

PEMODELAN GELOMBANG MENGGUNAKAN SOFTWARE WATER MODELLING SYSTEM (SMS) CG WAVE PADA PANTAI WATUBANGGA KABUPATEN KOLAKA

Muh. Nurdiansyah Saputra. N¹, Rini Sriyani², Muriadin³, Erich Nov putra⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik Kelautan

Koresponden*, Email: muhrandy072@gmail.com;

Info Artikel	Abstract (font: Times New Roman 9 pt, bold)
Diajukan Diperbaiki Disetujui Keywords: : Wave Modelling, SMS - CG Wave, Watubangga Beach Kata kunci: Pemodelan Gelombang, SMS - CG Wave, Pantai Watubangga	<i>Coastal areas can be eroded due to continuous waves that threaten human life around the coast. Based on these problems, this also happened on the Watubangga beach, Kolaka Regency. The coastal area of Watubangga is vulnerable to shoreline changes caused by large-scale waves from sea breezes. To overcome this, it is necessary to have technology that is able to describe wave modeling in coastal areas. This study has a purpose, namely (1) to determine the height and period of waves on the Watubangga beach using the CERC SPM 1984 method (2) to determine the wave propagation model on the Watubangga beach using SMS - CG Wave. The method in this study uses the modeling method, which is a method in which natural phenomena are modeled on a small scale by using a modeling software and using analytical methods to collect data related to this research. The essence of this research is to calculate the wave forecast analytically using the CERC method (1984) and simulate the wave propagation model on the Surface Water Modeling System Software. The data collection techniques used consist of 2, namely primary and secondary. The results of the study using the CERC SPM 1984 method obtained information that the maximum significant wave height was 1.023 meters and the maximum significant wave period in the deep sea from the west was 5.325 seconds. From the direction of the wind, I took a period of 7.47 seconds by equating it with the wave forecasting conditions in the analysis results of the 25-year period of return calculation, while the distribution of the wave propagation direction pattern is based on the wave vector with a dominant west direction and a southwest direction with a maximum wave speed of 0.24 m/s.</i> Daerah pesisir pantai dapat terjadi pengikisan akibat hantaman gelombang secara terus menerus sehingga mengancam kehidupan manusia yang berada di sekitaran pesisir pantai. Berdasarkan permasalahan tersebut hal ini juga terjadi di pantai Watubangga Kabupaten Kolaka. Wilayah pesisir pantai Watubangga mengalami kerentanan terhadap perubahan garis pantai yang ditimbulkan oleh gelombang berskala besar dari angin laut. Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya teknologi yang mampu menggambarkan pemodelan gelombang pada daerah pantai. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu (1) untuk mengetahui tinggi dan periode gelombang pada pantai Watubangga dengan menggunakan metode CERC SPM 1984 (2) untuk mengetahui model penjalaran gelombang pada pantai Watubangga dengan menggunakan SMS - CG Wave. Metode pada penelitian ini menggunakan metode pemodelan yaitu suatu metode dimana gejala alam dimodelkan dalam skala kecil dengan menggunakan suatu software perangkat lunak pemodelan serta menggunakan metode analitik dengan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian ini. Inti sari dari penelitian ini adalah menghitung peramalan gelombang secara analitik dengan menggunakan metode CERC (1984) dan mensimulasikan dalam model penjalaran gelombang pada Software Surface Water Modelling System. Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri atas 2 yaitu secara primer dan sekunder. Hasil penelitian dengan menggunakan metode CERC SPM 1984 diperoleh informasi bahwa tinggi gelombang signifikan maksimum adalah 1,023 meter dan periode gelombang signifikan maksimum di laut dalam dari arah barat adalah 5,325 detik. Dari arah datang angin ini saya mengambil periode 7,47 detik dengan menyamakannya pada kondisi peramalan gelombang pada hasil analisa perhitungan kala ulang periode 25 tahun sedangkan distribusi pola arah penjalaran gelombang berdasarkan vektor gelombang dengan arah dominan barat dan arah barat daya dengan kecepatan gelombang maksimum 0.24 m/s

