

**PEMODELAN ARUS LAUT PERAIRAN SELAT BALI 2D  
MENGUNAKAN SOFTWARE MIKE 21**

**2D OCEAN CURRENT MODELING OF THE BALI STRAIT WATERS  
USING MIKE 21 SOFTWARE**

<sup>1</sup>Julio Richardo Heryadi, <sup>2</sup>Nadia Zahrina W, <sup>2</sup>Billy Yanfeto, <sup>2</sup>Rifqi Noval Agassi

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

\*Koresponden penulis: julioricardho@gmail.com

**Abstrak**

Perairan Selat Bali merupakan perairan yang relatif sempit (sekitar 960 mil atau 1776 km) yang menghubungkan Laut Flores dan Selat Madura di utara dan Samudera Hindia di selatan. Selat ini merupakan salah satu selat yang mempunyai fungsi dan peranan penting dalam transportasi laut di Indonesia. Kondisi hidrodinamika pada perairan seperti arus, gelombang, dan pasang surut. Arus laut merupakan perpindahan massa air dari suatu tempat ke tempat lain. Pemodelan dalam mengatur pola arus dibangun menggunakan persamaan kontinuitas dan menggunakan persamaan momentum dengan rata-rata kedalaman. MIKE 21 adalah perangkat lunak pemodelan pesisir dan kelautan. Data yang dimasukkan untuk membuat pemodelan arus laut adalah garis pantai, batimetri, dan pasang surut.

**Kata Kunci:** Aliran, Hidrodinamika, MIKE 21, Pemodelan, Selat Bali.

**Abstract**

*The waters of the Bali Strait are relatively narrow waters (about 960 miles or 1776 km) connecting the Flores Sea and the Madura Strait in the north and the Indian Ocean in the south. This strait is one of the straits that has an important function and role in sea transportation in Indonesia. Hydrodynamic conditions in waters such as currents, waves, and tides. Ocean currents are the mass transfer of water from one place to another. Modeling in managing current patterns is built using the continuity equation and using the momentum equation with depth averaging. MIKE 21 is a coastal and marine modeling software. The data that is entered to make the modeling of ocean currents is the coastline, bathymetry, and tides.*

**Keywords :** Flow, Hydrodynamics, MIKE 21, Modeling, Bali Strait.

**1. PENDAHULUAN**

Perairan Indonesia memiliki sebuah karakteristik hidrografi yang sangat beragam, diantaranya banyak ditemukan bentuk topografi dasar laut yang kasar, melewati celah-celah yang sempit (selat), pasang surut yang sangat kuat, dan penghubung jalur sirkulasi *conveyor belt* kemudian dikenal dengan *Indonesian Throughflow* (Pratama dkk., 2020).

Perairan Selat Bali merupakan perairan yang relatif sempit (sekitar 960 mil atau 1776 km) menghubungkan Laut Flores dan Selat Madura di Utara dan Samudera Hindia dibagian Selatan. Selat ini adalah salah satu selat yang memiliki fungsi dan

peranan penting dalam transportasi laut di Indonesia, yaitu sebagai penghubung antara Pulau Jawa dan Pulau Bali (Sukojo, 2016).

Arus laut (*sea current*) adalah perpindahan massa air dari satu tempat menuju tempat lain. Ketika kondisi muka laut surut atau menuju surut maka kecepatan arus air laut mencapai nilai lebih besar atau maksimal. Ketika ketinggian air laut telah mencapai puncak, kecepatan arus relatif hampir sama saat air laut surut.

Menurut Surbakti dkk., (2011) menyatakan bahwa salah satu alternatif dalam mengkaji karakteristik arus laut adalah dengan pendekatan model numerik. Pengolahan data arus pada suatu perairan

merupakan suatu hal yang menarik untuk dikaji jika sudah memiliki pola persebaran arus laut.

