

**VALIDASI GELOMBANG LAUT DI PERAIRAN TELUK TERIMA KABUPATEN BULELENG
PROVINSI BALI DENGAN SOFTWARE MIKE 21**

**VALIDATION OF OCEAN WAVES IN THE WATERS OF THE BAY OF ACCEPTANCE,
BULELENG DISTRICT, BALI PROVINCE WITH MIKE 21 SOFTWARE**

¹ Refirson Arivan Silaban, ²Nadia Zahrina W, ²Billy Yanfeto, ²Rifqi Noval Agassi

¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: refrison99silaban@gmail.com

Abstrak

Teluk Celukantrima atau Thank Bay yang berada pada 08° 08' 21.1393" S - 114° 32' 00.5824" E. Pantai Teluk Thank merupakan salah satu tempat wisata di Pulau Bali namun belum banyak diketahui oleh wisatawan. Informasi data gelombang laut jangka pendek dan jangka panjang sangat diperlukan untuk memanfaatkan berbagai aktivitas laut. Validasi data diperlukan untuk mengetahui keakuratan hasil analisis data dengan data pengukuran lapangan. Pengukuran tingkat akurasinya menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan juga menggunakan korelasi yaitu menentukan besaran yang menyatakan adanya hubungan yang kuat pada suatu data. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi gelombang laut di perairan Teluk Terima Kabupaten Buleleng Provinsi Bali dengan software mike 21 di Balai Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut. Time step dan jumlah time step yang digunakan diperoleh mulai tanggal 22-31 Agustus 2022. Validasi *Significant Wave Height* (SWH) nilai gelombang RMSE sebesar 0,2972 atau 29,72%, dengan tingkat kebenaran mendekati hasil survey lapangan dari Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut sebesar 70,28%. Nilai korelasinya sebesar 0,035882. Pada analisa model mike jika korelasinya sama dengan hasil pasut maka hasil modelnya bagus, namun jika hasil gelombangnya berbeda tetap memerlukan *tune-up* model, dari parameter lain agar nilai gelombangnya bisa mendekati hasil survei.

Kata Kunci : Gelombang, Signifikan Tinggi Gelombang (SWH), Mike 21

Abstract

Celukantrima Bay or Thank Bay which is at 08° 08' 21.1393" S - 114° 32' 00.5824" E. Teluk Thank Beach is one of the tourist attractions on the island of Bali but not much known by tourists. Information on short-term and long-term sea wave data is needed to take advantage of various marine activities. Data validation is needed to determine the accuracy of data analysis results with field measurement data. Measuring the level of accuracy using the Root Mean Square Error (RMSE) and also using a correlation that is determining a quantity that states there is a strong relationship in a data. This study aims to validate sea waves in the waters of the Bay of Thank, Buleleng Regency, Bali Province with the mike 21 software at the Naval Hydrographic and Oceanographic Center. The time step and number of time steps used were obtained starting from 22-31 August 2022. Validation of Significant Wave Height (SWH) for the RMSE wave value of 0.2972 or 29.72%, with this level of truth approaching the results of a field survey of the Indonesian Navy's Hydro-Oceanographic Center is 70.28%. The correlation value is 0.035882. In the analysis of the mike model, if the correlation is the same as the tide results, the model results are good, but if the wave results are different, you still need a model tune-up, from other parameters so that the wave values can be close to the survey results.

Keywords : Wave, Significant Wave Height (SWH), Mike 21

1. PENDAHULUAN

Teluk Celukantrima atau yang sering disebut Teluk Terima yang berada pada $08^{\circ} 08' 21.1393''$ S - $114^{\circ} 32' 00.5824''$ T. Pantai Teluk Terima adalah salah satu objek wisata yang berada di Pulau Bali namun belum banyak diketahui oleh wisatawan. Karena belum banyak yang mengetahui objek wisata satu ini, membuat keindahan alam dari pantai Teluk Terima masih tetap terjaga. Pantai Teluk Terima sendiri berada di sebuah teluk yang agak sedikit menjorok kedalam dari laut lepas. Posisi yang sedikit menjorok ini membuat pantai tidak terlalu memiliki gelombang laut atau berombak. Selain sebagai salah satu destinasi wisata. Pantai Teluk Terima juga sering digunakan sebagai akses yang digunakan untuk menuju ke Pulau Menjangan (Prameswara, 2022).