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Kabupaten Kolaka merupakan perairan (laut), sekitar ± 15.000 km² dengan panjang garis pantai 293,45 km. Di wilayah perairan ini terdapat sejumlah pulau-pulau besar, sedangkan wilayah daratan Kabupaten Kolaka luasnya 3.283,64 km². Pantai merupakan jalur atau wilayah pesisir yang mempunyai sifat dinamis, dapat berubah berdasarkan pengaruh laut dan sosial ekonomi bahari, hal ini dapat dilihat dengan adanya pasang tertinggi dan surut terendah. Sedangkan berdasarkan pengaruh dari darat dibatasi oleh proses alami dan aktivitas manusia. Daerah pesisir pantai dapat terjadi pengikisan akibat hantaman gelombang secara terus menerus

sehingga mengancam kehidupan manusia yang berada di sekitaran pesisir pantai yang dimana pesisir pantai Watubangga dijadikan sebagai kawasan pemukiman

Pantai Watubangga adalah salah satu destinasi wisata yang ada di Kecamatan Watubangga, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara dengan panjang pantai 800 m yang banyak dikunjungi masyarakat Kolaka hingga dari luar Kabupaten Kolaka. Secara umum karakteristik pantai Watubangga adalah pantai berpasir. Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya teknologi yang mampu menggambarkan pemodelan gelombang pada daerah pantai. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan menggunakan *software Surface Water Modelling System (SMS) CG WAVE* untuk memodelkan perubahan gelombang laut yang mengarah pada bangunan pengamanan pantai yang dapat menyebabkan kerusakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mencoba memodelkan gelombang dilokasi pantai Watubangga dengan menggunakan metode *hindcasting* dan *software Surface Water Modelling System (SMS) CG WAVE* dengan judul **“Pemodelan Gelombang Menggunakan Software Surface Water Modelling System (SMS) CG Wave Pada Daerah Pantai Watubangga Kabupaten Kolaka.”**

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

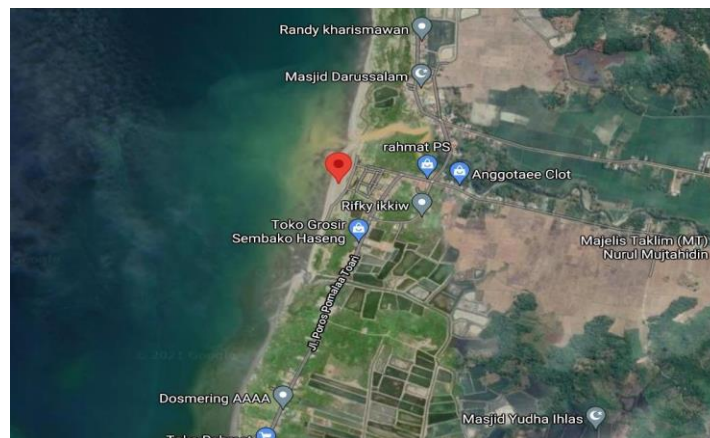
Pada penelitian ini digunakan metode pemodelan yaitu suatu metode dimana gejala alam dimodelkan dalam skala kecil dengan menggunakan suatu software perangkat lunak pemodelan serta menggunakan metode analitik dengan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian ini. Inti sari dari penelitian ini adalah menghitung peramalan gelombang secara analitik dengan menggunakan metode *CERC (1984)* dan mensimulasikan dalam model penjalaran gelombang pada *Software Surface Water Modelling System*.