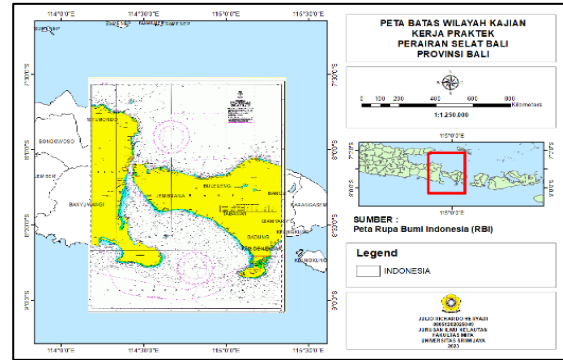
Metode numerik merupakan salah satu teknik dalam menyelesaikan permasalahan - permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan cara hitungan aritmatik. (Riyanto, 2004). Menurut DHI (2013), dalam Suharyo dan Adrianto, (2018) menyatakan bahwa MIKE 21 merupakan salah satu aplikasi berbasis numerik yang umum digunakan dalam pemodelan arus, gelombang, *transport sediment* baik area pantai laut lepas maupun daerah sungai. MIKE 21 sendiri digunakan untuk memprediksi keadaan yang akan diukur dengan cara membangun model hidrodinamika.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pemodelan hidrodinamika 2D menggunakan *software* MIKE 21. Model hidrodinamika MIKE 21 *flow* model merupakan sebuah sistem model numerik yang mensimulasikan level muka air dan alirannya di *estuary* dan area pantai.

Data yang dibutuhkan dalam membuat model arus laut ini berupa data garis pantai, batimetri, dan pasang surut. 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 pasang BIG sebagai validasinya.

Lokasi penelitian berada pada Perairan Selat Bali sesuai dengan Peta Laut Indonesia. adapun peta domain daerah kajian pada penelitian ini seperti pada Gambar 1.

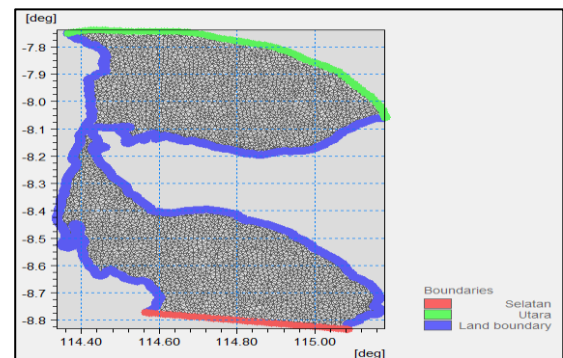


Gambar 1. Peta domain wilayah kajian

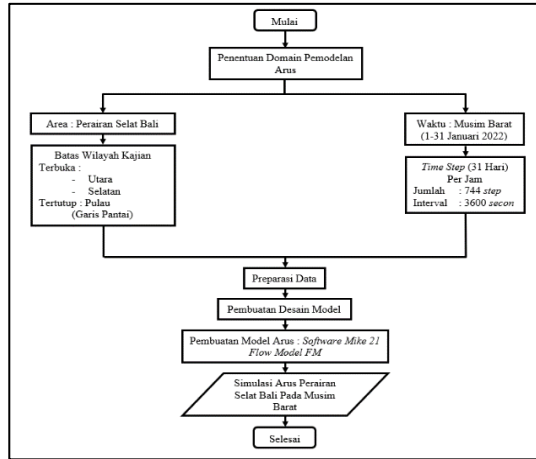
### 2.1 Proses Pengolahan Awal

Proses pengolahan data awal dalam mengolah data arus laut berupa penentuan domain model. Penentuan *domain* model untuk menghasilkan model arus terdiri atas area dan waktu yang dikaji. Untuk wilayah kajian adalah Perairan Selat Bali. Batas daerah kajian dibuat menjadi 3 *boundary* yaitu Utara, Selatan, dan *land boundary*.

