = 340$ adalah sudut datang gelombang laut dalam ($^\circ$); $L_0 = gT^2/2\pi$ adalah panjang gelombang laut dalam (m); $C_0 = gT^2/2\pi$ adalah cepat rambat gel. laut dalam (m/dt); $L = d/(d/L)$ adalah panjang gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $k = 2\pi/L$ adalah angka gelombang; $C = L/T$ adalah cepat rambat gel. pada kedalaman yang ditinjau (m/dt); $\sin \phi = C/C_0 \times \sin \phi_0$; $Kr = (\cos \phi_0 / \cos \phi)^{0.5}$ adalah koefisien refraksi; $n = 0.5(1+(2kd/\sinh(2kd)))$; $K_s = (n_0 \cdot L_0/n \cdot L)$ adalah koefisien shoaling; $H_s = H_{s0} \cdot Kr \cdot K_s$ adalah tinggi gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $m = 0.05$ adalah kemiringan.

Tabel 9. Perhitungan Refraksi, Shoaling, dan Gelombang Pecah Arah Timur Laut

Hs	T	d	Lo	Co	d/Lo	d/L	L	C	sin i	i	kr	no	k	n	ks	H'o	Hb	db	cb	Lb
0.18 8	2.27 4	3.0	8.07	3.55 0	0.37 1	0.37 84	7.92 8	3.48 7	0.41 5	24.5 29	0.27 1	0.5	0.79 3	0.45 1	0.97 0	0.05 0	0.07 9	0.07 3	0.84 6	0.37 2
0.38 2	2.87 2	3.0	12.8 8	4.48 4	0.23 3	0.25 31	11.8 53	4.12 8	0.38 9	22.8 96	0.27 0	0.5	0.53 0	0.63 2	0.92 7	0.09 5	0.15 3	0.14 0	1.17 4	0.40 9
0.58 1	3.29 8	3.0	16.9 8	5.14 9	0.17 7	0.20 58	14.5 77	4.42 0	0.36 3	21.2 72	0.26 8	0.5	0.43 1	0.69 6	0.91 5	0.14 2	0.22 8	0.21 0	1.43 4	0.43 5
0.69 4	3.49 7	3.0	19.1 0	5.46 0	0.15 7	0.18 91	15.8 65	4.53 6	0.35 1	20.5 5	0.26 7	0.5	0.39 6	0.72 3	0.91 3	0.16 9	0.27 1	0.24 9	1.56 4	0.44 7
0.82 7	3.70 6	3.0	21.4 5	5.78 7	0.14 0	0.17 49	17.1 53	4.62 8	0.33 8	19.7 54	0.26 7	0.5	0.36 6	0.74 7	0.91 5	0.20 2	0.32 3	0.20 7	1.70 7	0.46 1
1.03 5	3.99 1	3.0	24.8 7	6.23 1	0.12 1	0.15 89	18.8 80	4.73 1	0.32 1	18.7 13	0.26 6	0.5	0.33 3	0.77 6	0.92 1	0.25 4	0.40 6	0.37 3	1.91 3	0.47 9
1.12 4	4.10 1	3.0	26.2 6	6.40 3	0.11 4	0.15 30	19.6 08	4.78 1	0.31 6	18.3 93	0.26 6	0.5	0.32 0	0.78 7	0.92 2	0.27 5	0.44 1	0.40 5	1.99 4	0.48 6

Keterangan: $g = 9.81$ adalah percepatan gravitasi (m/dt^2); $\phi_0 = 340$ adalah sudut datang gelombang laut dalam ($^\circ$); $L_0 = gT^2/2\pi$ adalah panjang gelombang laut dalam (m); $C_0 = gT^2/2\pi$ adalah cepat rambat gel. laut dalam (m/dt); $L = d/(d/L)$ adalah panjang gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $k = 2\pi/L$ adalah angka gelombang; $C = L/T$ adalah cepat rambat gel. pada kedalaman yang ditinjau (m/dt); $\sin \phi = C/C_0 \times \sin \phi_0$; $Kr = (\cos \phi_0 / \cos \phi)^{0.5}$ adalah koefisien refraksi; $n = 0.5(1+(2kd/\sinh(2kd)))$; $K_s = (n_0 \cdot L_0/n \cdot L)$ adalah koefisien shoaling; $H_s = H_{s0} \cdot Kr \cdot K_s$ adalah tinggi gelombang pada kedalaman yang ditinjau (m); $m = 0.05$ adalah kemiringan.

