

ANALISA KERENTANAN WILAYAH PESISIR MERANTI DENGAN METODE CVI (COASTAL VULNERABILITY INDEX) (Studi Kasus: Pulau Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti)

Arin Mourbas¹, Manyuk Fauzi², Yohanna Lilis²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : arin.mourbas@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Rangsang Island is one of the 4 main islands in the Meranti Islands Regency. The location of this island is very strategic because it is directly with the Malacca Strait so that this island has a very high economic value. Abrasion that occurred on Rangsang Island resulted in many losses experienced by people living on the coast of the island, including eroded coconut plantations, damaged docks, and people who were forced to evacuate because their homes were very prone to landslides. This condition is related to sea level rise due to global climate change, which makes these coastal areas vulnerable to disasters. This study aims to determine the vulnerability index of the coastal area of Rangsang Island based on oceanographic physical parameters (tidal and wave height) having a moderate level of vulnerability. Meanwhile, the sea level around the coast shows a high vulnerability. From the data obtained, the highest sea level rise was in Sonde village of 1.23 m and the lowest sea level rise was in Sungai Gayung Kiri village of 1.09 m. This value indicates that Sonde village has a high level of vulnerability in the category. This index variation shows that local changes on the coast of Mendol Island are correlated with global changes that occur, where local sea level rise is the impact of global ocean and climate changes.

Keywords: Sea Level Rise, Wave Period and Height, Rangsang Island

PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara kepulauan yang sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Dampak berskala luas dari perubahan iklim terjadi di lautan karena mencakup perubahan yang bersifat fisis, biologis dan kimiawi. Perubahan karakteristik kimia akan berdampak pada struktur ekologis lingkungan perairan. Selain itu peningkatan muka laut akan banyak menimbulkan perubahan pada sistem pesisir yang disebabkan oleh banjir pasang, cuaca ekstrim dan pengikisan lahan pesisir.

Selain itu, fenomena perubahan iklim global melalui kenaikan muka air laut dan meningkatnya kejadian ekstrem diprediksiperparah kondisi berbagai kawasan pesisir secara global termasuk pesisir Kabupaten Kepulauan Meranti.

Kabupaten Kepulauan Meranti dipengaruhi oleh iklim tropis dengan temperatur udara rata-rata berkisar 26 -

33,4°C dengan curah hujan rata-rata berkisar 1.400 - 2.100 mm/tahun. Jumlah hari hujan rata-rata 90 hari, musim hujan berlangsung biasanya pada bulan Oktober sampai bulan Mei, musim panas/kemarau pada umumnya jatuh pada bulan Juli sampai dengan bulan September, atas dasar data tersebut menurut Koppen daerah ini termasuk pada iklim Aw.

Kondisi arus yang terjadi di sejumlah perairan agak tertutup di Kabupaten Kepulauan Meranti merupakan arus yang dibangkitkan oleh pasang surut dan musim barat yang berlaku saat ini. Wilayah pesisir pada umumnya tertutup dibatasi atau diapit oleh pulau-pulau di sekelilingnya terutama pesisir bagian Selatan rata-rata kecepatan arus sedang.

Pulau Rangsang merupakan salah satu dari 4 pulau utama yang berada di Kabupaten Kepulauan Meranti selain dari Pulau Tebing Tinggi, Pulau Padang dan Pulau Merbau. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2017) Pulau

Rangsang memiliki Luas kurang lebih 913,16 km² dengan ketinggian bervariasi antara 1 - 61 meter di atas permukaan laut. Tanah di Pulau ini sebagian besar merupakan tanah rawa. Lokasi Pulau ini sangat strategis karena berbatasan langsung dengan Selat Malaka sehingga Pulau ini mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi.

Oleh karena itu diperlukan tindakan pencegahan dan penanganan abrasi sesegera mungkin agar dampaknya tidak semakin besar. Untuk mempermudah dalam memilih lokasi yang menjadi prioritas penanganan pantai di Pulau Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti dilakukan yaitu dengan cara mengidentifikasi kondisi eksisting pantai dengan pendekatan kerentanan pantai.

Kerentanan pantai dapat dihitung dengan menggunakan indeks kerentanan pantai yang telah dilakukan oleh Gornitz, et al., Boruff, et al., dan DKP. Indeks kerentanan pantai dapat dihitung dengan menggunakan metode skala likert. Dalam hal ini tinjauan dikhususkan dalam kondisi fisik pantai atau dari sisi teknis.

