

PEMODELAN NUMERIK ARUS PASANG SURUT 2D MENGGUNAKAN SOFTWARE MIKE 21 (STUDI KASUS SELAT BANGKA)

2D NUMERICAL MODEL OF TIDAL CURRENT USING SOFTWARE MIKE 21 (BANGKA STRAIT STUDY CASE)

Anggrani Aulia Rahma¹, Dian Adrianto², Kurnia Malik²

¹ Ilmu Kelautan, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya

² Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

ABSTRAK

Perairan Selat Bangka merupakan perairan yang berada diantara Pulau Sumatera dan Pulau Bangka. Perairan Selat Bangka memiliki peranan penting bagi masyarakat, umumnya dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan dan jalur transportasi untuk penyaluran bahan-bahan maupun hasil pengolahan industri. Kondisi hidrodinamika di perairan meliputi arus, gelombang, dan pasang surut. Arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Pemodelan dalam mengelola pola arus dibangun dengan menggunakan suatu persamaan kontinuitas dan menggunakan persamaan momentum dengan perata-rataan kedalaman. Mike 21 adalah perangkat lunak pemodelan terhadap pesisir dan perairan laut. Memasukkan data-data pendukung seperti data batimetri, data arus, dan data pasang surut. Pengukuran pemodelan juga melakukan pemodelan numerik untuk mengetahui pola arus secara spasial dan temporal dengan menggunakan model DHI MIKE 21.

Kata kunci: Arus, Hidrodinamika, MIKE 21, Pemodelan, Selat Bangka

ABSTRAC

The waters of the Bangka Strait are the waters between Sumatra Island and Bangka Island. The waters of the Bangka Strait have an important role for the community, generally being used as a fishing area and transportation route for distributing materials and industrial processing products. Hydrodynamic conditions in waters include currents, waves and tides. Currents are water movements that result in horizontal and vertical displacement of water masses. Modeling for managing current patterns is built using a continuity equation and using a momentum equation with depth averaging. Mike 21 is coastal and marine modeling software. Enter supporting data such as bathymetry data, current data and tidal data. Modeling measurements also carry out numerical modeling to determine spatial and temporal flow patterns using the DHI MIKE 21 model.

Keywords: Current, Hydrodynamics, MIKE 21, Modeling, Bangka Strait

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan dengan memiliki panjang garis pantai 108.000 km yang menyebar di 17.504. Garis pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan juga dipengaruhi sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan dibatasi oleh kegiatan manusia di lingkungan darat. Perairan Selat Bangka merupakan perairan yang berada diantara Pulau Sumatera dan Pulau Bangka.

Perairan Selat Bangka memiliki peranan penting bagi masyarakat, umumnya dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan dan jalur transportasi untuk penyaluran bahan-bahan maupun hasil pengolahan industri. Masukan air sungai dari daratan sekitar yang bermuara di Selat Bangka berperan dalam mempengaruhi kondisi perairan.

Kondisi hidrodinamika di perairan didapatkan informasi tentang kondisi hidrodinamika meliputi arus, gelombang, dan

pasang surut. Ketika kondisi muka laut surut atau menuju surut maka kecepatan arus mencapai nilai lebih besar atau maksimal. Ketika ketinggian air laut telah mencapai puncak, kecepatan arus air laut relatif hampir sama saat air laut surut. Kecepatan arus air laut meningkat setelah terjadinya air tertinggi yaitu sekitar 4 - 6 jam setelah air laut tertinggi. Saat terjadi pasang, air laut mengalir menuju pantai (Irawan *et al.* 2018).

Pengukuran pemodelan juga melakukan pemodelan numerik untuk mengetahui pola arus secara spasial dan temporal dengan menggunakan model DHI MIKE 21. Arah dan kecepatan arus laut merupakan proses kompleks karena merupakan dampak dari interaksi pola pasang surut, dan kedalaman perairan (Riyadi *et al.* 2014).

