

Analisis Kemunduran Garis Pantai Wisata Kuako Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah

Devan Bastian¹, Nicholas Retraubun², Christina Joseph³

¹Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

^{2,3}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : nikretra@gmail.com, josephinchristin@gmail.com

Abstract

The deterioration of the coastline of Kuako Tourism District of Amahai can have an impact on existing tourist facilities, settlements, and farmland. This gives impetus for writers to conduct research and analysis of the problem. By knowing how much waves and shoreline changes that occur at that location, it can determine the coastal protection building. The analysis of coastline changes was calculated using the CERC (1984) method. Through the formula approaches using EXEL language to analyze coastline changes as well as the management of wind data obtained from BMKG. After analysis and calculation is obtained gel length. Broken (Lb) = 0.666 m, Height of gel. Broken (Hb) = 5.158 m, Gel depth. Broken (db) = 4,074 m, Celerity gel. Broken (cb) = 6.322 m / s. The accretion on the 22nd pias is 0.4668 m and the Erosion at the pias 37 is 0.4817 m. For that coastal protective building that will be used is Revetmen of Buis Concrete.

Key Words : Accretion, Erosion, Countermeasures

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara kepulauan mempunyai lebih dari 17.000 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km atau dua kali keliling bumi melalui katulistiwa (Sumber: Bambang Triatmodjo, *Perencanaan Bangunan Pantai*, Hal 1). Kegiatan pelayaran memegang peran penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia baik dari segi ekonomi, politik, sosial, pemerintahan, pertahanan, dan keamanan, Bidang kegiatan pelayaran di Indonesia meliputi angkutan penumpang dan barang, penjagaan pantai, penangkapan ikan, pariwisata dan masih banyak jenis pelayaran lainnya.

Provinsi Maluku merupakan daerah kepulauan dengan luas wilayah 712.479,69 Km² yang terdiri dari daratan 54.185 Km² dan lautan 658.294,69 Km² diantara beberapa pulau yang ada di Maluku mengalami kerusakan akibat proses gelombang dan arus.

Pulau Seram merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Maluku Tengah. Luas pulau seram yaitu 17.100 km². Pulau Seram memiliki berbagai macam pantai yang sangat indah dan memukau sehingga banyak digunakan sebagai objek wisata. Salah satu objek wisata andalan yang ada pada pulau seram yaitu Pantai Kuako. Pantai Kuako merupakan objek wisata bahari yang tepatnya berada pada Kecamatan Amahai. Pantai ini merupakan tujuan wisata yang banyak dikunjungi setiap akhir pekan. Daya tarik objek wisatanya yaitu pasir putih bercampur kerikil dan pepohonan rindang sepanjang pantai. Jarak objek wisata dari ibukota kabupaten 5 km atau sekitar 30 menit perjalanan, sedangkan jarak dari ibukota kecamatan (Amahai) mencapai 1 km atau sekitar 10 menit. Melihat letak geografis dari

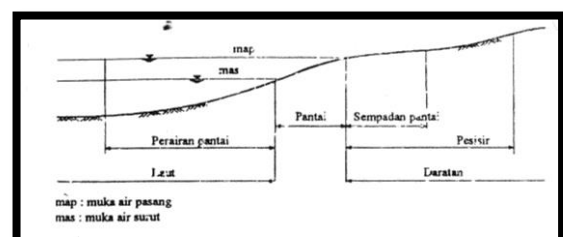
pantai tersebut yang berada tepat pada ujung tanjung dan berhadapan langsung dengan Laut Bebas, maka sewaktu-waktu pantai ini dihantam oleh gelombang

besar dan arus ketika musim angin barat yang terjadi pada pantai wisata kuako ini. Hal ini menimbulkan berbagai masalah kerusakan pantai akibat arus dan gelombang, juga mengganggu keamanan dan keselamatan dari para pengunjung pantai yang pada waktu angin dari selatan gelombang besar dan arus terjadi sehingga para pengunjung harus waspada terutama pada anak-anak. Pantai kuako ini mengalami kerusakan dengan panjang mencapai 1.2 km dan kemunduran garis pantainya yang bervariasi.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. PENGERTIAN PANTAI

Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat (Triatmodjo, 1999, hal. 2). Penjelasan mengenai definisi daerah pantai dapat dilihat dalam Gambar 2.1 berikut:



Gambar 1. Definisi dan batasan pantai

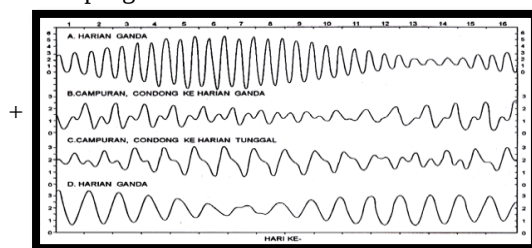
- Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut.
- Pantai adalah daerah di tepi perairan sebatas antara surut terendah dan pasang tertinggi.
- Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat bergerak sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.
- Sempadan pantai adalah daerah sepanjang pantai yang diperuntukkan bagi pengamanan dan pelestarian pantai.
- Perairan pantai adalah daerah yang masih dipengaruhi aktivitas daratan.

2.2. PASANG SURUT

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda - benda langit , terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan muka air terendah (surut) sangat penting untuk perencanaan bangunan pantai.

Pasang surut mengakibatkan kedalaman air di pantai selalu berubah sepanjang waktu, sehingga diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut sebagai berikut: (Triatmodjo, 1999, hal. 115).

- Muka air tertinggi (*Highest High Water Level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- Muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*, MHWL) adalah rata-rata muka air tertinggi yang dicapai selama pengukuran minimal 15 hari.
- Muka air laut rata-rata (*Mean Water Level*, MWL) adalah muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata.
- Muka air terendah (*Lowest Low Water Level*, LLWL) adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- Muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*, MLWL) adalah rata-rata muka air terendah yang dicapai selama pengukuran minimal 15 hari.

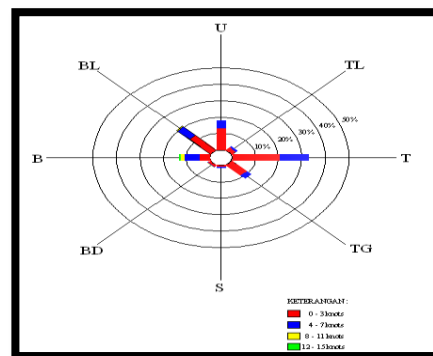


Gambar 2. Tipe pasang surut yang terjadi di Indonesia.

2.3. PEMBANGKIT GELOMBANG OLEH ANGIN

Angin merupakan Sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi. Gerakan udara ini disebabkan oleh perubahan temperature atmosfer. Pada waktu udara dipanasi, rapat massanya berkurang, yang berakibat naiknya udara tersebut yang kemudian digantikan oleh udara yang lebih dingin di sekitarnya sehingga terjadi pergerakan udara yang disebut angin. Perubahan temperatur di atmosfer disebabkan oleh perbedaan penyerapan panas oleh tanah dan air, atau perbedaan panas di gunung dan lembah, atau perubahan yang disebabkan oleh siang dan malam, atau perbedaan suhu pada belahan bumi utara dan selatan karena adanya perbedaan musim dingin dan musim panas.

Data angin yang didapat biasanya diolah dan disajikan dalam bentuk table atau diagram yang disebut diagram mawar angin (*wind rose*).



Gambar 3. Contoh mawar angin (*wind rose*)

Kecepatan angin dinyatakan dalam satuan *Knot*, satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d .

2.4. FETCH

Panjang *fetch*, membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk terbentuk karena pengaruh angin. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Fetch dapat didefinisikan sebagai panjang daerah pembangkit gelombang pada arah datangnya angin. Apabila bentuk daerah pembangkit tidak teratur, maka untuk keperluan peramalan gelombang perlu ditentukan *fetch* efektif (F_{eff}) dengan persamaan berikut (Nur Yuwono, 1982) :

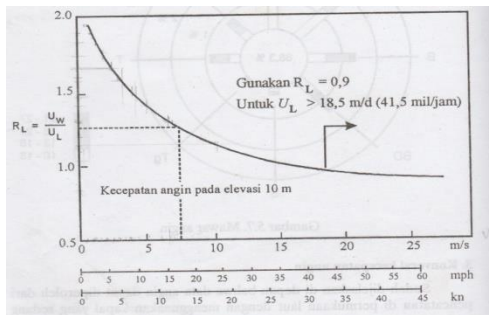
$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (2.2)$$

Dimana :

X_1 = panjang garis *fetch* (m)

α_1 = sudut antara jalur *fetch* yang ditinjau dengan arah mata angin.