Gelombang adalah salah satu fenomena yang terdapat di laut yang dapat dilihat secara langsung. Pond dan Pickard (1983) menyebutkan gelombang adalah suatu fenomena naik turunnya permukaan laut, dimana energinya bergerak dari suatu wilayah pembentukan gelombang ke arah pantai. Salah satu faktor yang dapat membangkitkan gelombang adalah angin. Pembangkitan gelombang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu durasi angin bertiup pada satu arah, kecepatan angin dan fetch (jarak tanpa rintangan yang ditempuh oleh angin tersebut selama bertiup dalam satu arah).

TINJAUAN PUSTAKA

Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang signifikan didapatkan dengan filter data yang melebihi kuartil atas dari sebaran tinggi gelombang. Data tinggi gelombang tersebut kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh rata-rata tinggi gelombang signifikan. Nilai rata-rata tersebut kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan sebaran nilai ketinggian gelombang.

Metode interpolasi yang digunakan adalah *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan akan menghasilkan *output* sebaran nilai ketinggian gelombang dalam bentuk data raster. Sebaran nilai ketinggian gelombang kemudian diklasifikasi sesuai dengan matriks CVI dan kemudian diintegrasikan pada vektor segmen wilayah pengamatan pada ArcGIS.

Angin (Fetch)

Data angin yang digunakan adalah data arah dan kecepatan angin bulanan tahun 2020 yang diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) Banjarbaru. Data angin diperlukan untuk memprediksi gelombang laut dalam berdasarkan data angin maksimum selama tahun 2020. Data tersebut cukup representatif untuk memprediksi gelombang, kemudian diolah dengan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider).

Peramalan Gelombang Menggunakan Data Arah Kecepatan Angin

Peramalan gelombang dimaksudkan untuk mentransformasikan data angin menjadi data gelombang. Data gelombang yang mencakup seluruh arah angin, terutama pada arah angin dimana gelombang-gelombang besar terjadi. Berdasarkan data angin maksimum yang diperoleh, maka perlu dikoreksi menjadi data angin di laut untuk dapat digunakan dalam peramalan gelombang. Dalam memudahkan pembacaan data arah dan

kecepatan angin maka disajikan dalam bentuk tabel dan diagram mawar angin (*wind rose*) setiap bulan selama periode peramalan gelombang dengan menggunakan *software* WRPLOT view.

Data arah dan kecepatan angin yang dominan dibagi menjadi empat musim yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Metode peramalan gelombang yang digunakan adalah metode SMB (*Sverdrup Munk Bretschneider*) (*Coastal Engineering Research Center* (CERC) 1984), yang dibangun berdasarkan pertumbuhan energi gelombang. Kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan angin maksimum yang membangkitkan gelombang yaitu dengan kecepatan 10 knot. Peramalan gelombang menggunakan arah efektif yang membangkitkan gelombang dengan asumsi arah angin yang berasal dari arah laut dapat membangkitkan gelombang.

Perhitungan panjang *fetch* efektif menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan Peta Alur Pelayaran dengan persamaan:

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (1)$$

Dengan $Xi = F_{eff}$ = panjang *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang sampai memotong garis pantai, α = deviasi pada kedua sisi (kanan dan kiri) arah angin dengan menggunakan pertambahan 5° sampai sudut 45° .

Parameter gelombang perairan dalam dari metode SMB (CERC 1984), adalah:

A. Tinggi gelombang signifikan

$$H_s = 0,243 \frac{U_A^2}{g} \quad (2)$$

Dengan H_s = tinggi gelombang signifikan, U_A = faktor tegangan angin, g = percepatan gravitasi (m/det^2). Untuk $F_* > 2 \times 10^4$ (*fully developed waves*)

B. Periode puncak signifikan gelombang

$$T_s = 8,13 \frac{U_A}{g} \quad (3)$$

Dengan T_s = Periode puncak signifikan gelombang, U_A = faktor tegangan angin, g = percepatan gravitasi (m/det^2). Untuk $F_* > 2 \times 10^4$ (*not fully developed waves*)