Terjadinya gelombang laut karena adanya gaya pembangkit yang bekerja pada permukaan laut, seperti adanya angin, gempa, gerakan kapal. Informasi data gelombang laut jangka pendek maupun jangka panjang sangat diperlukan untuk dimanfaatkan bermacam aktivitas kelautan. Data gelombang laut jangka pendek bisa dimanfaatkan untuk kegiatan di pantai maupun lepas pantai, seperti operasi pelabuhan, pengeboran minyak, efisiensi dan keselamatan pelayaran, sarana olah raga dan penangkapan ikan. Data gelombang jangka panjang bisa dimanfaatkan untuk pembangunan pelabuhan, pengeboran minyak, pembangunan pembangkit tenaga listrik, serta menentukan besarnya transpor sedimen di pesisir laut dan transformasi garis pantai (Nugroho dan Joesidiawati, 2021).

Kajian tentang karakteristik gelombang yang memuat informasi variasi tinggi gelombang bulanan di perairan Indonesia sangat diperlukan sebagai suatu acuan bagi kebutuhan masyarakat dan pemerintah dalam melaksanakan kegiatan pelayaran,

perdagangan, perikanan, serta penelitian di wilayah perairan Indonesia (Kurniawan *et al.* 2011). Validasi data adalah langkah pemeriksaan untuk memastikan bahwa data tersebut telah sesuai kriteria yang ditetapkan dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang akan dimasukkan ke dalam basis data telah diketahui dan dapat dijelaskan sumber dan kebenaran datanya.

Menurut Putra *et al.* (2021) Validasi data diperlukan untuk mengetahui tingkat akurasi data hasil analisis dengan data hasil pengukuran di lapangan. Pengukuran tingkat akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan juga menggunakan korelasi yaitu menentukan suatu besaran yang menyatakan adanya hubungan kuat pada suatu data.

Mike 21 adalah suatu perangkat lunak rekayasa profesional yang berisi sistem pemodelan yang komprehensif untuk program komputer untuk 2D *free-surface flows*. *Mike 21* dapat diaplikasikan untuk simulasi hidrolika dan fenomena terkait di sungai, danau, estuari, teluk, pantai dan laut. Program ini dikembangkan oleh *DHI Water and Environment*. Menurut Azhar *et al.* (2011) *MIKE 21 SW* dapat digunakan untuk prediksi gelombang dan analisa dalam skala regional dan skala lokal. *MIKE 21 SW* juga digunakan dalam hubungannya dengan perhitungan transportasi sedimen, yang mana sebagian besar ditentukan oleh kondisi gelombang dan *wave-induced currents*. *MIKE 21 SW* dapat digunakan untuk menghitung kondisi gelombang dan *radiation stresses*.

2. MATERI DAN METODE

2.1. Materi Penelitian

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil model *MIKE 21 Spektral Wave* gelombang data hasil pengukuran gelombang berupa *significant wave height* (H_s) dari data survei lapangan Pushidrosal. Data yang dibutuhkan dalam membuat model gelombang laut ini berupa

data garis pantai, batimetri, dan pasang surut serta data survei gelombang laut. Data garis pantai dan batimetri didapatkan dengan melakukan digitasi pada peta laut Indonesia No.290 kemudian di input kedalam *MIKE 21*. Sedangkan data pasang surut didapatkan melalui prediksi pada *software MIKE 21* dan menggunakan data survei pasut Pushidrosal sebagai validasinya

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), perangkat keras yang digunakan antara lain: komputer/laptop dan *mouse* untuk pengolahan data, sedangkan perangkat lunak yang digunakan antara lain: *software MIKE 21* untuk pemodelan, *ODV (Ocean Data View)* untuk mengekstrak data, *Microsoft Excel* untuk menganalisis data. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi data Angin yang di dapat dari ECMWF (*European Centre for Medium Range Forecasts*) dengan waktu 22-31 agustus 2022 dengan resolusi $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian yang bersifat kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan data berupa angka-angka, bersifat sistematis dan analisis data menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009). Penelitian ini data yang di inputkan berupa nilai. Data tersebut dianalisis menggunakan hasil model dan hasil survei data lapangan Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut.