SMS (Surface Water Modeling System) Surface Modeling System (SMS) adalah salah satu *software* untuk pemodelan lingkungan dengan model satu, dua atau tiga dimensi yang dikembangkan oleh *Environmental Modeling Research Laboratory (EMRL)* di *Brigham Young University* (lebih dikenal dengan *Engineering Computer Graphics Laboratory*) bekerjasama dengan *The U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station (USACE-WES)*, dan *The U.S. Federal Highway Administration (FHWA)*

Pemodelan transformasi gelombang dilakukan dengan menggunakan *software* refraksi dan difraksi 2D, model spektrum gelombang di pantai. Input pemodelan adalah tinggi gelombang, arah, periode, dan parameter spektrum gelombang. Output pemodelan adalah tinggi dan arah gelombang di pantai.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Pantai Watubangga Kabupaten Kolaka yang berjarak 51,8 KM dari pusat kota Kolaka. Pantai ini memiliki letak geografis $4^{\circ}26'16,8''$ LS dan $121^{\circ}31'0,41''$ BT dengan panjang pantai 1377 m yang terletak di Kelurahan Wolulu, Kecamatan Watubangga Kabupaten Kolaka. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (Sumber: Google Earth, 2022)

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa:

1. Pengumpulan Data Primer

a) Survei Bathimetri

Pelaksanaan survei bathimetri dilakukan untuk mengetahui kontur dasar laut dengan melakukan tracking sepanjang pantai Watubangga survey ini dilakukan sepanjang 500 m dari bibir pantai ke arah laut.

b) Pengamatan Pasang Surut

Pengumpulan data pasang surut dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan dengan lama waktu pengamatan yaitu 15 hari dengan interval waktu pembacaan tiap 1 jam.

2. Pengumpulan Data Sekunder

a) Data Angin

Data angin yang digunakan adalah data angin selama 13 tahun yaitu dari tahun 2009 hingga tahun 2021 yang diperoleh dari data angin NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) pada stasiun BMKG Stament Pomala.

b) Peta Administrasi

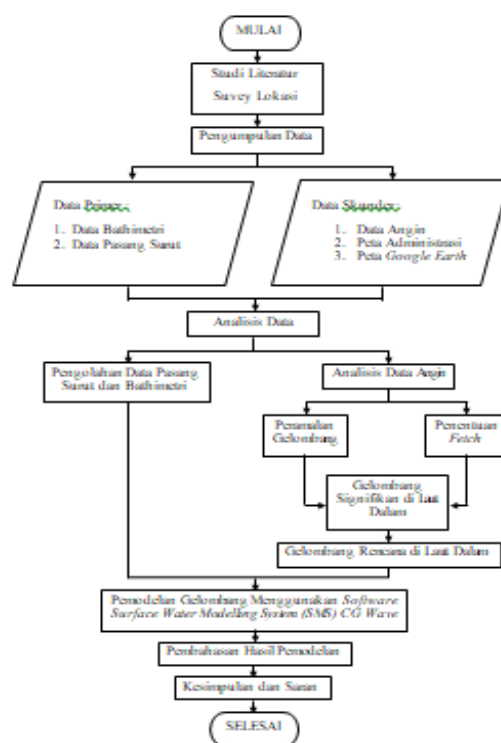
Peta administrasi Kabupaten Kolaka diperoleh dari situs resmi pemerintah Kabupaten Kolaka.

c) Peta *Google Earth*

Peta *google earth* diperoleh dari aplikasi *google earth*.

Analisis Data

Analisa data pada penelitian ini terdiri dari Analisa data pasang surut, Analisa data angin dengan tujuan meramalkan gelombang signifikan, penggabungan peta bathimetri dan topografi. Dari Analisa data tersebut, berperan penting sebagai dasar analisa numerik pada penjalaran gelombang yang akan terjadi. Berikut ini merupakan alur penelitian yang dimulai dari persiapan dalam menentukan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan, tahapan-tahapannya hingga pada akhirnya akan didapatkan hasil akhir yang ingin dituju dari penelitian ini.