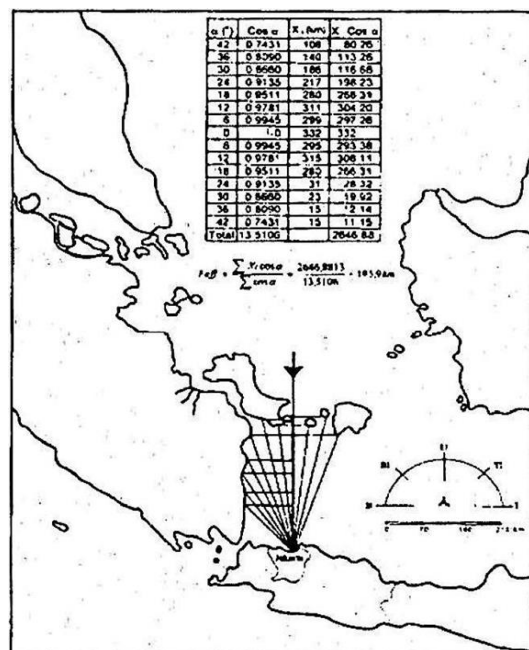
C. Durasi pertumbuhan gelombang

$$t = 7,15 \times 10^4 \frac{U_A}{g} \quad (4)$$

Dengan t = Durasi pertumbuhan gelombang, U_A = faktor tegangan angin, g = percepatan gravitasi (m/det^2). Untuk $F_* > 2 \times 10^4$ (*fully developed waves*)

$$\text{Dengan, } F = \frac{g F_{eff}}{U_A^2} \quad (5)$$

Fetch tak berdimensi; U_A = faktor tegangan angin; t = durasi pertumbuhan gelombang (detik); F_{eff} = panjang *fetch* efektif (m); g = percepatan gravitasi (m/det^2).



Gambar 1. Contoh Peramalan Fetch

Sumber: Triatmodjo, 1999

Untuk koreksi terhadap kecepatan angin dominan terukur dari stasiun

meteorologi. Adapun koreksi yang perlu dilakukan menurut *Coastal Engineering Research Center* (1984) adalah sebagai berikut:

1. Koreksi Elevasi Pengukuran

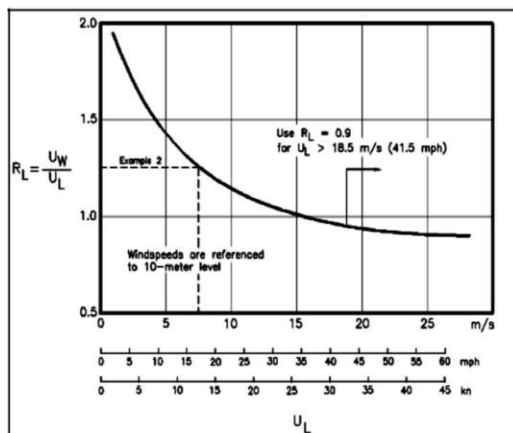
Posisi pengambilan data angin perlu dilakukan koreksi elevasi terhadap $z = 10$ meter, namun karena elevasi stasiun pengukuran tidak diketahui diasumsikan posisi stasiun angin pada elevasi 10 meter.

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7} \quad (6)$$

Dengan U_{10} = fakto tegangan angin 10 m, U_z = faktor tegangan angin terhadap elevasi pengukuran, z = koreksi elevasi pengukuran (m).

2. Pengukuran

Kecepatan angin yang tercatat pada stasiun pengukuran merupakan kecepatan angin yang terjadi di daratan sementara kecepatan angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang merupakan kejadian angin di laut, sehingga perlu dilakukan koreksi terhadap data angin yang berasal dari stasiun pengukuran, maka digunakan grafik perbandingan kecepatan angin di laut terhadap kecepatan angin di daratan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

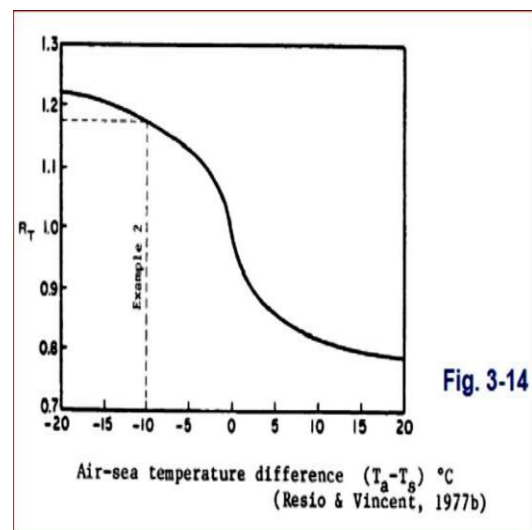


Gambar 2. Grafik perbandingan kecepatan angin di laut dan di darat

Sumber: *Coastal Engineering Research Center*, 1984

3. Koreksi Temperatur

Data angin yang digunakan juga harus dikoreksi terhadap perbedaan yang terjadi antara temperatur pada stasiun pengukuran dengan temperatur di laut. Perbedaan temperatur antara darat dengan laut diperkirakan sebesar -5°C , sehingga digunakan grafik koreksi temperatur di laut dan di darat seperti untuk menghitung nilai koreksi pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan temperatur di laut dan di darat