Validasi Data Gelombang dilaksanakan menggunakan dua metode, RMSE dan Korelasi, dengan penjelasan sebagai berikut :

2.2.1 RMSE (Root Mean Square Error)

RMSE merupakan suatu cara yang sering digunakan didalam pengevaluasian hasil peramalan yaitu dengan menggunakan

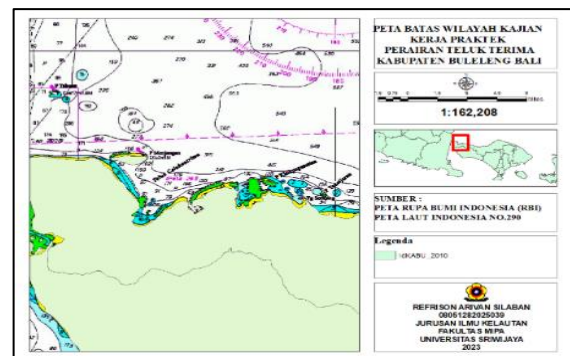
RMSE, *error* yang ada menjelaskan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan hasil yang akan di estimasi. Nilai RMSE rendah membuktikan bahwa variasi nilai dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya.

2.2.2 Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi/hubungan (*measures of association*). Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variable.

Sebelum melakukan validasi dan analisa terhadap data gelombang, tentunya perlu adanya data yang akan di persiapkan. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil model *MIKE 21 Spektral Wave* gelombang data hasil pengukuran gelombang berupa *significant wave height (Hs)* dari data survei lapangan Pushidrosal. Langkah pertama yaitu mencari data gelombang pemodelan *MIKE 21 Spektral Wave*. Kemudian lakukan analisis serta lakukan validasi dengan data yang telah disediakan oleh Pushidrosal.

Lokasi penelitian berada pada perairan selat bali sesuai dengan peta laut Indonesia. adapapun peta domain daerah kajian pada penelitian ini seperti pada Gambar 1.



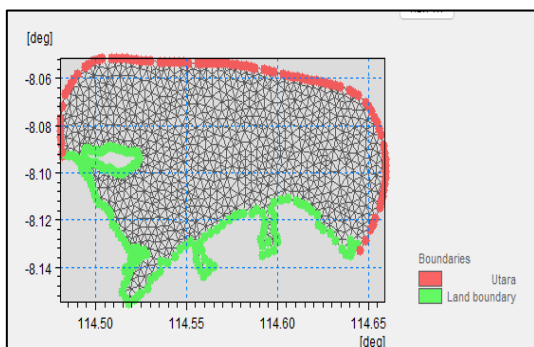
Gambar 1. Peta wilayah kajian

2.3 Model Gelombang

Pemodelan gelombang menggunakan program *MIKE 21 Spectral Wave* dapat menggambarkan proses penjalaran yang terjadi di lokasi penelitian dan dapat mengetahui proses transformasi gelombang seperti refraksi dan difraksi. Data model dalam *MIKE 21 Spectral Wave* dimaksudkan untuk memasukkan beberapa parameter hidrodinamika yang menunjang dalam perhitungan komputasional (Cezalipi *et al.* 2017). Sebelum mengeluarkan *output* tentunya ada langkah-langkah yang perlu dilakukan, sebagai berikut :