Alternatif untuk mengkaji pola arus laut adalah dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika, memanfaatkan teknologi komputer yang mampu memberikan gambaran pola arus laut pada suatu perairan. Pendekatan model hidrodinamika dengan menggunakan software MIKE 21 diharapkan dapat memberikan penggambaran pola arus laut (Amirullah *et al.* 2014).

Mike 21 adalah perangkat lunak untuk pemodelan terhadap pesisir dan perairan laut. Memasukkan data-data pendukung seperti data batimetri, data arus, dan kedalaman yang terdapat di wilayah tersebut, maka akan didapatkan hasil tinggi muka air, kecepatan arus, dan arah arus yang terjadi dalam jangka waktu tertentu (Hardhiyanti *et al.* 2018).

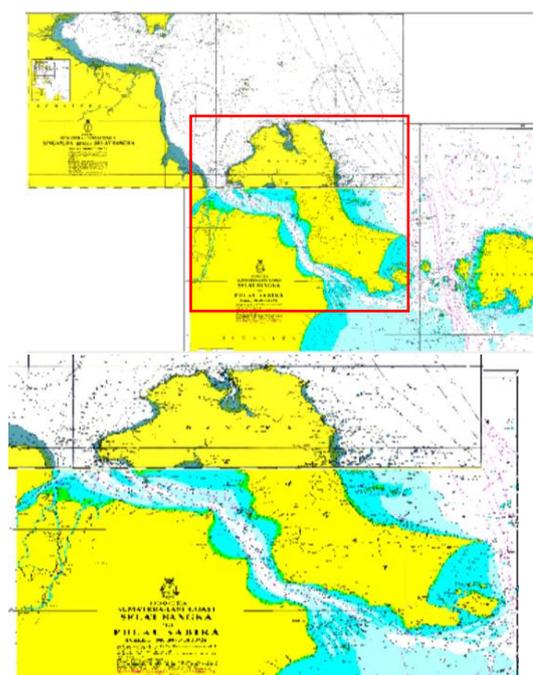
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang utama dalam penelitian ini adalah pemodelan Hidrodinamika 2 Dimensi menggunakan MIKE 21. Model hidrodinamika Mike 21 flow model (Mike 21 HD) merupakan sebuah sistem model numerik yang mensimulasikan level muka air dan alirannya di estuary dan area pantai. Data bathimetri

didapatkan dengan melakukan digitasi peta yang kemudian di *input* ke dalam MIKE 21. Data pasang surut didapatkan dari MIKE 21 dan website BIG (Badan Informasi Geospasial). Data arus didapatkan dari MIKE 21 dan website *Marine Copernicus*

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Selat Bangka dengan cakupan area dipilih meliputi Pulau Bangka, Pulau Lepar, Pulau Seniur, Pulau Kelapan, Pulau Burung, Pulau Tinggi, pulau-pulau kecil yang tersebar di Perairan Selat Bangka.

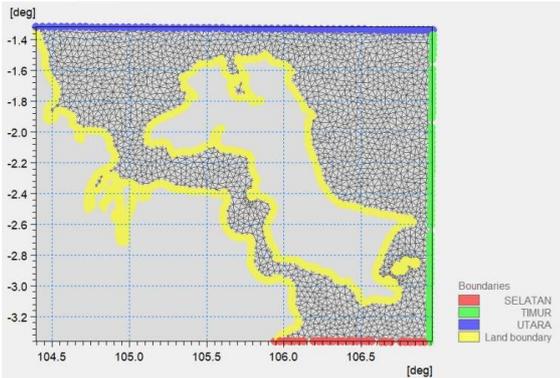


Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber : Peta Laut Indonesia
PUSHIDROSAL Nomor 103 dan 104)