Sumber: *Coastal Engineering Research Center*, 1984

4. Koreksi Duration

Jangka waktu kecepatan angin maksimum dirata-ratakan merupakan waktu yang diperlukan untuk kecepatan angin maksimum bergerak sejauh 1 mile (1 mile = 1609 m). Sehingga harus dikonversikan menjadi kecepatan angin rata-rata dalam 1 jam, karena kecepatan angin terbesar didasarkan pada pengamatan jam-jaman.

$$\frac{U_{t=239}}{U_{t=3600}} = 1,277 + 0,296 \tanh\left(0,9 \log\left(\frac{45}{t}\right)\right) = 1,1 \quad (7)$$

Dengan $U_{t=239}$ = koreksi duration dalam 239 detik, $U_{t=3600}$ = koreksi duration dalam 1 jam.

5. Koreksi Faktor Tegangan Angin (Wind Stress Factor)

$$U_A = 0,71(U)^{1,23} \quad (8)$$

Dengan U_A = faktor tegangan angin, U = tegangan angin.

Setelah didapatkan kecepatan angin terkoreksi maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan jenis gelombang pembangkit angin yang terdapat pada lokasi perairan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pantai Pulau Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. Pulau Rangsang memiliki Luas 913,16 km² yang terdiri dari 3 Kecamatan Besar, yaitu Kecamatan Rangsang Barat, Kecamatan Rangsang Pesisir dan Kecamatan Rangsang.



Gambar 6. Lokasi Pulau Rangsang
Sumber: <http://maps.google.com/>

Kabupaten Kepulauan Meranti terletak di antara garis lintang – bujur 0° 42' 30" - 1° 28' 0" LU, dan 102° 12' 0" - 103° 10' 0" BT dengan batas wilayah :

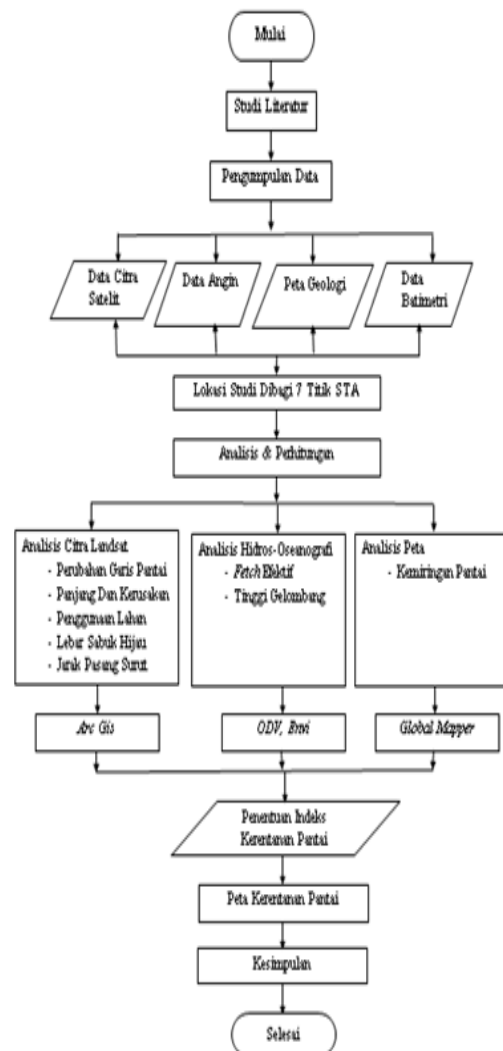
Sebelah Utara :Selat Malaka

Sebelah Selatan :KecamatanTebing Tinggi Timur

Sebelah Barat :Kecamatan Rangsang Barat, Rangsang Pesisir

Sebelah Timur : Kabupaten Karimun/Provinsi Kepulauan Riau

Bagan Alir Penelitian



Gambar 7. Tahapan Penelitian
Sumber: Olah Data, 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tinggi Gelombang

Analisis gelombang dilakukan untuk mengetahui parameter gelombang berupa tinggi, periode dan arah gelombang yang datang menuju pantai. Menurut Pendleton et al, (2005) gelombang merupakan parameter utama dalam proses erosi atau sedimentasi, besarnya tergantung dari besarnya energi yang di hampaskan oleh gelombang ke pantai. Nilai tinggi gelombang dalam kerentanan pantai dapat mempengaruhi perubahan garis pantai suatu daerah. Selain itu, ketinggian gelombang berkaitan dengan bahaya penggenangan air laut dan transport sedimen di pantai.