Gambar 2. Kerangka alur penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Pantai Watubangga

Berdasarkan hasil dari survey dan pengamatan langsung di lapangan pada tahun 2021, kondisi pantai watubangga telah mengalami kerusakan pada bangunan pelindung pantai serta perubahan garis pantai yang diakibatkan gelombang tinggi, hal ini terlihat nyata di lapangan di mana di beberapa titik di sepanjang pantai terjadi sedimentasi/akresi yang cukup besar sehingga muara sungai di sisi kiri pantai watubangga tertutup oleh sedimentasi serta di beberapa bagian bangunan pelindung pantai mengalami kerusakan ringan hingga berat.



Gambar 3. Kondisi Eksisting Pantai Watubangga (Sumber : Survei Lapangan, 2021)

Analisis Data Bathimetri

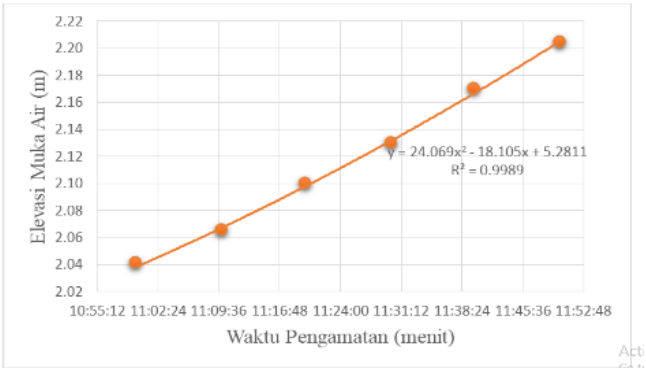
Pengamatan elevasi muka air dilakukan bersamaan dengan kegiatan *sounding*/ pemeruman. Elevasi muka air dicatat tiap 10 menit selama proses *sounding*/ pemeruman dilakukan.

Tabel 1. Tinggi muka air laut

Waktu	Elevasi Muka Air
Pengamatan	(m)
11:00:00 AM	2.04
11:10:00 AM	2.07
11:20:00 AM	2.10
11:30:00 AM	2.13
11:40:00 AM	2.17
11:50:00 AM	2.20

(Sumber : Survei Lapangan, 2021)

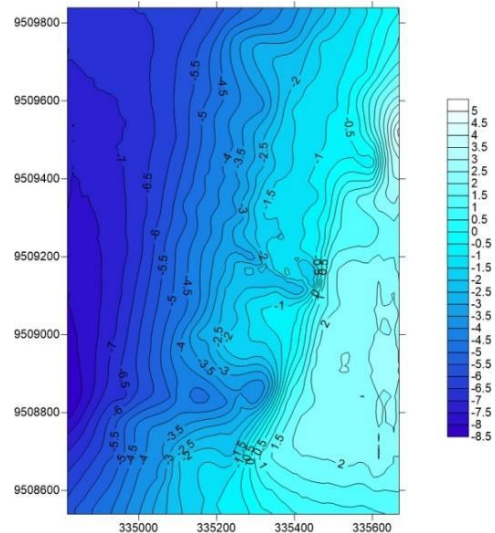
Dari hasil pengamatan tersebut diperoleh elevasi muka air laut selama berlangsungnya proses *sounding*. Data tersebut kemudian di plot kedalam sebuah grafik untuk memperoleh fungsi persamaan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Pengamatan Elevasi Muka Air(Sumber :Analisa Data, 2022)

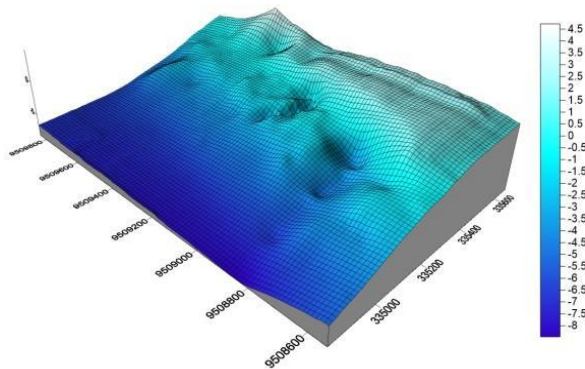
Fungsi persamaan pada grafik diatas digunakan untuk menentukan persamaan elevasi muka air laut pada saat *sounding* berlangsung, dimana x adalah waktu pengamatan dan y adalah elevasi muka air laut.