Terdapat parameter yang dikaji pada penelitian ini adalah arus laut sebagai data utama dengan data masukkan desain model yaitu garis pantai, batimetri, pasang surut. Wilayah kajian yang digunakan berupa perairan selat bali dan mengikuti Peta Laut Indonesia No. 290 yang disajikan pada Gambar 2. Kemudian memiliki ruang lingkup dalam pemodelan yang disajikan pada Gambar 3



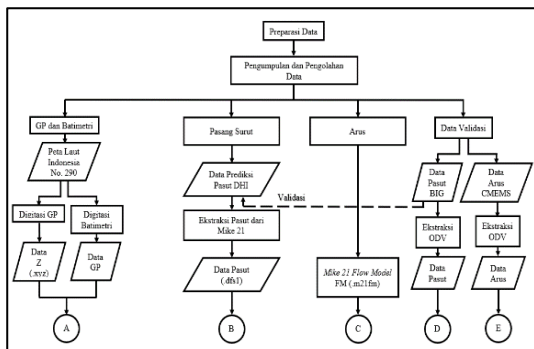
Gambar 2. Batas wilayah kajian



Gambar 3. Ruang lingkup pemodelan

## 2.2 Preparasi Data

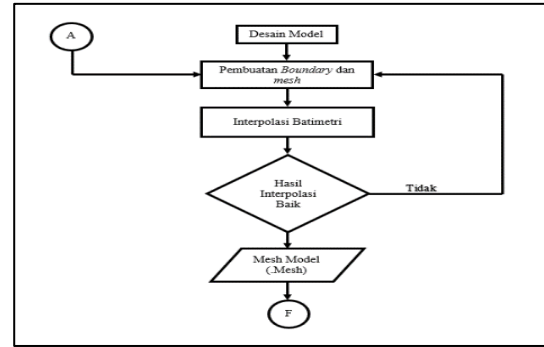
Tahap preparasi data berupa pengumpulan dan pengolahan data mentah menjadi data yang siap digunakan sesuai fungsinya. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yang digunakan sebagai data masukan dan data komparasi. Tahapan pengumpulan dan pengolahan data disajikan dalam diagram alir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



Gambar 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

## 2.3 Pembuatan Desain Model

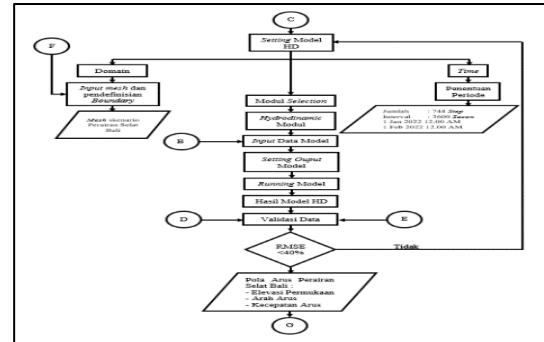
Pembuatan desain model dilakukan untuk batasan wilayah dan sebagai tempat *input* data masukkan pembangunan model. Desain model dibangun sesuai *domain* model dengan batasan-batasannya serta data masukan model yang diharapkan membangun model dengan simulasi yang baik dengan data *error* yang kecil.



Gambar 5. Pembuatan desain model

## 2.4 Setting Model HD (Hidrodinamika)

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



Gambar 6. Setting Model Hidrodinamika

## 3. ANALISA DATA

### 3.1 Analisis Hasil Interpolasi

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

### 3.2 Analisis Tipe Pasang Surut

Tipe pasang-surut juga berpengaruh untuk perubahan arus laut secara temporal. Menurut Pond and Pickard (1983), klasifikasi tipe pasang-surut yang lebih sistematis menggunakan “rasio bentuk”  $F$  dengan formulasi sebagai berikut:

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

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

### 3.3 Validasi Model

Model yang dibangun dapat dikatakan dengan baik jika model tersebut mendekati kondisi sebenarnya di alam. Nilai yang dimasukkan kedalam persamaan yang dimasukkan akan menentukan hasil pemodelan. Besaran nilai validasi model yang dapat diterima dengan nilai  $RMSE < 40\%$ . Nilai dari validasi didapatkan dengan menggunakan persamaan  $RMSE$  (*Root Mean Square Error*) berikut:

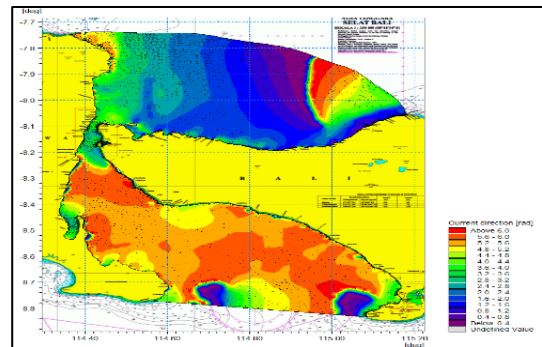
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (X_i - Y_i)^2}$$

Keterangan :

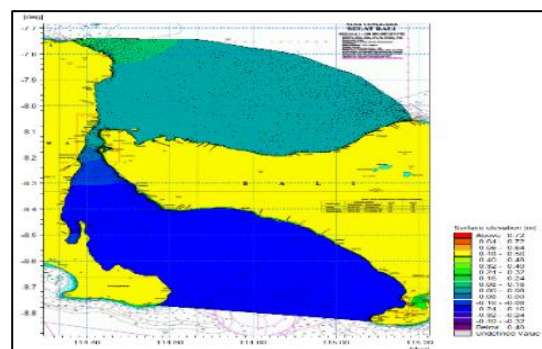
$RMSE$  : *Root Mean Square Error*  
 $X_i$  : Data hasil simulasi  
 $Y_i$  : Data lapangan  
 $N$  : Jumlah data

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

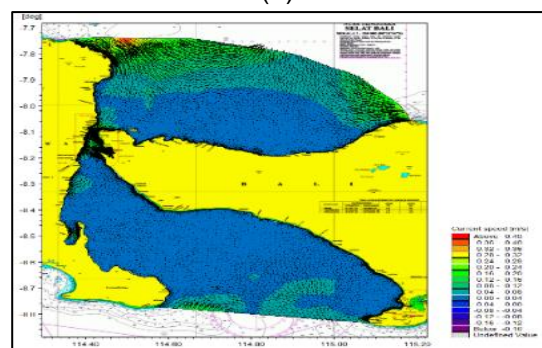
Proses pengolahan data dalam pembuatan pemodelan arus laut di perairan selat Bali menggunakan *software* MIKE 21 meliputi beberapa parameter yang diambil dalam hasil pemodelan ini berupa data *surface elevation*, *current speed*, dan *current direction* seperti pada Gambar 7.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 7.** (a). *Current direction*, (b). *Surface elevation*, dan (c). *Current speed*

### 4.1 Parametrisasi Hidrodinamika Model (HD)

Pemodelan HD menggunakan data masukan *boundary* berupa data pasang



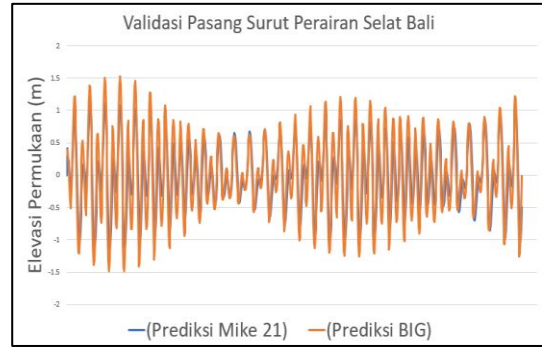
surut terhadap *mesh* yang di bentuk. Parameterisasi hidrodinamika model (HD) dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Parameterisasi model hidrodinamika