Berdasarkan hasil perhitungan maka, analisa refraksi dan tinggi gelombang terbesar untuk setiap arah di sajikan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 10. Hasil Analisa Refraksi Gelombang

Arah	Tinggi Refraksi Gelombang (H'o)	Tinggi Gelombang pecah (Hb)	Kedalaman Gelombang Pecah (db)	Celerity Gelombang Pecah (Cb)	Panjang Gelombang Pecah (Lb)
Barat Laut	0.62 m	1 m	0.92 m	3.01 m/det	0.66 m
Utara	0.79 m	1.26 m	1.16 m	3.37 m/det	0.97 m
Timur Laut	0.27 m	0.44 m	0.4 m	1.99 m/det	0.48 m

3.6. Analisis Perubahan Garis Pantai

Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan metode CERC (Coastal Engineering Research Center) yaitu metode untuk memprediksi dan menghitung daerah

yang mengalami erosi dan sedimentasi karena adanya transport sedimen akibat gelombang yang sampai di pantai dengan metode ini kita dapat mengetahui transport sedimen total, dengan memakai program Excel 2010. Untuk pemodelan perubahan garis pantai maka

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

asumsi dasar yang dipakai adalah sebagai berikut [8]:

- Data topografi pantai, data gelombang (periode, tinggi dan arah gelombang), serta koordinat garis pantai. Pada perhitungan ini arah gelombang yang dipakai adalah arah Barat Laut, Utara, dan Timur Laut.
- Kontur kedalaman dianggap paralel untuk membentuk sudut 340° terhadap arah Barat Laut dari mata angin, 360° terhadap arah Utara dan 25° untuk arah Timur Laut.
- Data gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah yang dipakai berdasarkan hasil analisis refraksi dan *shoaling* gelombang pada tabel 7, tabel 8, dan tabel 9.
- Lokasi pada pantai Desa Liang adalah merupakan pantai yang landai dengan kemiringan rata-rata 0,05.

e. Lokasi pantai Desa Liang yang ditinjau mempunyai panjang garis pantai sepanjang 380 m yang dibagi menjadi 38 pias, dengan tiap panjang pias (Δx) adalah 10 m.

Dalam perhitungan perubahan garis pantai data yang diperlukan adalah data gelombang pecah meliputi: tinggi gelombang pecah (H_b), kedalaman gelombang pecah (db), *celerity* gelombang pecah (cb), dan sudut gelombang pecah [2]. Semua data ini diambil berdasarkan hasil perhitungan *shoaling* dan refraksi gelombang maksimum untuk arah dominan Barat Laut, Utara, dan Timur Laut.

Dari hasil perubahan garis pantai berdasarkan koordinat tiap-tiap pias untuk jangka waktu 1 tahun, menunjukkan terjadinya erosi dan akresi, erosi terbesar terjadi pada pias ke 25 yang besarnya adalah $-0,0474$ m sedangkan akresi terbesar terjadi pada pias ke 13 yang besarnya adalah $0,0105$ m.