2.3.1 Penentuan Domain

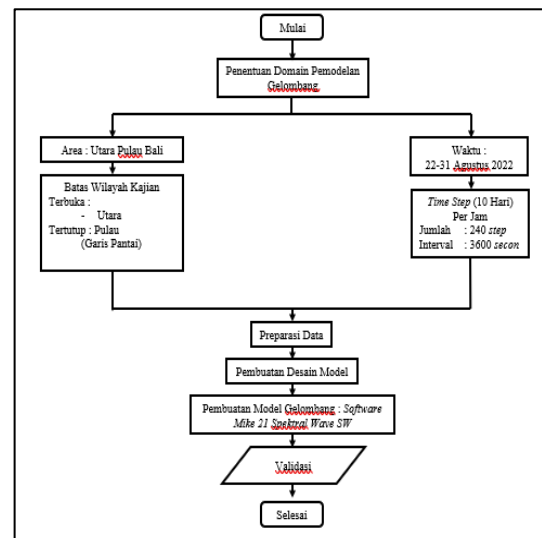
Wilayah kajian adalah Perairan Utara Pulau Bali pada koordinat $08^{\circ} 08' 21.1393''$ S - $114^{\circ} 32' 00.5824''$ T. Batas daerah kajian dibuat menjadi 2 *boundary* yaitu batas terbuka (*Open Boundary*) yaitu batas wilayah kajian dengan perairan Laut Bali dan batas Selatan Batas Tertutup (*Close Boundary*) yaitu batas dengan Pulau Bali. Sedangkan parameter yang dikaji pada kerja praktek ini adalah gelombang laut sebagai data utama dengan data masukkan desain model yaitu garis pantai, batimetri, pasang surut, angin, dan arus serta rata-rata spektrum gelombang di *boundary*-nya. Peta batas wilayah kajian disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Batas wilayah kajian

Secara temporal, pembuatan model melalui software *MIKE 21* membutuhkan waktu sesuai interval step dan jumlah time step dibutuhkan. Time step dan Jumlah time step

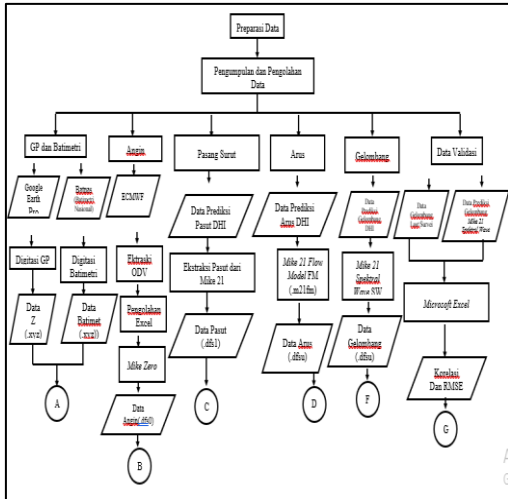
yang digunakan yaitu mulai dari tanggal 22-31 Agustus 2022. Time step yang digunakan adalah 3600 sekon atau per jam dan Jumlah time step nya sebanyak 240 sehingga dikalkulasikan berjumlah selama sepuluh hari. Ruang lingkup kajian pemodelan disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Ruang Lingkup Pemodelan

2.3.2 Preparasi Data

Tahap preparasi data berupa pengumpulan dan pengolahan data mentah menjadi data yang siap digunakan sesuai fungsinya. Data yang digunakan pada kerja praktek ini berupa data sekunder yang digunakan sebagai data masukan dan data komparasi. Tahapan pengumpulan dan pengolahan data disajikan dalam diagram alir pada Gambar 4.

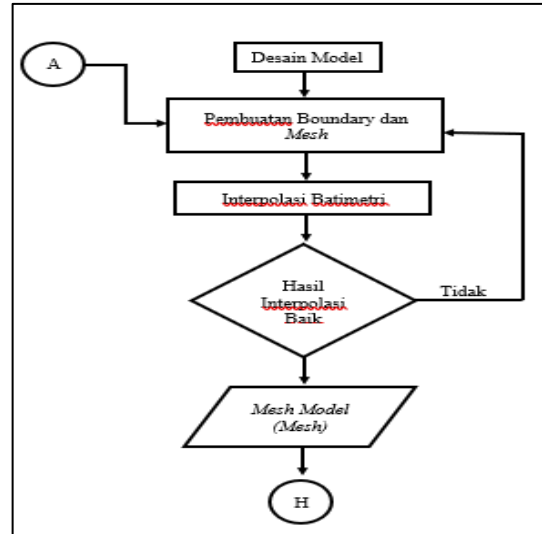


Gambar 4. Pengumpulan dan pengolahan data

Data-data diatas didapatkan melalui penyedia data *scientific* yang dapat diperoleh dari Pushidrosal dan website resmi penyedia data secara spesifik.