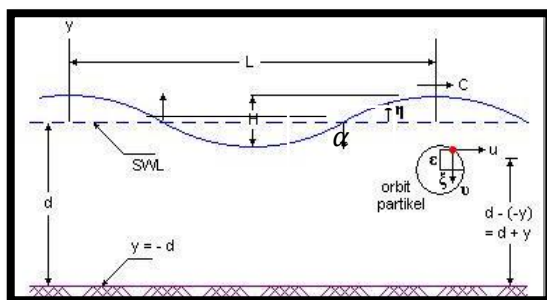
Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d.



Gambar 4. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat.

2.5. KARAKTERISTIK GELOMBANG

Parameter utama untuk menjelaskan gelombang air laut adalah panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air laut dimana gelombang tersebut menjalar, sedangkan parameter – parameter lain seperti pengaruh kecepatan dan percepatan ditentukan oleh ketiga parameter di atas *Pratiko* (1997). Secara skematik dimensi mengenai karakteristik gelombang seperti pada gambar 2.5



Gambar 5. Karakteristik Gelombang

Energi gelombang adalah berubah dari satu titik ke titik yang lain sepanjang satu panjang gelombang, dan energi rerata satu satuan luas adalah :

$$E = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H_s^2}{8}$$

Keterangan :

E = Energi total (Newton)
 ρ = Rapat massa air laut (kg/m³)
 g = Percepatan gravitasi (m/s²)
 H = Tinggi gelombang (m)
 L = Panjang gelombang (m)

1. Gelombang Laut Dalam Ekuivalen

Analisis deformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekuivalen, yaitu tinggi gelombang di laut dalam apabila gelombang tidak mengalami refraksi. Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen diberikan dalam persamaan:

$$H'o = K' Kr Ho$$

Dimana :

$H'o$ = tinggi gelombang laut dalam ekuivalen (m)
 Ho = tinggi gelombang laut dalam (m)
 K' = koefisien difraksi
 Kr = koefisien refraksi

2. Refraksi Gelombang dan Wave Shoaling

Refraksi terjadi dikarenakan adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Refraksi dan pendangkalan gelombang (*Wave Shoaling*) dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. (*Triatmodjo*, 1999).

- Koefisien Refraksi

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

- Koefisien *shoaling*

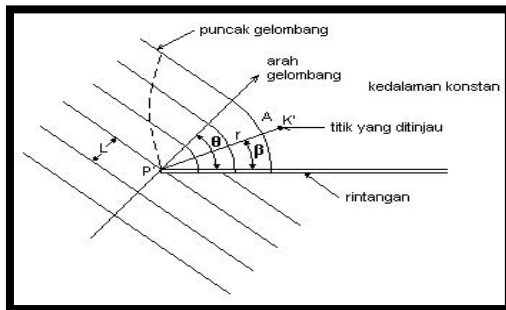
$$Ks = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{nL}}$$

- Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang akibat pengaruh refraksi gelombang dan pendangkalan (*wave shoaling*), diberikan oleh rumus :

$$H = Ks \times Kr \times Ho$$

3. Difraksi Gelombang

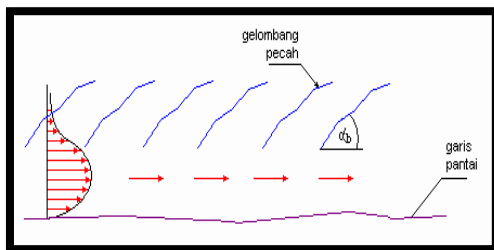


Gambar 6. Difraksi gelombang dibelakang rintangan

Difraksi terjadi apabila tinggi gelombang di suatu titik pada garis puncak gelombang lebih besar daripada titik di dekatnya, yang menyebabkan perpindahan energi sepanjang puncak gelombang ke arah tinggi gelombang yang lebih kecil.