Pada penentuan kerentanan pesisir Pulau Rangsang ini menggunakan data *European centre for medium-range weather forecast* (ECMWF) dalam menentukan nilai ketinggian gelombang pecah, Tabel hasil pengolahan data ECMWF dari bulan Januari 2002 hingga Desember tahun 2020.

a. Fetch Efektif

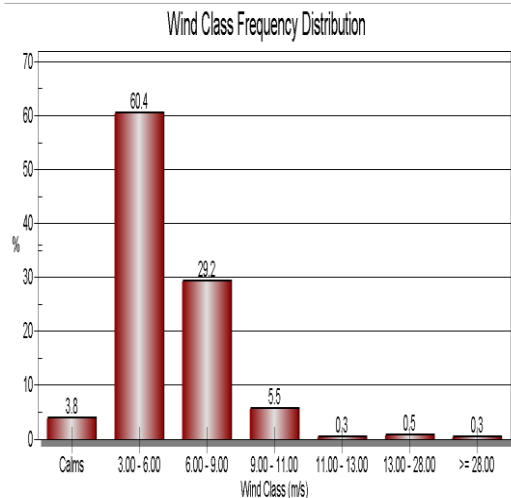
Fetch adalah panjang permukaan laut pada mana angin berhembus. Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya di bangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Pada suatu daerah dengan fetch tidak terbatas akan mendapatkan hembusan angin dengan kecepatan tertentu, dan dengan lama hembus tak terbatas akan menghasilkan gelombang dengan periode dan tinggi rata-rata tertentu. Keadaan ini disebut *full developed sea*, jika gelombang meninggalkan daerah pembangkit maka profil gelombang akan semakin halus dan tinggi gelombang rata-rata akan

berkurang karena gesekan udara. Berdasarkan pengamatan data angin yang telah di lakukan diketahui dalam bentuk diagram seperti gambar berikut ini:

Directions (Wind Classes (m/s))	3.00 - 6.00	6.00 - 9.00	9.00 - 12.00	12.00 - 20.00	>= 20.00	Total
1 N	0.01913	0.01913	0.00273	0.00000	0.00000	0.04096
2 NEy E	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3 NNE	0.00000	0.00000	0.00273	0.00000	0.00000	0.00273
4 NEy N	0.02732	0.01913	0.00000	0.00000	0.00000	0.04645
5 NEy N-N	0.00000	0.00000	0.00273	0.00000	0.00000	0.00273
6 NEy N-E	0.02732	0.00000	0.00273	0.00000	0.00000	0.03005
7 NEy E	0.00000	0.00273	0.00000	0.00000	0.00000	0.00273
8 ENE	0.01913	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01913
9 Eby N	0.01913	0.00273	0.00000	0.00000	0.00000	0.02186
10 E	0.01913	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01913
11 Eby S	0.01913	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01913
12 ESE	0.00273	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00273
13 SEy E	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
14 SEy N-E	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15 SEy N-S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
16 SEy S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
17 SSE	0.00273	0.00000	0.00273	0.00000	0.00000	0.00546
18 Sby E	0.00000	0.01913	0.00273	0.00000	0.00000	0.02186
19 S	0.00000	0.01913	0.00000	0.00000	0.00000	0.01913
20 Sby W	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
21 SSW	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
22 Sby S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
23 Sby N-S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
24 Sby N-W	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25 Sby W	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
26 WSW	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
27 Wby S	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Gambar 8. Tabel *Frequency Distribution* Pulau Rangsang

Sumber: Olah Data, 2021

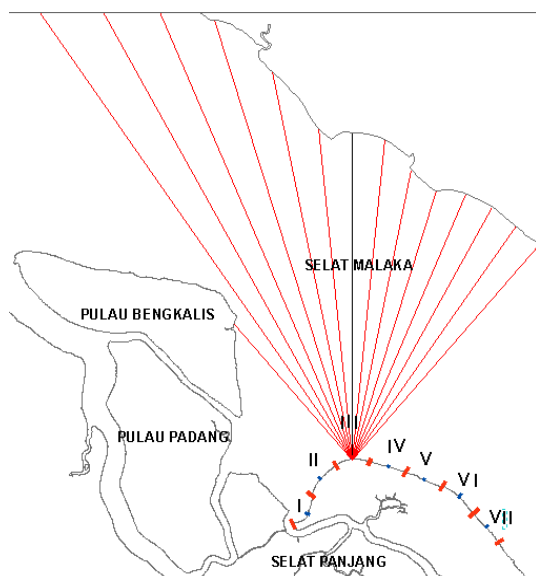


Gambar 9. Wind Class Frequency Distribution Pulau Rangsang

Sumber: Olah Data, 2021

Data diatas menunjukkan dominan tertinggi pada 3-6 m/s. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi. data yang diperoleh dari hasil pengamatan diatas selanjutnya akan dilakukan pengelompokan berdasarkan arah dan kecepatan angin. Dalam proses selanjutnya yaitu pembuatan diagram