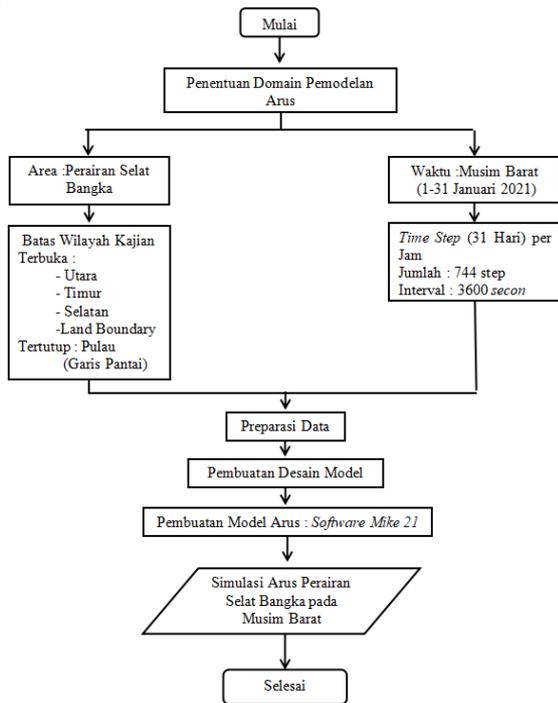
2.2 Proses Pengolahan Awal

Ada beberapa tahap pengolahan awal dalam mengolah pemodelan arus, yaitu proses penentuan domain model. Domain model untuk menghasilkan model gelombang terdiri atas area dan waktu yang dikaji. Untuk wilayah kajian adalah Perairan selat Bangka. Batas daerah kajian dibuat menjadi 4 *boundary* yaitu Utara, Timur, Selatan, Land boundary. Wilayah pada kerja praktek kali ini memakai sistem boundary berbentuk segi empat mengikuti Peta

Laut Indonesia No.103 dan 104 dengan titik pusat berada di Perairan Pulau Bangka.



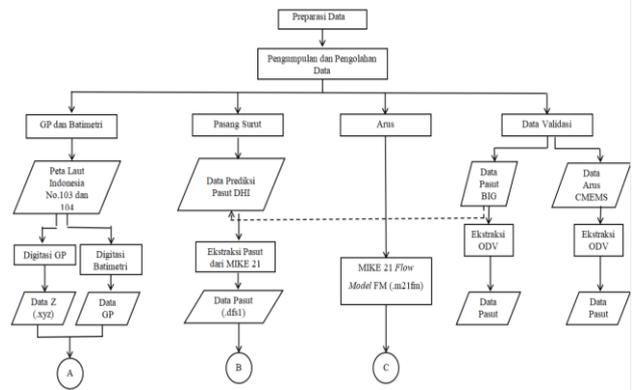
Gambar 2 Batas Wilayah Kajian



Gambar 3 Ruang Lingkup Pemodelan

2.3 Preparasi Data

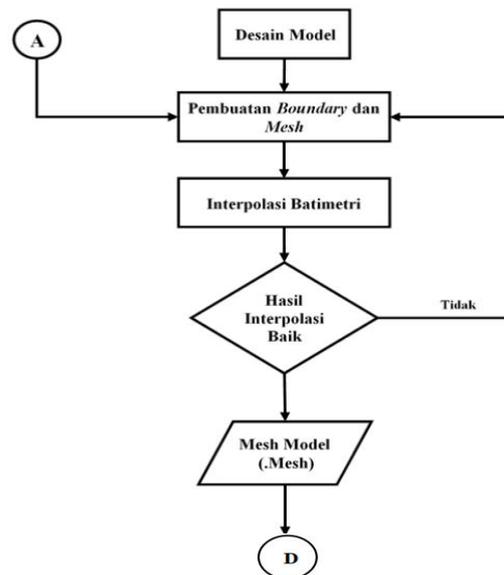
Tahap preparasi data berupa pengumpulan dan pengolahan data mentah menjadi data yang siap digunakan sesuai fungsinya. Data yang digunakan pada kerja praktek ini berupa data sekunder yang digunakan sebagai data masukan dan digunakan sebagai data komparasi.



Gambar 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

2.4 Pembuatan Desain Model

running model secara komputasi otomatis oleh software MIKE 21. Pembuatan desain model dilakukan untuk batasan wilayah dan sebagai tempat input data masukkan pembangun model. Desain Model dibangun sesuai domain model dengan batasan-batasannya serta data masukan model yang diharapkan membangun model dengan simulasi yang baik dengan data error yang kecil.