Kedalaman dasar laur ditentukan dari data kedalaman hasil *sounding* dengan metode *tracking* menggunakan *GPS Map Sounder*. Kedalaman dasar laut tersebut merupakan kedalaman koreksi (Z_{kr}), yaitu hubungan antara kedalaman hasil pengukuran bathimetri (z), koreksi elevasi muka air laut (kr) dan elevasi *tranducer* dari muka air saat pengukuran (h). Dari hasil pengukuran elevasi muka air laut, diperoleh persamaan $y = 24.069x^2 - 18.105x + 5.2811$. Pada saat *sounding*, diukur pula kedalaman *tranducer* dari muka air, dan diperoleh $h = 0,4$ m.



Gambar 5. Peta Kontur Bathimetri Topografi Pantai Watubangga (Sumber: Analisa Data, 2022)

Gambar di atas menunjukkan kondisi permukaan dasar laut dan daratan di pantai Watubangga Kabupaten Kolaka, kondisi pantai tersebut cukup landai dengan kemiringan dasar laut yaitu 1:36 atau 0,027 di tandai juga dengan banyaknya gundukan pasir di sekitar pantai tersebut.



Gambar 6 3D Kontur Bathimetri Pantai Watubangga (Sumber: Analisa Data, 2022)

Analisis dan penggambaran mawar angin (*Wind Rose*)

pada analisis dan penggambaran mawar angin akan digunakan data kecepatan dan arah angin dari tahun 2011-2021 yang diperoleh dari data angin NOAA pada stasiun BMKG Stamet Pomalaa. Data angin tersebut akan dikelompokkan berdasarkan kecepatan angin dan arahnya. Selanjutnya akan dicari jumlah frekuensi dan presentase dari tiap-tiap kelompok, yang hasilnya akan digunakan dalam menggambar mawar angin. Adapun hasil pengelompokkan data angin tersebut dapat diperoleh dari tabel berikut:

Tabel 1. Jumlah Kejadian Angin

FREKUENSI KEJADIAN ANGIN									
Kecepatan	Arah Angin								Jumlah Kejadian
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
0,3 <UZ<1,5	143	783	1908	200	200	568	1071	252	5125
1,6 <UZ<3,3	42	541	1247	121	117	979	1968	324	5339
3,4 <UZ<5,4	63	115	328	45	26	238	659	135	1609
5,5 <UZ<7,9	9	9	25	5	13	26	90	15	192
UZ>8	12	10	5	3	5	2	13	6	56
Jumlah ada angin	269	1458	3513	374	361	1813	3801	732	12321
jumlah tidak ada angin	16								
Total	12337								

(Sumber : Analisa Data, 2022)

Menentukan Panjang Pembangkitan Gelombang dengan Fetch Efektif

Didalam tinjauan pembangkitan gelombang dilaut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Didaerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan gelombang angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.

Besarnya *fetch* dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

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

Keterangan:

F_{eff} : *Fetch* rerata efektif

X_i (Fi) : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

Peta yang akan digunakan dalam menghitung panjang *fetch* efektif menggunakan peta yang diperoleh dari *google earth*. Untuk perhitungan *fetch*, akan menggunakan arah, Barat Laut, Barat, dan Barat Daya.

$$Fetch_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

$$Fetch_{eff} = \frac{2745.802}{16.903}$$

$$Fetch_{eff} = 143.085 \text{ km}$$

$$Fetch_{eff} = 14308.41 \text{ m}$$

Peramalan Gelombang dengan Metode CERC 1984

Sebagian besar gelombang di laut dibangkitkan oleh angin, di mana tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh kecepatan angin (U), lama hembus angin (t_d), dan *fetch* (F). Berikut adalah contoh analisis bangkitkan gelombang yang terjadi pada tanggal 01 Januari Tahun 2011, Barat (290°).