Dari hasil *windrose* diatas dapat diketahui bahwasanya angin yang berasal dari arah Utara lebih mendominasi kecepatan angin selama pengamatan dilakukan.



Berikut disajikan perhitungan panjang *fetch* efektif dari masing-masing arah *fetch* yang berpengaruh

Tabel 1. Contoh hasil perhitungan *fetch* di Pesisir Pulau Rangsang

A	$\cos \alpha$	L (m)	L (km)	L $\cos \alpha$
-42	0,743	44147,5	44,147	32,808
-36	0,809	196988,2	196,988	159,367
-30	0,866	142693,1	142,693	123,576
-24	0,914	122269	122,269	111,698
-18	0,951	111198,7	111,199	105,756
-12	0,978	95414,32	95,414	93,329
-6	0,995	80139,04	80,139	79,700
0	1,000	78697,15	78,697	78,697
6	0,995	77351,4	77,351	76,928
12	0,978	71367,26	71,367	69,808
18	0,951	68033,39	68,033	64,704
24	0,914	69997,77	69,998	63,946
30	0,866	70049,23	70,049	60,664
36	0,809	69596,98	69,597	56,305
42	0,743	70072,7	70,073	52,074
Σ	7,255			1229,360
F_{eff}	=	=		
	169,4	169450,		
	5 km	1 m		

Analisis gelombang rencana dilakukan berdasarkan arah Utara sebagai arah *fetch* dominan dari Pesisir Pulau Rangsang. Dari hasil analisis data angin diperoleh kecepatan angin dominan untuk arah Utara sebesar 11,66 knot atau sama dengan 6 m/s.

$$U = 1,40 \times 6 = 8,4 \text{ m/s}$$

Untuk koreksi terhadap kecepatan angin dominan terukur dari stasiun meteorologi. Adapun koreksi yang perlu dilakukan menurut *Coastal Engineering Research Center* (1984) adalah sebagai berikut:

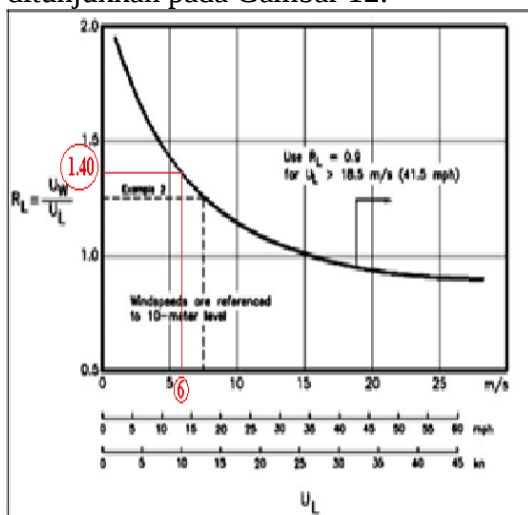
1. Koreksi Elevasi Pengukuran

Posisi pengambilan data angin perlu dilakukan koreksi elevasi terhadap $z = 10$ meter, namun karena elevasi stasiun pengukuran tidak diketahui diasumsikan posisi stasiun angin pada elevasi 10 meter.

$$U_{10} = 6 \left(\frac{10}{10} \right)^{\frac{1}{7}} = 6 \text{ m/s}$$

2. Koreksi Lokasi Pengukuran

Kecepatan angin yang tercatat pada stasiun pengukuran merupakan kecepatan angin yang terjadi di daratan sementara kecepatan angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang merupakan kejadian angin di laut, sehingga perlu dilakukan koreksi terhadap data angin yang berasal dari stasiun pengukuran. Karena kecepatan angin di daratan = 6 m/detik, maka digunakan grafik perbandingan kecepatan angin di laut terhadap kecepatan angin di daratan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