2.6. ARUS DI DEKAT PANTAI

Longshore current (arus sepanjang pantai) ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting dalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah.



Gambar 7. Arus dekat pantai.

Arus sepanjang pantai yang ditimbulkan oleh gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai seperti yang terlihat pada Gambar 2.6, dibangkitkan oleh momentum yang dibawa oleh gelombang Longuet-Higgins (*Handbook of Coastal Processes and Errorsion*, P.D. Komar) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut ini:

$$V = 1,17 (g H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Dengan,

V = kecepatan arus sepanjang pantai

G = percepatan gravitasi.

H_b = tinggi gelombang pecah.

α_b = sudut datang gelombang pecah.

2.7. SEDIMEN TRANSPORT

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen dibedakan menjadi 2 macam yaitu: transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) yang mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*) mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

Transpor sedimen sepanjang pantai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_s = K P_i^n$$

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Dimana :

Q_s = Angkutan sedimen sepanjang pantai ($m^3/hari$)

P_i = Komponen fluks energi gelombang pada saat pecah ($Nm/s/m$)

ρ = Rapat massa air laut (kg/m^3)

H_b = Tinggi gelombang pecah (m)

C_b = Cepat rambat gelombang pecah (m/s) = $b g d$

α_b = Sudut datang gelombang pecah

K, n = Konstanta

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Atau dengan rumus yang akan digunakan KOMAR :

$$Q_s = 0,778 P_1 \text{ Untuk satuan } m^3/hari$$

Rumus yang digunakan CERC :

$$Q_s = 0.401 P_1$$

2.8. PEMODELAN PERUBAHAN GARIS PANTAI

Akibat daripada aktifitas yang terjadi di daerah pantai maka perubahan garis pantai pun terjadi baik erosi maupun akresi secara terus menerus. Perubahan garis pantai tersebut dapat diprediksi dengan membuat model matematik yang didasarkan pada imbalanced sedimen pantai pada lokasi yang ditinjau.

Untuk menghitung sedimen yang terjadi di sepanjang pantai digunakan rumus :

$$Q_s = 6,85 \times 10^{-3} (Ecn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

2.9. BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Beberapa bangunan pantai diantaranya meliputi *jetty*, pemecah gelombang lepas pantai, *groin*, dinding pantai dan *revetment*, berikut adalah definisi, bentuk dan fungsinya :

1. Jetty

Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang diletakkan pada kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mengurangi pedangkalan alur oleh sedimen pantai.

Jetty dibagi menjadi tiga jenis menurut fungsinya, yaitu:

- Jetty panjang
- Jetty sedang
- Jetty pendek

2. Pemecah Gelombang Lepas Pantai (*Offshore Breakwater*)

Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Tergantung pada panjang pantai yang akan dilindungi, pemecah gelombang lepas pantai dapat dibuat dari satu pemecah gelombang atau satu seri bangunan yang terdiri dari beberapa ruas pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah.

3. Groyne

Groyne adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai, sehingga dapat mengurangi erosi yang terjadi. Groyne diklasifikasikan berdasarkan permeabilitas tinggi dan panjang bangunan.

4. Dinding Pantai dan Revetment

Dinding pantai atau revetmen adalah bangunan yang memisahkan daratan dan perairan pantai, terutama berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap erosi dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. Daerah yang dilindungi adalah daratan tepat di belakang bangunan. Permukaan bangunan yang menghadap arah datangnya gelombang dapat berupa sisi vertikal atau miring. Dinding pantai biasanya berbentuk dinding vertikal, sedang revetmen mempunyai sisi miring. Bangunan ini ditempatkan sejajar tau

hampir sejajar dengan garis pantai, dan bias terbuat dari pasangan batu, beton, tumpukan pipa beton, turap, kayu atau tumpukan batu.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan dalam studi ini berasal dari data studi lapangan dan data studi literatur yang terdiri dari :

a. Data Primer :

Data yang di dapat dari survey di lapangan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung. Data primer meliputi pengukuran pasang surut, pengukuran garis pantai dan dokumentasi.

b. Data Sekunder :

Data yang diperoleh dari instansi atau sumber – sumber lain yang ada yaitu : Data angin yang diperlukan untuk mengetahui tinggi dan arah gelombang.