Tabel 2 Jumlah Frekuensi Kejadian Gelombang

Tinggi Gelombang (m)	Arah Angin								Jumlah Kejadian
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
0 <H0<0,2	0	0	0	0	0	710	1247	349	2306
0,2 <H0<0,3	0	0	0	0	0	430	764	125	1319
0,3 <H0<0,5	0	0	0	0	0	315	672	128	1115
0,5 <H0<0,6	0	0	0	0	0	234	542	75	851
H0>0,6	0	0	0	0	0	122	569	53	744
Jumlah	0	0	0	0	0	1811	3794	730	6335
jumlah tidak bergelombang	269	1458	3513	374	361	2	7	2	5986
Total									12321

(Sumber: Analisa Data, 2022)

Dari tabel data diatas dapat dicari presentase arah angin masing-masing dengan cara sebagai berikut :

Dilihat dari data tinggi gelombang $H0<0,1$ dengan arah angin Barat Daya yang mempunyai 1811 buah data, sehingga jika dihitung presentase menjadi:

$$\frac{1811}{12321} \times 100 \% = 14.70 \%$$

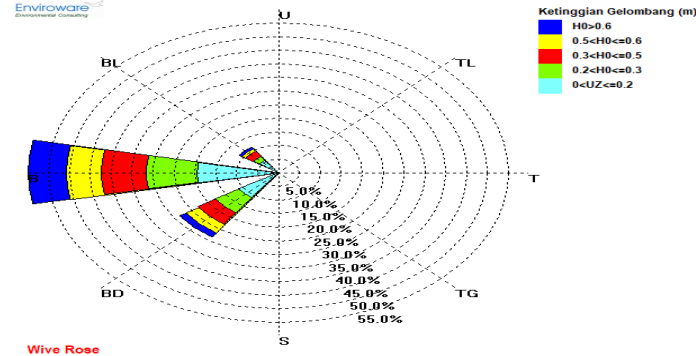
Demikian seterusnya untuk masing-masing arah, kemudian disajikan dalam bentuk tabel presentase data tinggi gelombang dan arah angina sebagai berikut:

Tabel 3 Presentase Jumlah Frekuensi Kejadian Gelombang

Tinggi Gelombang (m)	Persentase kejadian Angin								Jumlah Kejadian (%)
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
0 <H0<0,1	0	0	0	0	0	5,76	10,12	2,83	18,71
0,1 <H0<0,2	0	0	0	0	0	3,49	6,20	1,01	10,70
0,2 <H0<0,3	0	0	0	0	0	2,56	5,45	1,04	9,05
0,3 <H0<0,4	0	0	0	0	0	1,90	4,40	0,61	6,91
H0>0,4	0	0	0	0	0	0,99	4,62	0,43	6,04
Jumlah	0	0	0	0	0	14,70	30,79	5,92	51,41
jumlah tidak bergelombang									48,59
Total									100

(Sumber: Analisa Data, 2022)

Gambar 7. Wave Rose (Mawar Gelombang) (Sumber: Analisa Data, 2022)

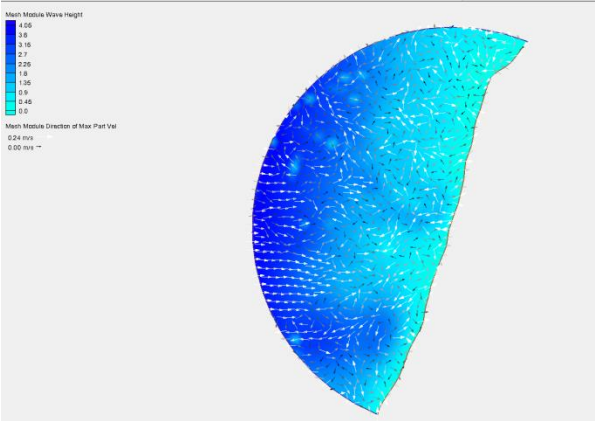


Untuk keperluan perencanaan struktur pantai, khususnya perlindungan pantai, data gelombang yang diperoleh dari peramalan melalui data angin harus dipilih pada ketinggian yang dapat mewakili dan disebut tinggi gelombang yang representatif (Triatmodjo, 1999). Oleh karena itu, untuk data gelombang yang ada, dipilih salah satu tinggi gelombang dengan nilai terbesar setiap tahunnya, kemudian dihitung tinggi gelombang yang dapat mewakili tingkat kepercayaan tertentu atau kala ulang tertentu.