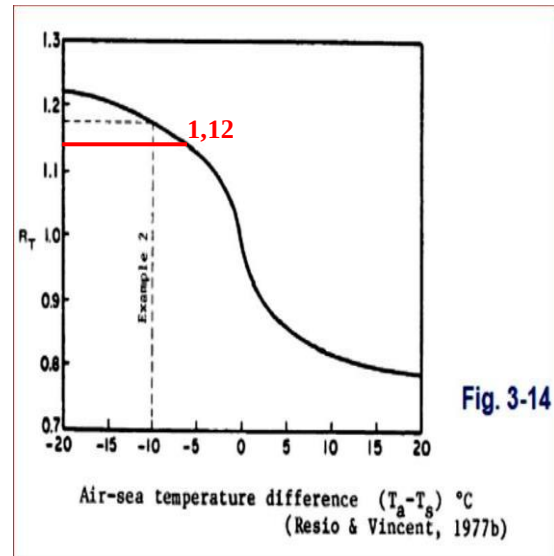
Gambar 12. Grafik perbandingan kecepatan angin di laut dan di darat

Sumber: Coastal Engineering Research Center, 1984

Dari penggunaan grafik di atas pada kecepatan $U_L = 6$ m/detik

3. Koreksi Temperatur

Data angin yang digunakan juga harus dikoreksi terhadap perbedaan yang terjadi antara temperatur pada stasiun pengukuran dengan temperatur di laut. Perbedaan temperatur antara darat dengan laut diperkirakan sebesar -5°C , sehingga digunakan grafik koreksi temperatur di laut dan di darat seperti untuk menghitung nilai koreksi pada Gambar 12.



Gambar 12. Perbandingan temperatur di laut dan di darat

Sumber: Coastal Engineering Research Center, 1984

Dari grafik didapatkan untuk perbedaan temperatur sebesar -5°C memiliki nilai koreksi temperature sebesar $R_T = 1,12$, maka kecepatan angin koreksi menjadi

$$1,12 \times 6 = 6,72 \text{ m/s}$$

4. Koreksi Duration

Jangka waktu kecepatan angin maksimum dirata-ratakan merupakan waktu yang diperlukan untuk kecepatan angin maksimum bergerak sejauh 1 mile (1 mile = 1609 m).

$$t = \frac{1609}{6,72} = 239,43 \approx 239$$

Kecepatan angin 6,72 m/detik merupakan kecepatan rata-rata pada 239 detik, disebut dengan $U_t=239$. Sehingga

harus dikonversikan menjadi kecepatan angin rata-rata dalam 1 jam, karena kecepatan angin terbesar didasarkan pada pengamatan jam-jaman.

$$\frac{U_{t=239}}{U_{t=3600}} = 1,277 + 0,296 \tanh\left(0,9 \log\left(\frac{45}{t}\right)\right) = 1,1$$

$$U_{t=3600} = \frac{6,72}{1,1} = 6,109 \text{ m/s}$$

5. Koreksi Faktor Tegangan Angin (*Wind Stress Factor*)

$$U_A = 0,71(6,109)^{1,23} = 6,58 \text{ m/s}$$

Setelah didapatkan kecepatan angin terkoreksi sebesar $U_A = 6,58$ m/detik maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan jenis gelombang pembangkit angin yang terdapat pada lokasi perairan. Jenis gelombang dapat ditentukan sesuai persamaan dalam *Coastal Engineering Research Center* (1984) sebagai berikut:

$$\frac{9t_d}{U_t} = 68,8 \left(\frac{9,81 \times 32905,288}{6,58^2} \right)^{2/3} = 26256,92 (7,15 \times 10^4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa hasil memenuhi persamaan di atas. Hal ini menunjukkan bahwa angin pembangkit gelombang dikategorikan sebagai **Not fully developed sea**.

b. Menghitung Tinggi dan Periode Gelombang

Perhitungan tinggi dan periode gelombang dominan ini akan dipakai sebagai acuan dalam menentukan skor pembobotan untuk analisis kerentanan pantai di wilayah Pesisir Pulau Rangsang. Adapun perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan untuk kondisi *Not fully arisen sea* dengan rumus sebagai berikut (*Coastal Engineering Research Center*, 1984):

Tinggi gelombang rencana (H_{mo})

$$H_{mo} = 0,0016 \times \left(\frac{9,81 \times 32905,288}{3,17^2} \right) = 0,61 \text{ m}$$

Periode gelombang rencana

$$\frac{9,81T_p}{3,17} = 0,2857 \times \left(\frac{9,81 \times 32905,288}{3,17^2} \right)^{1/3} = 3,74 \text{ dtk}$$