3.2. Analisa Data

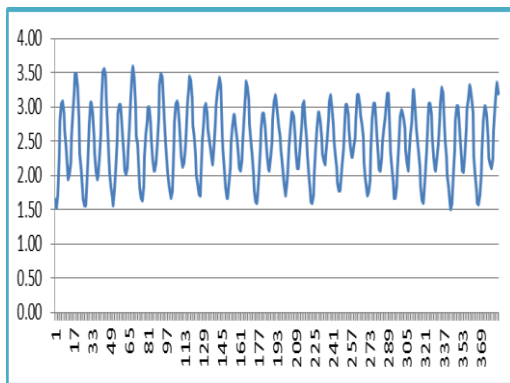
Data – data yang akan dianalisa yaitu sebagai berikut :

- a. Pengolahan data angin yang didapatkan dari BMKG menjadi mawar angin dan dilanjutkan dengan perhitungan panjang *fetch*.
- b. Perhitungan pasang surut.
- c. Menghitung besarnya gelombang pecah.
- d. Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan perhitungan garis pantai metode CERC (1984) dan menghitung transport sedimen pantai.
- e. Menentukan alternatif bangunan pelindung pantai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Pasang Surut

Proses pengambilan data di Pantai Wisata Kuako dilakukan selama 15 hari terhitung sejak tanggal 7 – 22 Desember 2017. Tipe pasang surut pada Pantai Wisata Kuako adalah condong ke harian ganda. Hasil pencatatan tersebut digambarkan dalam grafik seperti terlihat pada gambar 4.1.



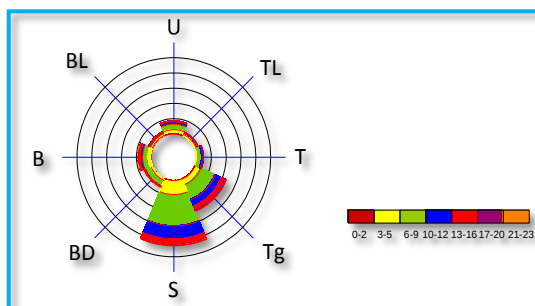
Gambar 8. Grafik Pasang surut

Berdasarkan pengukuran pasang surut tersebut diperoleh beberapa elevasi muka air laut :

1. Low Water Level : 1.51 m
2. Midle Water Level : 2.49 m
3. High Water Level : 3.59 m

4.2. Analisa Angin

Berdasarkan data angin yang diperoleh pada tabel dibawah, dapat dilihat bahwa selama kurun waktu 2008 – 2017 jumlah angin terbanyak adalah angin yang bertiup dari arah Selatan. Namun jika dilihat pada posisi pantai Kuako yang berhadaapan dengan arah Barat Daya dan Selatan.



Gambar 9. Mawar Angin

Tabel 1. Jumlah Kejadian Angin 10 Tahun (2008 - 2017)

ARAH ANGIN	KECEPATAN ANGIN (KNOT)							Jumlah
	0 - 2	3 - 5	6 - 9	10 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 23	
TIMUR	0	36	81	29	10	7	0	163
BARAT	0	69	131	47	39	15	2	303
UTARA	4	91	125	51	15	7	1	294
SELATAN	1	314	699	297	131	13	4	1459
TIMUR LAUT	0	31	37	16	2	3	0	89
BARAT LAUT	0	15	48	19	13	3	0	98
TENGGA RA	2	141	361	165	90	31	0	790
BARAT DAYA	1	46	137	22	6	0	2	214
TOTAL								3410

Tabel 2. Presentase Jumlah Kejadian Angin 10 Tahun (2008 - 2017)