Gambar 5 Pembuatan Desain Model

3. ANALISIS DATA

3.1 Analisis Hasil Interpolasi Batimetri

Analisis hasil interpolasi batimetri dilakukan menggunakan software MIKE 21 dengan dokumen *Mesh Generator*. Nilai yang

dianalisis merupakan nilai *scatter* data yang berisi batimetri untuk mengisi titik-titik interpolasi.

3.3 Analisis Tipe Pasang Surut

Tipe pasang – surut juga berpengaruh untuk perubahan arus laut secara temporal. Menurut

3.2 Setting Model 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

- $F = 1.5 - 3$: Pasang – surut campuran dominasi tunggal
- $F = > 3$: Pasang – surut tunggal

3.4 Validasi Model

Model yang dibangun dapat dikatakan dengan baik jika model tersebut mendekati kondisi sebenarnya di alam, besaran nilai validasi model yang dapat diterima dengan nilai $RMSE < 40\%$. 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*

X_i : data hasil simulasi

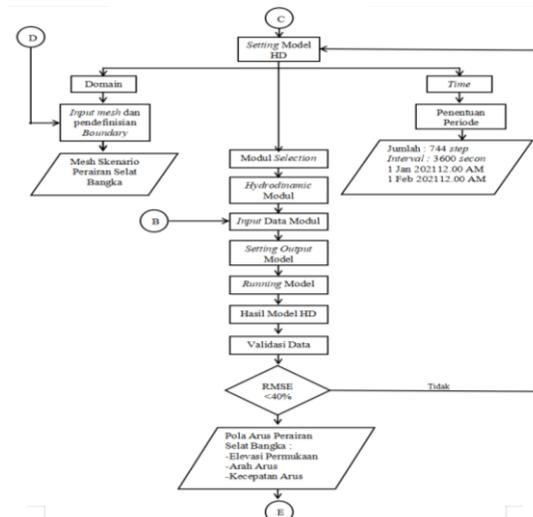
Y_i : data lapangan

N : jumlah data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data dalam pembuatan pemodelan arus di Selat Bangka menggunakan *software* MIKE 21. Cakupan area dipilih meliputi Pulau Bangka, Pulau Lepar, Pulau Seniur, Pulau Kelapan, Pulau Burung, Pulau Tinggi, pulau-pulau kecil yang tersebar di Perairan Selat Bangka. Cakupan area pulau ini selanjutnya dapat disebut batasan tertutup (*close boundary*).

Hasil yang didapat yaitu *surface elevation*, *current speed* dan *current direction*



Gambar 6 Setting Model Hidrodinamika Pond and Pickard (1983) pasang – surut yang lebih sistematis menggunakan “rasio bentuk” F dengan formulasi

$$F = \frac{(K1 + O1)}{(M2 + S2)}$$

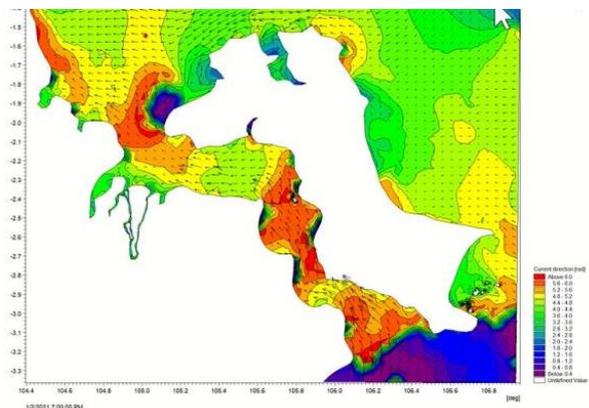
Keterangan :

$K1$ dan $O1$: Konstanta pasut harian utama

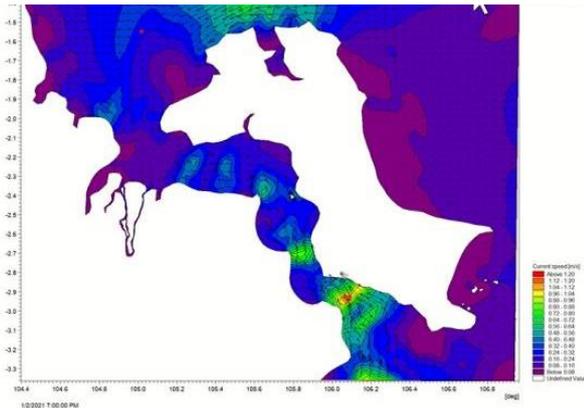
$M2$ dan $S2$: Konstanta pasut ganda utama