Parameter	Implementasi dalam model
<b>Mesh</b>	Mesh skenario Perairan Selat Bali (Peta Laut Indonesia No. 290)
<b>Time of Simulation</b>	1) <i>Number of Time Step</i> = 744 2) <i>Time Step Interval</i> = 3600 s 3) <i>Simulation Start Date</i> = 01/01/2022 00:00 AM 4) <i>Simulation End Date</i> = 01/02/2022 00:00 AM
<b>Module Selection Solution Technique</b>	1) <i>Hydrodynamic Low Order</i>
<b>Boundary Condition</b>	1) <i>Type = Specified level</i> 2) <i>Format = Varying in time and along boundary</i> 3) <i>Time series = Tide forecasting</i>

#### 4.2 Validasi 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). Titik komparasi pada koordinat 8° 9' 40.4352" S - 114° 24' 32.652" E dengan interval per jam. Waktu pengukuran dari 1 Januari 2022 00:00:00 WIB sampai 01 Februari 2022 00:00:00. Hasil komparasi data disajikan dalam Gambar 8.



**Gambar 8.** Grafik validasi pasang surut

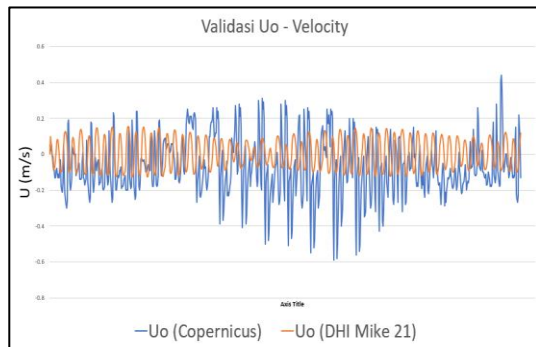
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat garis biru mewakili prediksi *DHI Global Tide* dan garis jingga mewakili prediksi BIG. Grafik tersebut menggambarkan periode pasang-surut yang hampir sama pada setiap elevasinya. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang didapatkan dari hasil perbandingan prediksi pasang-surut BIG dengan prediksi pasang-surut model sebesar 0.2962 atau sebesar 29,62%. Dari nilai tersebut model dapat diterima jika nilai kurang dari 40% (Chormański dkk., 2009 dalam Gemilang dkk., 2020; Sugiyono, 2011, Leksono dkk., 2013). Data ini diharapkan dapat membangun model yang baik dengan nilai RMSE < 40%.

#### 4.3 Model Hidrodinamika (Arus Laut)

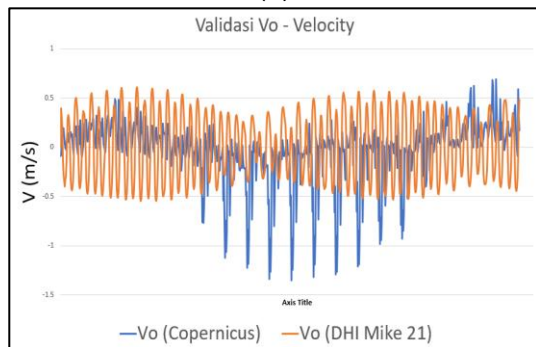
Pemodelan hidrodinamika yang dihasilkan yang dihasilkan berupa *U-velocity component*, *V-velocity component*, dan *Current Speed*.

Data arus ini kemudian dikomparasikan dengan data arus dari (CMEMS) dengan menghitung nilai RMSE. Berikut grafik pada Gambar 9. Berdasarkan Gambar diatas, hasil validasi arus laut didapatkan nilai RMSE *Uo-Velocity Component* sebesar 0.19 atau 19%, lalu *Vo-Velocity Component* sebesar 0.47 atau 47% dan terhitung pada *Current Speed* sebesar 0.291 atau 29,1%. Dapat dilihat pada RMSE *Vo-Velocity Component* memiliki nilai RMSE lebih dari 40 % mungkin karena kedua data diambil dari dua predikis yang berdeda, sehingga tidak mungkin data yang di hasilkan dapat selalu sama antara kedua prediksi tersebut. Tetapi untuk *Uo-Velocity*