ARAH ANGIN	KECEPATAN ANGIN (KNOT)							Jumlah
	0 - 2	3 - 5	6 - 9	10 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 23	
TIMUR	0.00	1.06	2.38	0.85	0.29	0.21	0.00	4.78
BARAT	0.00	2.02	3.84	1.38	1.14	0.44	0.00	8.89
UTARA	0.12	2.67	3.67	1.50	0.44	0.21	0.00	8.62
SELATAN	0.03	9.21	20.50	8.71	3.84	0.38	0.12	42.79
TIMUR LAUT	0.00	0.91	1.09	0.47	0.06	0.09	0.00	2.61
BARAT LAUT	0.00	0.44	1.41	0.56	0.38	0.09	0.00	2.87
TENGGA RA	0.06	4.13	10.59	4.84	2.64	0.91	0.00	23.17
BARAT DAYA	0.03	1.35	4.02	0.65	0.18	0.00	0.00	6.28
TOTAL								100

4.3. Analisa Gelombang Oleh Angin

Panjang fetch adalah merupakan jarak pengaruh hembusan angin yang dapat menimbulkan gelombang yang diukur mulai dari lokasi yang akan ditinjau sampai dengan daratan yang mengelilingi daerah pembangkit gelombang berdasarkan arah angin.

Tabel 3. Perhitungan Panjang Fetch

Arah Utama	Sudut (α)	$\cos \alpha$	Panjang Fetch (X_i) m	$X_i \cos \alpha$	F_{eff} (m)
------------	--------------------	---------------	---------------------------	-------------------	---------------

Selatan	-24	0.914	33075	30215.52	276515.99
	-21	0.934	31500	29407.78	
	-18	0.951	33075	31456.19	
	-15	0.966	33075	31948.00	
	-12	0.978	31500	30811.65	
	-9	0.988	33075	32667.79	
	-6	0.995	33075	32893.81	
	-3	0.999	407925	407365.95	
	0	1.000	409500	409500.00	
	3	0.999	417375	416803.00	
	6	0.995	475650	473044.34	
	9	0.988	450450	444904.21	
	12	0.978	568575	556150.27	
	15	0.966	409500	395546.63	
	18	0.951	368550	350511.88	
	21	0.934	554400	517576.99	
	24	0.914	390600	356830.86	
Jumlah		16.446	Jumlah	4547634.87	

4.4. Penentuan Tinggi Gelombang

Untuk menentukan tinggi dan Periode gelombang signifikan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus dibawah ini:

$$U_A = 0,71 \cdot U^{1,23}$$

$$U_w = R_L \cdot U_L \quad (\text{Nilai } R_L \text{ dapat ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.4})$$

$$H_s = 2.482 \times 10^{-2} U_A$$

$$T_s = 6,23 \times 10^{-2} (U_A \cdot F_{eff})^{1/2}$$

$$t = 3,125 \times 10^{1/3} \left(\frac{F^2}{U_A} \right)^{1/3}$$

Tabel 4. Perhitungan Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Arah Selatan

ANGIN DARI ARAH SELATAN							
No Urut	U (knot)	U (m/det)	Uw (m/dt)	Ua	F eff (m)	Hs (m)	Ts (m/det)
1	2	1.03	1.75	1.41	276515.99	0.38	4.36
2	4	2.06	3.09	2.84	276515.99	0.76	5.50
3	6	3.09	4.33	4.30	276515.99	1.16	6.30
4	8	4.12	4.53	4.56	276515.99	1.22	6.42
5	10	5.15	5.82	6.20	276515.99	1.67	7.11
6	12	6.18	6.67	7.33	276515.99	1.97	7.51
7	14	7.21	7.57	8.56	276515.99	2.30	7.91
8	16	8.24	8.65	10.09	276515.99	2.71	8.35
9	18	9.27	9.73	11.66	276515.99	3.14	8.76
10	20	10.3	10.82	13.28	276515.99	3.57	9.14
11	22	11.33	11.90	14.93	276515.99	4.01	9.50