2.3.3 Pembuatan Desain Model

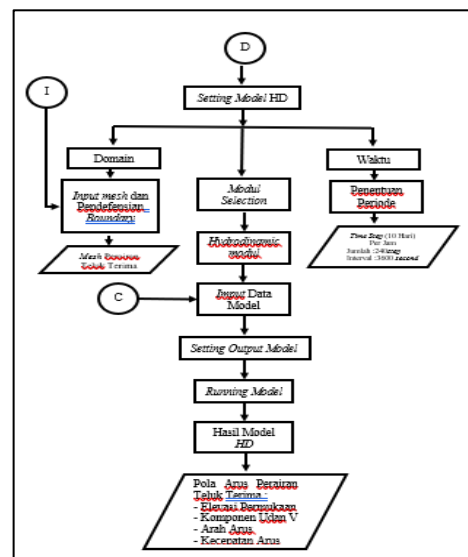
Mesh area yang telah dibuat dimasukkan data batimetri kemudian data batimetri tersebut akan dilakukan interpolasi. *Mesh* yang berasal dari proses interpolasi data batimetri dengan desain model, jika hasil interpolasi dinilai tidak sesuai maka proses diulang hingga mendapatkan nilai interpolasi yang sesuai. Keluaran data dari proses ini berbentuk (.mesh) yang selanjutnya menjadi input domain pada model MIKE 21 Flow Model FM dan model MIKE 21 Spectral Waves FM.



Gambar 5. Pembuatan desain model

2.3.4 Setting Model Hidrodinamika (HD)

Setting model HD (Hidrodinamika) merupakan proses pengaturan model hidrodinamika untuk mendapatkan komponen arus laut sebagai data masukan pada model gelombang. Proses ini meliputi domain model, *input* periode dan pemilihan serta setting modul model (*Hydrodynamics Module*). Setelah proses tersebut dilakukan maka dilakukan *running* model secara komputasi otomatis oleh *software* MIKE 21.



Gambar 6. Setting model hidrodinamika (HD)

2.3.5 Setting Model Spektral Wave (SW)

Setting Model Spectral Wave dilakukan untuk mendapatkan komponen gelombang laut yang dibutuhkan berupa *Significant Wave Hight* (SWH), *Peak Periode Wave* (P), dan *Mean Wave Direction* (MWD) serta Tinggi Gelombang Maksimum (HMax). Jumlah step dan interval step yang digunakan mengikuti setting model HD. Hasil dari running model ini mejadi data utama kajian dari kerja praktek sesuai tujuan yang diinginkan.

2.3.6 Analisis Interpolasi Batimetri

Metode tersebut adalah Natural Neighbor atau dikenal sebagai interpolasi Sibson. Menurut Garnero dan Godone (2013) konsep interpolasi natural neighbor adalah bobot yang didefinisikan oleh proporsi overlap antara poligon Voronoi (*Thiessen Poligon*) baru yang terbentuk diantara titik-titik interpolasi dengan poligon Voronoi awal yang menghubungkan titik-titik yang berdekatan.

2.3.7 Analisis Gelombang Laut

Data gelombang hasil pengamatan dianalisis dengan metode penentuan gelombang refresentatif. Data yang telah didapatkan dari pengukuran lapangan diurutkan dari data tertinggi sampai terendah kemudian dihitung parameter gelombang refresentatif yaitu gelombang *significant wave height* (Hs) (Triatmodjo, 2008).

$$n = 33.3 \% \times \text{Jumlah Data}$$

$$H_s = \frac{h_1 + h_2 + h_3 \dots \dots + h_n}{n}$$

$$T_s = \frac{T_1 + T_2 + T_3 \dots \dots + T_n}{n}$$

Keterangan

- H_s = Tinggi gelombang signifikan (m)
- T_s = Periode gelombang signifikan (s)
- n = Jumlah data
- $h_1 \dots h_n$ = Urutan tinggi gelombang 1,2, ... n