Pemodelan Gelombang

Berdasarkan hasil *running model CG Wave* yang dimodelkan, pola penjalaran gelombang yang terlihat pada gambar vektor di bawah dengan arah dominan barat dan arah barat daya dengan kecepatan gelombang maksimum 0.24 m/s.

Gambar 8 Distribusi Pola Arah Penjalaran Gelombang (Sumber: Hasil Analisa Data, 2022)



Sedangkan dari hasil *running model CG Wave* gambar vektor gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju garis pantai, arah penjalaran gelombang yang terjadi secara acak yang dimana diakibatkan oleh kontur dasar laut yang landai dan terjadi pendangkalan (*shoaling*) disebagian daerah pantai, sehingga membuat arah datangnya gelombang tersebut tidak konstan dari laut dalam.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil seluruh pembahasan yang telah diuraikan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode CERC SPM 1984 di peroleh informasi bahwa tinggi gelombang signifikan maksimum adalah 1,023 meter dan periode gelombang signifikan maksimum di laut dalam dari arah barat adalah 5,325 detik.
2. Pada penelitian ini penjalaran gelombang yang saya simulasikan pada *software Surface Water Modelling System Modul CG Wave* adalah penjalaran pada arah Barat dengan sudut datang pada model isian 270 derajat.

Kemudian dari arah datang angin ini saya mengambil periode 7,47 detik dengan menyamakannya pada kondisi peramalan gelombang pada hasil analisa perhitungan kala ulang periode 25 tahun sedangkan distribusi pola arah penjalaran gelombang berdasarkan vektor gelombang dengan arah dominan barat dan arah barat daya dengan kecepatan gelombang maksimum 0.24 m/s.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] CERC (1984). Shore Protection Manual, Department of the ARMY, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Washington DC.
- [2] CERC. (1984). Shore Protection Manual Volume I. Washington: US Army Corps of Engineer.
- [3] Edy, H. (2013). Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya Dalam Peramalan Gelombang di Wilayah Timur Indonesia. Hendry Edy 1. 14(01).
- [4] Muriadin. (2010). Pengaruh Pembangunan Pelabuhan Waren Kabupaten Waropen Terhadap Perubahan Garis Pantai.
- [5] Nur Yuwono, 1982, Dasar – Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume I, Yogyakarta, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- [6] Putri, T. S., Sukri, A. S., & Sina, M. I. (2019). Pemodelan karakteristik gelombang dengan surface water modelling system (SMS) pada pantai pulau maginti. *Stabilita*, 7(3), 319–330.
- [7] Putri, T. S., Sukri, A. S., & Sina, M. I. (2019). Pemodelan karakteristik gelombang dengan surface water modelling system (SMS) pada pantai pulau maginti. *Stabilita*, 7(3), 319–330
- [8] Sabatun, K. M. H., Jansen, T., & Jasin, M. I. (2019). PROVINSI MALUKU UTARA. 7(8), 999–1006.
- [9] Sahalessy, G. L., Jansen, T., Mamoto, J. D., & Sam, R. (2018). Pemodelan Arah Arus Air Laut Di Pantai Moinit Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 6(12), 1149–1158.
- [10] Sujatmoko, B., Fauzi, M., & Ananta Putra, D. (2019). Wave pattern simulation around the breakwater configuration in Bantan coast, Bengkalis. *MATEC Web of Conferences*, 276, 04018.