Hasil dari kalkulasi tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

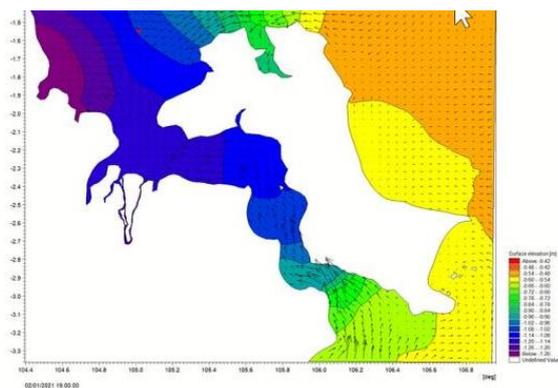
- $F = 0 - 0.25$: Pasang – surut ganda (*Semi-diurnal Tides*),
- $F = 0.25 - 1.5$: Pasang – surut campuran dominasi ganda



Gambar 7 Current Direction



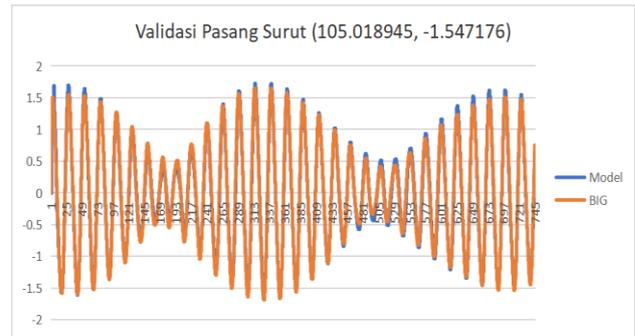
Gambar 8 Current Speed



Gambar 9 Surface Elevation

4.1 Pasang Surut

Pasang Surut merupakan salah satu data masukan model dalam membangun model yang diharapkan. Data masukan ini perlu divalidasi agar model yang terbangun dapat mendekati kondisi sebenarnya. Data pasang surut diperoleh dari prediksi *DHI Global Tide* melalui *software MIKE 21 toolbox* dengan format data masukan *Line Series (.dfs1)* terhadap *boundary* terbuka. Data ini kemudian data ini dikomparasikan dengan data prediksi pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Waktu pengukuran dari 1 Januari 2021 00:00:00 WIB sampai 1 Februari 2021 00:00:00.