$h_1 \dots h_n$ = Urutan periode gelombang 1,2 ... n

2.3.8 Validasi Data Gelombang

Nilai dari validasi didapatkan dengan menggunakan persamaan RMSE (*Root Mean Square Error*) berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (X_i - Y_i)^2}$$

Keterangan :

RMSE : *Root Mean Square Error*

Y_i : data hasil simulasi

X_i : data lapangan

N : jumlah data

Semakin tinggi nilai koefisien validitas suatu instrumen, maka semakin baik instrumen tersebut (Yusup, 2018).

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - \sum X_i^2)(n \sum Y_i^2 - \sum Y_i^2)}}$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi

n = jumlah responden

X_i = Nilai Data Lapangan

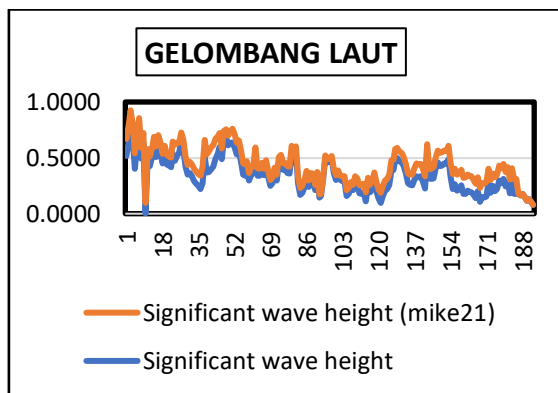
Y_i = Nilai Data Survei

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang merupakan kajian utama pada kerja praktek ini dengan harapan dibangun sebuah model yang mendekati kondisi alam sebenarnya. Keluaran parameter model yang dikaji adalah *Significant Wave Heigth* (SWH) atau Tinggi gelombang Signifikan dan arah gelombang yang dikaitkan dengan parameter pembangun model yang dimasukkan kedalam modul *Spectral Waves FM*. Data gelombang ini kemudian dikomparasikan dengan data survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL dengan menghitung nilai RMSE dan Korelasi. Titik lokasi validasi berada di koordinat 08° 08' 21.1393" S - 114°

32' 00.5824" T yang merupakan titik daerah kajian dan dapat dianggap mewakili Perairan Teluk Terima. Grafik ditunjuk pada Gambar 7.

Berdasarkan grafik spektrum gelombang diatas, hasil validasi *Significant Wave Height* (SWH) gelombang didapatkan nilai RMSE sebesar 0,2972 atau 29,72% dengan ini tingkat kebenaran mendekati hasil survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL adalah 70,28%. Kondisi error disebabkan oleh data masukan yang dimungkinkan tidak tercakup oleh model. Tetapi model tersebut dapat diterima karena nilai RMSE kurang dari 40% (Chormański *et al.* 2009 dalam Gemilang *et al.* 2020; Sugiyono, 2011 dalam Leksono *et al.* 2013). Kondisi gelombang di Perairan Teluk Terima memiliki H_s tertinggi sebesar 0,78 meter dan H_s terendah sebesar 0,002 meter. Sedangkan rata-rata H_s yang terbentuk sebesar 0,34 meter. Kondisi gelombang



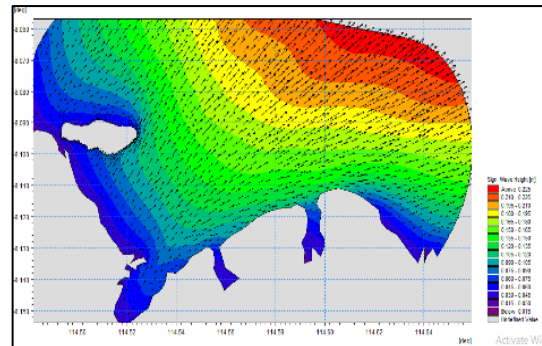
Gambar 7. Grafik Spektrum Gelombang Laut

Tabel 1. Validasi SWH (*Significant Wave Height*)