Maka dapat disimpulkan dari proses analisa gelombang rencana yang telah dilakukan didapat parameter rencana yang diperlukan sebagai berikut:

Tinggi gelombang (H_{mo}) = 0,61 meter

Periode gelombang (T_p) = 3,74 detik

Hasil perhitungan tinggi gelombang pada setiap segmen pengamatan disajikan pada Tabel 2. Berikut:

Tabel 2. Hasil perhitungan tinggi gelombang di Pesisir Pulau Rangsang

Segmen Pengamatan	Tinggi Gelombang (m)	Periode (s)
I	0,61	3,74
II	1,04	5,33
III	1,07	36,69
IV	1,07	36,69
V	1,23	5,98
VI	1,18	5,81
VII	1,09	5,52

Berdasarkan tabel di atas, titik V dan VI memiliki gelombang yang lebih tinggi daripada titik lainnya. Hal ini menyebabkan titik tersebut mengalami gerusan yang lebih besar daripada titik lainnya sehingga terjadi abrasi di titik tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil studi analisis kerentanan pesisir Pulau Rangsang berbasis sistem informasi geografis, menghasilkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Daerah yang memiliki tinggi gelombang tinggi adalah Desa Sonde (1,23 m) dengan nilai indeks kerentanan pantai di daerah tersebut 50-75.
2. Daerah yang memiliki indeks kerentanan pantai sedang adalah Desa Kedabu Rapat (1,07 m), Desa Tanah Merah (1,07 m). Nilai indeks kerentanan pantai di daerah tersebut 25-50. Hal ini disebabkan karena daerah ini mengalami abrasi yang parah dengan perubahan garis pantai pada interval tahun 2002 dan 2020 sebesar -14,61 m/tahun. Selain itu, wilayah ini juga tidak memiliki kawasan sabuk hijau sebagai penahan abrasi laut.
3. Daerah yang memiliki tinggi gelombang rendah adalah Desa Bantar (0,61 m). Nilai indeks kerentanan pantai di daerah tersebut 0-25. Hal ini disebabkan karena daerah ini memiliki kawasan sabuk hijau sebagai penahan abrasi laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial (2016). *Peta Geologi (Rupa bumi Indonesia) Skala 1:50.000*. Lembar Provinsi Jawa Barat, Cibinong-Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Kepulauan Riau dalam Angka 2017.
- Boruff, B.J., Emrich, C., Cutter, S.L., *Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Countries*. "Journal of Coastal Research", Vol. 21, No. 5, pp 932-942. West Palm Beach, Florida, 2005.
- Coastal Design Guidelines for NSW*. 2003. Coastal Cities.
- Coastal Engineering Research Center (CERC)*, 1984. *Shore Protect Manual Volume*. US Army Coastal Engineering Research Center.
- Washington.
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara terpadu*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- DKP, *Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Garis Pantai*, Jakarta, 2004.
- Google Inc. 2017. *Google Maps: Peta Lokasi Pulau Rangsang dalam* <http://maps.google.com/>
- Google Inc. 2017. *Google Maps: Peta Administratif Pulau Rangsang dalam* <http://maps.google.com/>
- Gornitz, V. M. 1991. *Global Coastal Hazards from Future Sea Level Rise. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*. 89: 379-398.
- Gornitz, V. M., dan T. W. White. 1992. *A Coastal Hazard Data Base for The US East Coast*. ORNL/CDIAC-45, NDP-043A. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge. Tennessee.
- Gornitz, V., Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1997). *Effects of anthropogenic intervention in the land hydrologic cycle on global sea level rise*. *Glob. Planet. Change*, 14, 147-161, doi: 10.1016/S0921-8181(96)00008-2.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. *Climate Change 2013 The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset UU No. 22 tahun 1999.
- Thieler, E. R., and Hammar-Klose, E. S., 2000. *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-*

Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Pacific Coast. U.S. Geological Survey, Open-File Report 00-178, 1 sheet.

- Wahyudi. 2008. *Assessment of the Coastal Vulnerability to Coastal Erosion in Coastal Area of the Districit of Tegal Central Java. Proceeding Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan.* ISSN 1412-2332: 131- 141.
- Wahyudi, et al. SENTA. 2009. *Analisa Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur.* ITS Surabaya.
- Winarso, S. E. Handayanto, Syekhfani, dan D. Sulistyanto. 2009. *Pengaruh Kombinasi Senyawa Humik dan $CaCO_3$ terhadap Alumunium dan FosfatTypic Paleudult Kentrong Banten Jurnal Tanah Tropika:* 14(2): 89- 95.