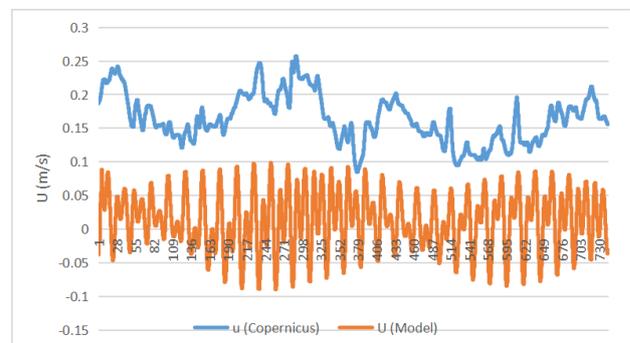


Gambar 10 Grafik Validasi Pasang Surut Model-BIG

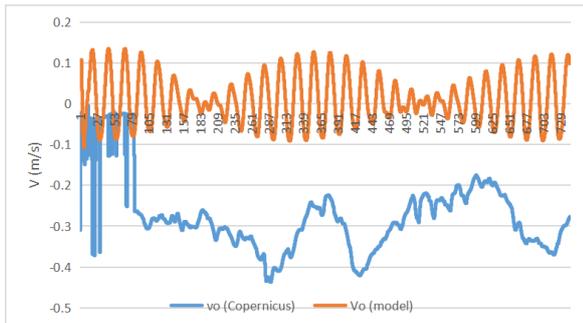
Berdasarkan grafik diatas garis biru mewakili prediksi DHI Global Tide dan garis jingga mewakili prediksi BIG. Grafik tersebut menggambarkan periode pasang – surut yang hampir sama pada setiap elevasinya. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang didapatkan dari hasil perbandingan pasang-surut BIG dengan pasang-surut model sebesar 0.09 atau sebesar 9% . Dari nilai tersebut model dapat diterima jika nilai kurang dari 40%. Data ini diharapkan dapat membangun model yang baik dengan nilai RMSE < 40%.

4.2 Model Hidrodinamika (Arus laut)

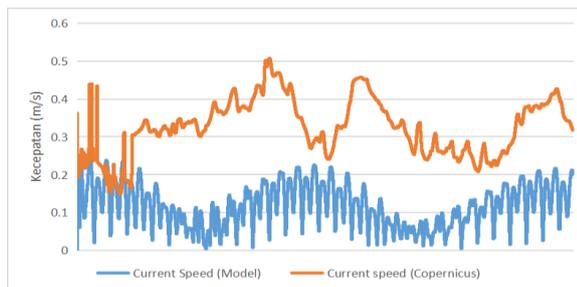
Pemodelan hidrodinamika yang dihasilkan yang dihasilkan berupa *U-velocity component*, *V-velocity component*, dan *Current Speed*. Data arus ini kemudian dikomparasikan dengan data arus dari (CMEMS) dengan menghitung nilai RMSE.



Gambar 11 Uo-Velocity



Gambar 12 Vo-Velocity



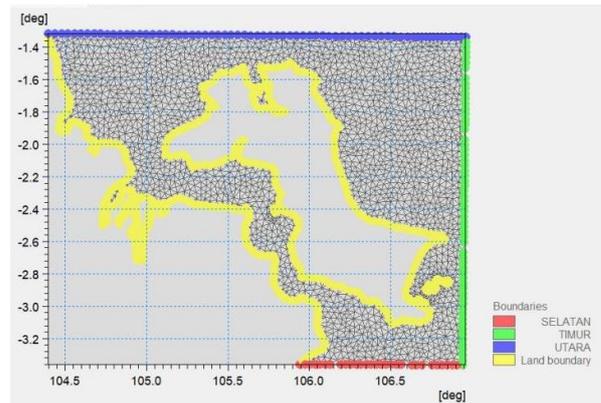
Gambar 13 Current Speed

Berdasarkan Gambar diatas, hasil validasi arus laut didapatkan nilai RMSE *Uo-Velocity Component* sebesar 0.1604 atau 16,04%, lalu *Vo-Velocity Component* sebesar 0.3022 atau 30,22% dan terhitung pada *Current Speed* sebesar 0.2284 atau 22,84%.

4.3 Pendefinisian Syarat Batas dan pembuatan Mesh

Syarat Batas (*Boundary Condition*) yang dibentuk memiliki 4 Syarat Batas (*Boundary Condition*) yaitu Utara, Timur, Selatan, Barat, dan *Land Boundary*.

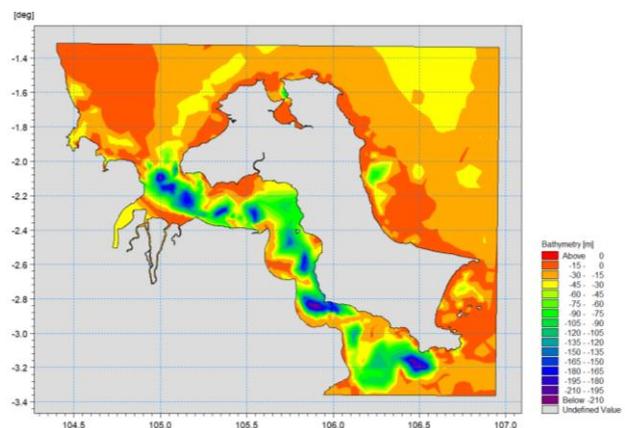
Mesh yang dibentuk menggunakan *mesh generator* pada modul MIKE Zero, akan menghasilkan *nodes* dan *elements* secara otomatis melalui *triangle code*. Mesh yang dibentuk dimodifikasi dengan sudut terkecil dan dilakukan *smoothing mesh* untuk menghasilkan *mesh* yang lebih baik dalam penerapan simulasi model.