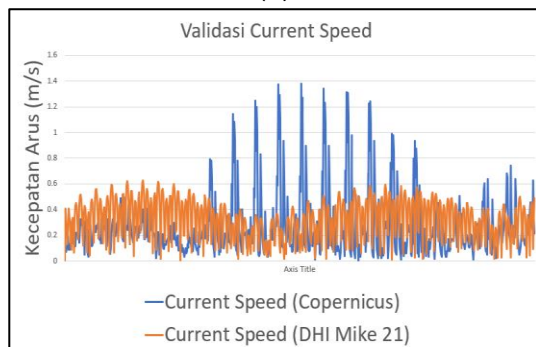
*Component* dan *Current Speed* model tersebut dapat diterima karena nilai RMSE kurang dari 40% (Chormański dkk., 2009 dalam Gemilang dkk., 2020; Sugiyono, 2011 dalam Leksono dkk., 2013).



(a)



(b)



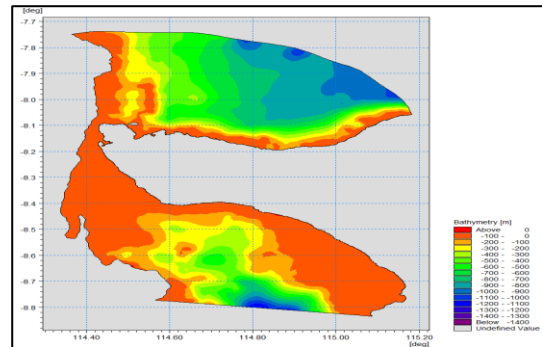
(c)

**Gambar 9.** a) Validasi *Uo-Velocity*; b) Validasi *Vo Velocity*; dan c) Validasi *Current Speed*

#### 4.4 Interpolasi Batimetri

Interpolasi batimetri didapatkan dari data batimetri Pushidrosal dan didapatkan dari metode *Natural Neighbor* atau dikenal sebagai interpolasi Sibson. Dari hasil interpolasi batimetri dengan masukan data batimetri dari Pushidrosal. Hasil interpolasi

batimetri dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



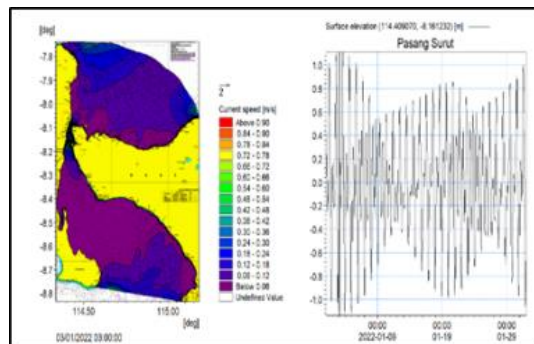
**Gambar 10.** Interpolasi batimetri Selat Bali

Berdasarkan data batimetri Pushidrosal pada Peta Laut Indonesia No. 290, perairan ini memiliki nilai kedalaman maksimum sebesar 1300 meter. Wilayah mencakup Perairan Selat Bali, dan Pulau Menjangang. 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.