4.5. Analisa Refraksi, Shoaling dan Gelombang Pecah

Berdasarkan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang (T_s) pada kedua tabel diatas maka, dapat dihitung refraksi gelombang dengan mengasumsikan kedalaman laut $d = 3m$ yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Analisa Refraksi, Shoaling dan Gelombang Pecah Arah Selatan

Hs (m)	T (m/d)	d (m)	Lo (m)	Co (m/d)	d/Lo	d/L	L (m)	C (m/d)	Sin ao
0.38	4.36	3.0	29.71	6.81	0.101	0.14185	21.15	4.85	0.423
0.76	5.50	3.0	47.12	8.57	0.064	0.10821	27.72	5.04	0.423
1.16	6.30	3.0	61.92	9.83	0.048	0.09205	32.59	5.17	0.423
1.22	6.42	3.0	64.30	10.02	0.047	0.09098	32.97	5.14	0.423
1.67	7.11	3.0	78.78	11.09	0.038	0.08100	37.04	5.21	0.423
1.97	7.51	3.0	88.05	11.72	0.034	0.07629	39.32	5.23	0.423
2.30	7.91	3.0	97.53	12.33	0.031	0.07261	41.32	5.23	0.423

2.71	8.35	3.0	108.70	13.02	0.028	0.06878	43.62	5.23
3.14	8.76	3.0	119.60	13.66	0.025	0.06478	46.31	5.29
3.57	9.14	3.0	130.28	14.26	0.023	0.06200	48.39	5.29
4.01	9.50	3.0	140.76	14.82	0.021	0.05912	50.74	5.34

Sin α_l	α_l	Cos α_o	Cos α_l	kr	no	K	n	Ks
0.30	0.005	0.906	1.000	0.952	0.50	0.297	0.809	0.932
0.25	0.004	0.906	1.000	0.952	0.50	0.227	0.874	0.986
0.22	0.004	0.906	1.000	0.952	0.50	0.193	0.904	1.025
0.22	0.004	0.906	1.000	0.952	0.50	0.191	0.906	1.038
0.20	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.170	0.923	1.073
0.19	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.160	0.931	1.097
0.18	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.152	0.937	1.122
0.17	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.144	0.943	1.150
0.16	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.136	0.949	1.167
0.16	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.130	0.953	1.189
0.15	0.003	0.906	1.000	0.952	0.50	0.124	0.957	1.204

$H_0' \sin^2 \theta$	$H_b \sin^2 \theta$	$H_0' \sin^2 \theta$	$H_b \sin^2 \theta$	H (m)	H _b (m)	d_b (m)	d_b (m)	L _b (m)
0.002	1.650	0.003	0.710	0.337	0.597	0.424	2.039	0.467
0.002	1.650	0.004	0.730	0.718	1.201	0.877	2.932	0.534
0.003	1.470	0.004	0.730	1.129	1.618	1.181	3.404	0.540
0.003	1.470	0.004	0.730	1.210	1.714	1.251	3.503	0.546
0.003	1.470	0.005	0.750	1.702	2.331	1.748	4.141	0.583
0.003	1.470	0.005	0.750	2.058	2.759	2.069	4.505	0.600
0.004	1.350	0.005	0.750	2.459	2.958	2.219	4.665	0.590
0.004	1.350	0.005	0.750	2.969	3.486	2.615	5.064	0.607
0.004	1.350	0.005	0.750	3.482	4.030	3.022	5.445	0.622
0.004	1.350	0.006	0.790	4.039	4.587	3.624	5.962	0.652
0.004	1.350	0.006	0.790	4.600	5.158	4.074	6.322	0.666

Tabel 6. Hasil Perhitungan Analisa Refraksi

Hasil Analisa Refraksi Gelombang	Angin Arah Selatan
Tinggi gel. Refraksi (H'_0)	3.820 m
Tinggi gel. Pecah (H_b)	5.158 m
Panjang gel. Pecah (L_b)	0.666 m
Celerity gel. Pecah (c_b)	6.322 m/det
Kedalaman gel. Pecah (d_b)	

4.6. Analisa Arus di Dekat Pantai

Longuet-Higgins (dalam Komar, 1985) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut ini.

$$V = 1,17 (g H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Dengan :