Gambar 3. Perubahan Garis Pantai Desa Liang Dalam 1 Tahun

Untuk jangka waktu 5 tahun menunjukkan terjadinya erosi dan akresi. Erosi terbesar terjadi pada pias ke-13 yang besarnya adalah $-0,270$ m dan untuk akresi terbesar terjadi pada

pias ke-1 yang besarnya adalah $0,115$ m. Sedangkan untuk jangka waktu 10 tahun erosi terbesar terjadi pada pias ke-13 yang besarnya adalah $-0,272$ m dan untuk akresi terbesar

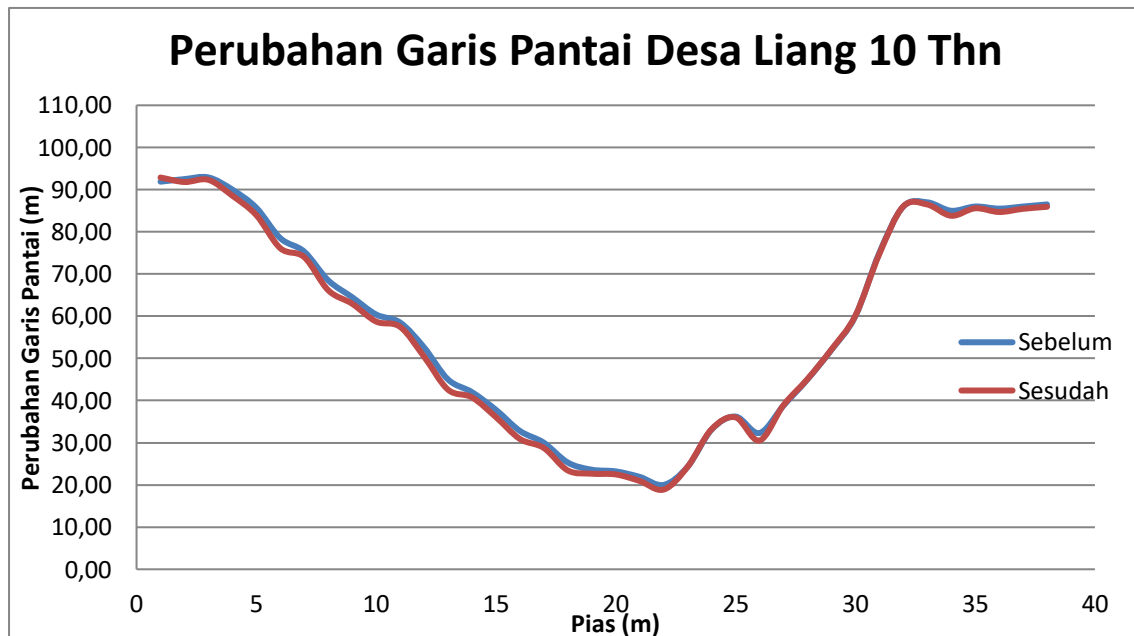
Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

terjadi pada pias ke-1 yang besarnya adalah 0,114 m. Seperti ditunjukkan pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Perubahan Garis Pantai Desa Liang Dalam 5 Tahun



Gambar 5. Perubahan Garis Pantai Desa Liang Dalam 10 Tahun

Jadi seperti yang sudah tergambarkan hampir dari keseluruhan perubahan garis pantai Desa Liang mengalami erosi sedangkan hanya

sebagian kecil saja yang terjadi akresi dan terjadinya akresi dominan pada pias ke-1.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