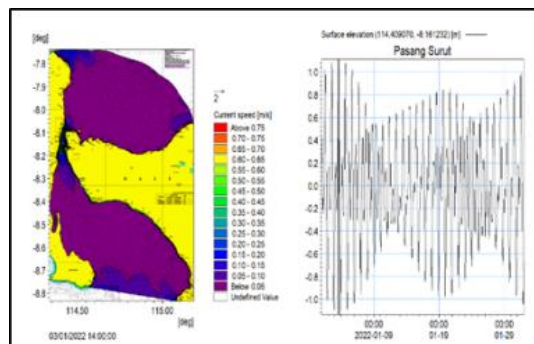
#### 1.5 Analisis Model Pasang Surut

Pada Gambar 11 di bawah merupakan hasil pemodelan beserta pasang surutnya, dapat dilihat bahwa Gambar 11 (a) merupakan saat menuju pasang yaitu di jam 03:00 pagi hari, kemudian pada Gambar 11 (b) merupakan saat terjadi pasang di jam 14:00, lalu pada Gambar 11 (c) merupakan saat menuju surutnya di jam 17:00, dan Gambar 11 (d) merupakan model dari saat terjadi surut di jam 20:00. Saat terjadinya menuju pasang hingga terjadinya pasang pada Perairan Selat Bali arah dari arusnya akan masuk ke Perairan Selat Bali dan menuju lepas pantai atau garis pantai, arus yang masuk berasal dari Samudera Hindia di bagian Selatan dan Laut Jawa di bagian Utara. Sedangkan saat terjadinya surut hingga menuju surut, air laut keluar atau meninggalkan garis pantai dan menuju

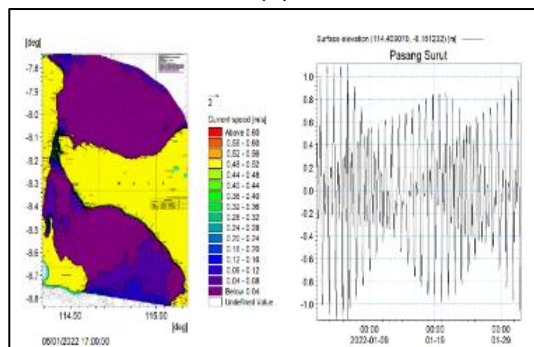
keluar menuju Samudera Hindia maupun Laut Jawa.



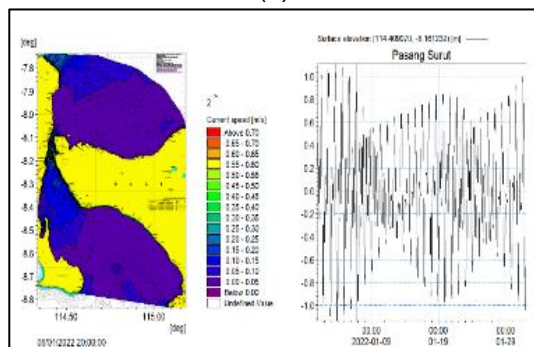
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 11.** a) menuju pasang, b) saat pasang, c) menuju surut, d) saat surut

## 5. KESIMPULAN

Kecepatan arus yang didapatkan dari hasil model pada perairan selat bali Dengan kecepatan arus terendah yaitu 0.16 m/s yang ditandai dengan warna ungu dan yang tertinggi yaitu 0.40 m/s yang ditandai dengan warna merah.

Kemudian pada validasi data pasang surut sebesar 0.2962 atau sebesar 29,62%, *Uo-Velocity Component* sebesar 0.19 atau 19%, lalu *Vo-Velocity Component* sebesar 0.47 atau 47% dan terhitung pada *Current Speed* sebesar 0.291 atau 29,1%. Nilai RMSE yang dihasilkan bisa diterima.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Riyanto. 2004. Model Numerik Dispersi Sedimen Akibat Pasang Surut Di Pantai [Tesis]. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro
- Sugianto DN, Agus ADS. 2012. Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. *Ilmu Kelautan : Indonesian Journal of Marine Sciences*. Vol. 12(2) : 79-92.
- Suharyo OS, Adrianto D. 2018. Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*. Vol. 1(1) : 30-38. Nilai RMSE kurang dari 40%.
- Sukojo BM. 2016. Analisis suhu permukaan laut untuk penentuan daerah potensi ikan menggunakan citra satelit modis level 1b (studi kasus: Selat Bali). *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 2(2) : A846-A849
- Surbakti H, Purba M, Nurjaya IW. 2011. Pemodelan pola arus di perairan pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*. Vol. 3(2) : 9-14.