V = Kecepatan arus sejajar opantai

G = Percepatan gravitasi (9,81 m/d²)

H_b = Tinggi gelombang pecah

α_b = Sudut datang gelombang pecah

Tabel 7. Hasil Perhitungan Arus Sepanjang Pantai

Arah angin	α_b	H_b (m)	V (cm/d)
Selatan	25°	5.158	11.34

4.7. Analisa Perubahan Garis Pantai

Dari hasil perhitungan perubahan garis pantai yang disebabkan oleh pengaruh gelombang angin berdasarkan koordinat tiap-tiap pias untuk jangka waktu 1 tahun, 5 tahun dan 10 tahun pada arah dominan, menunjukkan bahwa besarnya perubahan garis pantai berdasarkan koordinat tiap-tiap pias.



Gambar 10. Grafik Perubahan Garis Pantai Arah Selatan.

4.8. Alternatif Penanggulangan

Pantai wisata Kuako merupakan pantai yang berkerikil. Namun pada saat terjadi gelombang yang besar maka pantai tidak dapat meredam energy gelombang sehingga terjadi erosi. Besar energy yang terjadi dapat dilihat sebagai berikut :

$$E = \frac{\rho g H_s^2}{8} = \frac{1025 \times 9.81 \times 4.01^2}{8} = 20211.18 N$$

Maka didapat besar energy yang terjadi pada pantai wisata Kuako tersebut yaitu sebesar 20211.18 N.

Dilihat dari fungsi pantai Kuako yang merupakan tempat wisata, maka selain untuk menanggulangi masalah erosi pantai, bangunan pantai yang dipilih tidak mengganggu kenyamanan dan daya tarik pantai tersebut. Setelah dilihat dari berbagai sisi dan fungsi yang ada pada pantai

tersebut maka bangunan pantai yang dipilih adalah *Revetmen* dari buis beton.

Revetmen dari buis beton dapat dikatakan cocok karena pada pantai kuako ini terjadi erosi yang cukup parah sehingga bentuk pantai atau daerah pantainya yang berubah dan membentuk elevasi seperti bertangga. Hal ini diakibatkan oleh erosi yang terjadi pada pantai tersebut. Buis beton yg digunakan berbentuk tangga sehingga dapat dibuat pada daerah pantai yang mengalami erosi dan menyebabkan elevasi tersebut. Selain untuk melindungi pantai, bangunan ini juga tidak menutup fungsi pantai tersebut sebagai pantai wisata.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, maka kesimpulan yang di ambil dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan refraksi untuk arah selatan pada Pantai Wisata Kuako menunjukkan bahwa Panjang gel. Pecah (L_b) = 0.666 m, Tinggi gel. Pecah (H_b) = 5.158 m, Kedalaman gel. Pecah (db) = 4.074 m, Celerity gel. Pecah (cb) = 6.322 m/det.
2. Perhitungan perubahan garis pantai pada Pantai Wisata Kuako adalah Akresi pada pias 22 sebesar 0.4668 m dan Erosi pada pias 37 sebesar 0.4817 m.
3. Bangunan pelindung pantai yang digunakan pada Pantai Wisata Kuako adalah *Revetmen* dari buis beton, karena dapat membantu masalah pada lokasi yang diteliti.

5.2. Saran

Saran yang diberikan oleh penulis adalah :

Bagi Dinas Pariwisata dan Pererintah sekitarnya maupun masyarakat selalu memberikan dukungan yang baik pada pantai tersebut terutama pada bangunan pelindung pantainya diharapkan dibuat sebaik mungkin untuk mencapai keamanan dan kenyamanan semua orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Poerbandono der Nat dan Djurnasjah Eka, *Survei Hidrografi*, Refika Aditama, Bandung.
- Pratikto, A.W. Armono, D.H dan Suntoyo. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*, BPFE, Yogyakarta.

Triatmadja Radianara. ***Model Matematik Teknik Panta dan Perencanaan Banguna Pantai***, Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo Bambang (1999), ***Teknik Pantai***, Beta Offset, Yogyakarta.

Yuwono Nur. 1982. ***Teknik Pantai Volume I***, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.