Tabel 11. Perubahan Garis Pantai Desa Liang Dalam Jangka Waktu 10 Tahun

Y-2018	Y-2019	Y-2020	Y-2021	Y-2022	Y-2023	Y-2024	Y-2025	Y-2026	Y-2027	Y-2028	Pias
91,90	91,87	91,99	92,10	92,22	92,33	92,45	92,56	92,68	92,79	92,91	1
92,50	92,38	92,32	92,26	92,20	92,13	92,05	91,97	91,89	91,80	91,71	2
92,90	92,77	92,71	92,65	92,59	92,53	92,47	92,41	92,36	92,30	92,24	3
90,00	89,81	89,66	89,51	89,35	89,20	89,03	88,87	88,70	88,53	88,36	4
85,70	85,51	85,32	85,13	84,94	84,75	84,55	84,36	84,16	83,96	83,77	5
78,50	78,34	78,08	77,82	77,55	77,29	77,02	76,76	76,49	76,22	75,95	6
75,30	75,11	74,95	74,80	74,65	74,50	74,35	74,21	74,08	73,94	73,81	7
68,50	68,34	68,08	67,83	67,57	67,31	67,05	66,79	66,52	66,25	65,98	8
64,50	64,31	64,13	63,95	63,77	63,60	63,42	63,25	63,09	62,92	62,76	9
60,40	60,21	60,03	59,84	59,66	59,47	59,29	59,11	58,92	58,73	58,55	10
58,50	58,32	58,20	58,09	57,97	57,86	57,75	57,64	57,54	57,43	57,33	11
52,60	52,42	52,19	51,96	51,72	51,48	51,23	50,98	50,73	50,48	50,22	12
45,00	44,85	44,58	44,31	44,04	43,77	43,50	43,23	42,96	42,69	42,42	13
42,00	41,81	41,66	41,51	41,37	41,22	41,09	40,95	40,83	40,70	40,58	14
37,80	37,61	37,42	37,24	37,05	36,86	36,67	36,47	36,28	36,08	35,88	15
32,80	32,61	32,41	32,20	31,98	31,77	31,56	31,35	31,14	30,92	30,71	16
30,00	29,81	29,67	29,52	29,38	29,24	29,11	28,97	28,84	28,71	28,58	17
25,30	25,11	24,91	24,71	24,50	24,30	24,09	23,88	23,67	23,45	23,24	18
23,60	23,42	23,31	23,20	23,09	22,99	22,89	22,79	22,69	22,60	22,51	19
23,20	23,05	22,97	22,90	22,82	22,75	22,67	22,60	22,52	22,45	22,38	20
21,90	21,73	21,63	21,53	21,42	21,32	21,21	21,11	21,00	20,89	20,78	21
20,00	19,82	19,70	19,58	19,46	19,34	19,22	19,10	18,98	18,86	18,74	22
24,30	24,30	24,31	24,31	24,31	24,32	24,32	24,33	24,34	24,34	24,35	23
33,10	33,20	33,22	33,23	33,25	33,26	33,27	33,29	33,30	33,32	33,33	24
36,20	36,17	36,15	36,13	36,12	36,10	36,08	36,07	36,05	36,03	36,01	25
32,30	32,11	31,93	31,74	31,55	31,35	31,15	30,94	30,73	30,51	30,28	26
38,80	38,86	38,88	38,89	38,91	38,92	38,94	38,96	38,97	38,99	39,00	27
45,00	45,06	45,07	45,08	45,09	45,11	45,12	45,13	45,15	45,16	45,17	28
52,00	52,07	52,09	52,10	52,12	52,13	52,15	52,17	52,18	52,20	52,21	29
60,00	60,09	60,11	60,12	60,14	60,15	60,17	60,19	60,20	60,22	60,24	30
75,00	75,12	75,09	75,06	75,04	75,01	74,98	74,95	74,93	74,90	74,88	31
86,00	86,12	86,12	86,13	86,13	86,14	86,14	86,15	86,15	86,15	86,16	32
87,00	86,89	86,84	86,79	86,73	86,68	86,62	86,56	86,50	86,44	86,38	33
85,00	84,82	84,70	84,57	84,44	84,31	84,18	84,05	83,91	83,77	83,63	34
86,00	85,89	85,85	85,80	85,76	85,72	85,68	85,64	85,60	85,57	85,54	35
85,50	85,35	85,27	85,18	85,10	85,02	84,93	84,84	84,75	84,67	84,57	36
86,00	85,88	85,82	85,76	85,71	85,65	85,60	85,54	85,49	85,44	85,38	37
86,50	86,38	86,32	86,26	86,20	86,15	86,09	86,03	85,97	85,91	85,86	38

Keterangan: kuning (erosi); biru (akresi)

3.7. Alternatif Penanggulangan

Berdasarkan pembahasan di atas, hasil perhitungan gelombang dan erosi yang terjadi, maka bangunan pelindung yang dipilih dan cocok dibangun adalah *revetment*.