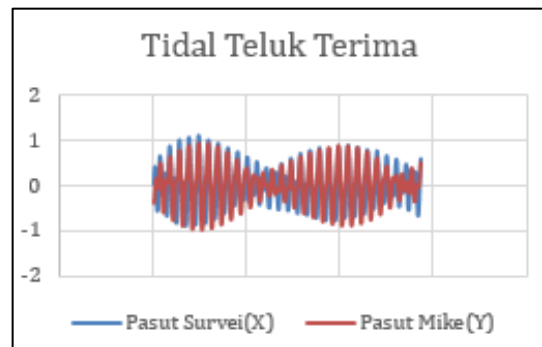
Validasi	RMSE	KORELASI
	0.252498	0.583294086
Hs tersebut berdasarkan data data survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL.		

Secara analisa model MIKE bila korelasinya sama dengan hasil pasut maka hasil modelnya bagus, namun kalau beda dari hasil gelombangnya, masih memerlukan

tune-up model, dari parameter yang lain agar nilai gelombangnya bisa mendekati dengan hasil survei.



Gambar 8. Hasil Pemodelan Spektral Wave SWH



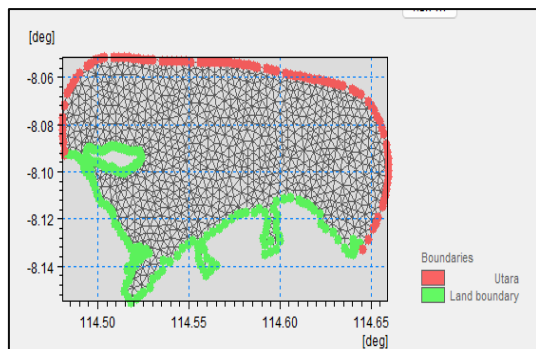
Gambar 9. Grafik pasang surut

Berdasarkan grafik diatas garis jingga mewakili prediksi *DHI Global Tide* dan garis biru mewakili data survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL. Grafik tersebut menggambarkan periode pasang-surut yang hampir sama pada setiap elevasinya. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan Korelasi yang didapatkan dari hasil perbandingan pasang-surut survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL dengan pasang-surut model sebesar 0.25 atau sebesar 25% dan nilai korelasi sebesar 0.5.

Tabel 2. Validasi pasang surut

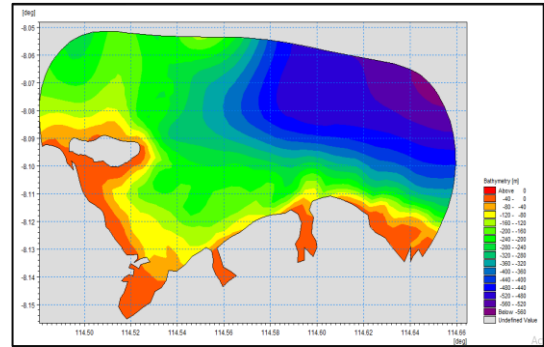
Nilai koefisien validitas berkisar antara		
Validasi	RMSE	KORELASI
	0.2572	0.035882
+1,00 sampai -1,00. Nilai koefisien +1,00 mengindikasikan bahwa individu pada uji instrumen maupun uji kriteria, memiliki hasil yang relatif sama, sedangkan jika koefisien validitas bernilai 0 mengindikasikan bahwa tidak ada hubungan antara instrumen dengan kriterianya. Menurut Rezky, (2018) interval nilai korelasi pada 0.59 menunjukkan bahwa hubungan cukup kuat.		

Desain model yang dibentuk diperuntukan untuk skenario dalam model Hidrodinamika sebagai data masukan dan Model Spectral Waves FM. Skenario model yang dibentuk berupa Perairan Selatan Kabupaten Lingga dengan batasan yang telah ditentukan. Syarat batas tersebut akan dimasukkan data komponen pasang-surut sebagai gaya penggerak dalam simulasi model dengan format data yaitu .dfs1 (*line series*) serta dengan tipe bervariasi sepanjang batasan dan waktu.