Gambar 14 Desain Model Selat Bangka

4.4 Interpolasi Batimetri

Berdasarkan data batimetri Pushidrosal pada Peta Laut Indonesia No.103 dan 104, perairan ini memiliki nilai kedalaman maksimum sebesar 195 meter. Pulau-pulau kecil tersebar disekeliling pulau Bangka. Dari data tersebut juga terlihat bermacam kedalaman pada perairan Selat Bangka.



Gambar 15 Interpolasi Batimetri Selat Bangka

4.5 Paramaterisasi Hidrodinamics Model (HD)

Pemodelan HD menggunakan data masukan boundary berupa data pasang surut terhadap mesh yang telah dibentuk.

Parameter	Implementasi dalam model
<i>Mesh</i>	<i>Mesh</i> skenario Perairan Selat Bangka (Peta Laut Indonesia No. 103 dan 104)
<i>Time of Simulation</i>	1.) <i>Number of Time step</i> = 744 2.) <i>Time Step Interval</i> = 3600 s 3.) <i>Simulation Start Date</i> = 01/01/2021 00:00 AM 4.) <i>Simulation End Date</i> = 31/01/2021 23:00 PM
<i>Module Selection</i>	1.) <i>Hydrodynamic</i>
<i>Solution Technique</i>	<i>Low Order</i>
<i>Boundary Condition</i>	1.) <i>Type = Specified level</i> 2.) <i>Format = Varying in time and along boundary</i> 3.) <i>Time series = Tide forecasting</i>

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil bahwasannya tahapan pemodelan gelombang laut menggunakan *Software* MIKE 21 dimulai dari pengumpulan data, pembuatan *boundary, setting time and domain, setting* model HD hingga validasi model. Nilai RMSE pasang surut yaitu 9%, Uo-Velocity Component sebesar 0.1604 atau 16,04%, lalu Vo-Velocity Component sebesar 0.3022 atau 30,22% dan terhitung pada Current Speed sebesar 0.2284 atau 22,84%. Model tersebut diterima karena RMSE <40%. Masukkan data pengolahan pemodelan arus yaitu batimetri, kedalaman dan pasang surut.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PUSHIDROSAL atas diberikan ijin untuk menggunakan peta laut Indonesia No. 103 dan 104. Saya ucapkan terima kasih kepada Dinas Oseanografi dan Meteorologi (Osemet) PUSHIDROSAL karena sudah menerima saya sebagai mahasiswa magang dan terima kasih

kepada pembina lapangan saya atas ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah AN, Sugianto DN, Indrayanti E. 2014. Kajian pola arus laut dengan pendekatan model hidrodinamika dua dimensi untuk pengembangan pelabuhan kota tegal. *Oseanografi* Vol. 3(4): 671 - 682
- Hardhiyanti WF, Kurniadi YN, Mustikasari E, Noviadi Y. 2018. Pola hidrodinamika di perairan nunukan sebagai usulan pada permasalahan abrasi pulau-pulau kecil. *Institut teknologi nasional*. Vol 4(2): 58 - 69
- Irawan S, Fahmi R, Roziqin A. 2018. Kondisi hidro-oseanografi (pasang suru arus laut, dan gelombang) perairan Nongsa Batam. *Kelautan* Vol. 11(1) 56 - 63
- Pond S, Pickard GL. 1983. *Introductory dynamical oceanography*. Oxford: Butterworth – Heinemann.
- Riyadi A, Said NI, Santos M. 2014. Kondisi oseanografid iselat matak kabupaten kepulauan anambas melalui model hidrodinamika. *Kelautan* Vol. 1(1): 181 - 192