Revetment adalah bangunan yang dibangun pada pesisir pantai dan dimanfaatkan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang ke darat. Jika berdasarkan pengamatan pada lokasi

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023

penelitian *revetment* sangat cocok dengan kondisi pantai Desa Liang, karena bangunan pelindung pantai ini dapat dibangun jika serangan gelombang relatif kecil. Bangunan ini juga dapat berfungsi untuk melindungi tanah di belakang *revetment* tersebut yang merupakan lahan pertanian, sehingga tanah tidak terosi.

Karena bangunan pelindung pantai itu di tempatkan di sepanjang pesisir pantai yang akan dilindungi. Pemakaian kontruksi ini lebih ditujukan untuk mempertahankan posisi garis pantai yang ada. Kontruksinya harus dirancang cukup baik guna meredam energi dan menahan limpasan gelombang yang terjadi. Karenanya perencanaan strukturnya harus cukup baik. Keuntungan dari penggunaan pelindung ini adalah mudah dan cepat pelaksanaannya, kontruksinya tidak memerlukan alat berat, pengerjaannya relatif murah dan dapat dikerjakan sendiri oleh masyarakat.

4. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat ditarik dari analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya:

Dari hasil perubahan garis pantai berdasarkan koordinat tiap-tiap pias untuk jangka waktu 1 tahun untuk semua arah dominan yaitu Barat Laut, Utara, dan Timur Laut. Menunjukkan terjadinya erosi terbesar terjadi pada pias ke-25 yang besarnya adalah – 0,0474 m. Sedangkan akresi terbesar terjadi pada pias ke-13 yang besarnya adalah 0,0105 m. Untuk jangka waktu 5 tahun menunjukkan terjadinya erosi terbesar terjadi pada pias ke-13 yang besarnya adalah – 0,270 m dan untuk akresi terbesar terjadi pada pias ke-1 yang besarnya adalah 0,115 m.

Sedangkan untuk jangka waktu 10 tahun erosi terbesar terjadi pada pias ke-13 yang besarnya adalah – 0,272 m dan untuk akresi terbesar terjadi pada pias ke -1 yang besarnya adalah 0,114 m.

Selanjutnya, dari hasil perhitungan gelombang dan erosi yang terjadi, maka alternatif penanggulangan perubahan garis pantai pada Desa Liang yang sangat cocok adalah *revetment*.

Daftar Rujukan

- [1] B. Triatmodjo, *Teknik Pantai*, Yogyakarta: Beta Offset, 1999.
- [2] B. Triatmodjo, *Perencanaan Bangunan Pantai*, Yogyakarta: Beta Offset, 2011.
- [3] F. T. UGM, *Studi Pengaman Pantai Penahan Gelombang Cilincing dan Sekitarnya*, Jakarta: Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 1988.
- [4] O. S. Priyono, *Pemberdayaan: Konsep, Kebijakan dan Implementasi*, Jakarta: CSIS, 1996,.
- [5] Pariwono, J.I., 1989, *Gaya Penggerak Pasang Surut*, P3O-LIPI, Jakarta Hal. 13- 23.
- [6] K. J. S. Romimohtarto, *Biologi Laut*, Jakarta: Djambatan, 2001.
- [7] P. D. Komar, *Beach Processed and Sedimentation*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1976.
- [8] CERC, *Shore Protection Manual*, Washington: US Army Coastal Engineering Research Center, 1984.
- [9] R. P. Koesoemadinata, *Prinsip Sedimentologi*, Bandung: Teknik Geologi ITB, 1982.
- [10] BMKG, "Data Stasiun Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Area Pulau Ambon," Stasiun Geofisika Ambon, [Online]. Available: http://stageof_ambon.maluku.bmkg.go.id.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 05-05-2023 | Selesai Revisi : 16-05-2023 | Diterbitkan Online : 24-10-2023