Gambar 10. Batas wilayah kajian

Batas daerah kajian dibuat menjadi 2 *boundary* yaitu batas terbuka (*Open Boundary*) yaitu batas wilayah kajian dengan perairan Laut Bali dan batas Selatan Batas Tertutup (*Close Boundary*) yaitu batas dengan Pulau Bali.



Gambar 11. Hasil interpolasi batimetri

Interpolasi batimetri dari data batimetri Pushidrosal didapatkan dari metode Natural Neighbor atau dikenal sebagai interpolasi Sibson. Hasil interpolasi ini akan mempengaruhi tinggi gelombang yang dibentuk dengan diskritisasi melalui persamaan pada modul Spectral Waves FM. Dari hasil interpolasi batimetri dengan masukan data batimetri dari Pushidrosal.

Berdasarkan data batimetri Pushidrosal pada Peta Laut Indonesia No. 290, perairan pada teluk ini memiliki nilai kedalaman sebesar 36 meter. Wilayah mencakup perairan Teluk Terima, dan pulau menjangan. Pada wilayah perairan utara dan selatan memiliki kedalaman tertinggi, daerah tersebut semakin dalam dikarenakan topografi mendekati bagian utara mendekati laut utara jawa dan bagian selatan merupakan perairan yang terhubung langsung dengan samudera hindia.

4. KESIMPULAN

Kondisi gelombang di Perairan Teluk Terima memiliki H_s tertinggi sebesar 0,78 meter dan H_s terendah sebesar 0,002 meter. Sedangkan rata-rata H_s yang terbentuk sebesar 0.34 meter. Kondisi gelombang H_s tersebut berdasarkan data data survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL. sedangkan hasil dari pemodelan Kondisi gelombang di Perairan Teluk Terima memiliki H_s tertinggi sebesar 0.19meter dan H_s terendah sebesar 0.01 meter. Sedangkan rata-rata H_s yang terbentuk sebesar 0.09 meter. Kondisi gelombang H_s tersebut

ditunjukkan pada hasil *output* model *Spektral wave SW*.

Validasi *Significant Wave Height* (SWH) gelombang didapatkan nilai RMSE sebesar 0.2972 atau 29,72% dengan ini tingkat kebenaran mendekati hasil survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL adalah 70.28%. Nilai korelasi 0.035882, Secara analisa model mika bila korelasinya sama dengan hasil pasut maka hasil modelnya bagus, namun kalau beda dari hasil gelombangnya, masih memerlukan tune-up model, dari parameter yang lain agar nilai gelombangnya bisa mendekati dengan hasil survei. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan Korelasi yang didapatkan dari hasil perbandingan pasang-surut survei lapangan Pusat Hidro-Oceanografi TNI AL dengan pasang-surut model sebesar 0.25 atau sebesar 25% dan nilai korelasi sebesar 0.5.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, R.M., Wurjanto, A. Yuanita, N. 2011. Studi pengamanan pantai tipe pemecah gelombang tenggelam di pantai tanjung kait. Jurnal Program Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air Vol.10(1): 1-22
- Cezalipi, J., Prasetyawan, I. B., & Marwoto, J. (2017). Kajian Karakteristik Gelombang Laut Akibat Pengaruh Rencana Pembangunan Pelabuhan Patimban, Subang. *Journal of Oceanography*, 6(3), 475-484.
- Denpasar.suara.com. (2022, 23 Desember). Pesona Pantai Teluk Terima, Objek Wisata Tersembunyi di Bali. Diakses Pada 11 Januari 2023: <https://denpasar.suara.com/read/2022/12/23/063451/pesona-pantai-teluk-terima-objek-wisata-tersembunyi-di-bali>
- Kurniawan, R. Habibie MN. Suratno S.2011. Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol 12(3)
- Nugroho, K. dan Joesidawati, M.I. 2021. Analisis Kecepatan Angin Pada Karakteristik Gelombang Laut di Perairan Tuban. *Prosiding SNasPPM* Vol. 6(1): 432-436
- Putra, TWL. Zainuri M. Sugianto DN.2021. Studi Penjalaran Gelombang Laut di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina* Vol.10(1): 75-87.

