

## STUDI PERBANDINGAN SIMULASI MODEL *FLOW MODEL FM* DAN *ADCIRC* TERHADAP POLA ARUS PASUT PERAIRAN TELUK LEMBAR LOMBOK

Renaning Wulan Mahardika, Aris Ismanto, Purwanto <sup>\*)</sup>

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email: [aris.ismanto@gmail.com](mailto:aris.ismanto@gmail.com) ; [purwantoirh@yahoo.co.id](mailto:purwantoirh@yahoo.co.id)

### Abstrak

Penggunaan model sebagai solusi dalam penyelesaian masalah pemenuhan kebutuhan informasi pola arus dalam lingkup yang luas, guna kepentingan seperti tata letak pelabuhan, alur pelayaran, bangunan pantai dan pengelolaan lingkungan, menjadi kajian tersendiri dan menarik untuk dibahas. Banyak model matematis yang bisa menghasilkan model pola arus, namun masing-masing model memiliki metode penyelesaian perhitungan yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan nilai akurasi lokasi penelitian pada model *Flow Model FM* dan *ADCIRC* serta mengetahui pola arus di daerah penelitian ini berada di Perairan Teluk Lembar, dimana daerah ini didominasi arusnya adalah arus pasut. Lokasi ini sesuai dengan model yang akan dihasilkan yaitu model arus pasut. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif karena data berupa angka. Hasil pengolahan data arus pada 8-9 Mei 2014 di Perairan Teluk Lembar menunjukkan bahwa arus pada daerah penelitian adalah arus pasut dengan kecepatan maksimum 0,033 m/det ke arah Tenggara dan kecepatan minimum 0,019 m/det ke arah Barat laut. Sedangkan hasil pasang surut pada 2-17 Mei 2014 menunjukkan bahwa tipe pasang surut di daerah penelitian adalah pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai *Formzahl* 1,152. Hasil simulasi kedua model menunjukkan bahwa model *Flow Model FM* memiliki nilai akurasi untuk komponen *u* dan *v* yang lebih besar dibandingkan dengan model *ADCIRC* yaitu 79,05% dan 69,83% dengan 68,04% dan 62,52%. Sehingga model *Flow Model FM* lebih merepresentasikan pola arus di daerah penelitian.

**Kata Kunci:** Pola Arus, Perbandingan, *Mike21 Flow Model FM*, *SMS ADCIRC*

### Abstract

The use of the model as a solution in solving the fulfillment information flow patterns in a wide range, for purposes such as the layout of the ports, shipping lanes, building coastal and environmental management into its own study and interesting to discuss. Many mathematical models that can generate flow pattern models, but each model had different method of calculation completion. The purpose of this study was to compare the accuracy of the *l* models between *Flow Model FM* and *ADCIRC* and knowing the flow pattern in the Lembar Gulf Waters as the study area, where this area was the current dominance of tidal currents. The location was consistent with the model that will be produced model of tidal currents. The method used was quantitative method because the data were numeric. The results of data processing flows from 8-9 May 2014 in the Lembar Gulf Waters indicates that the current area of research was the tidal current with a maximum speed of 0,033 m/sec in the direction of the Southeast and a minimum speed of 0.019 m/sec to the Northwest. While the results of the tides on 2-17 May 2014 showed that the type was mixed tidal prevailing semi diurnal with *Formzahl* 1.152. The simulation results showed that the model both models *Flow Model FM* had a value of accuracy for the components *u* and *v* are greater than *ADCIRC* models were 79.05% and 69.83% than 68.04% and 62.52%. So that the model represented *Flow Model FM* over the flow pattern in the study area.

**Keywords:** Current Pattern, Comparison, *Mike21 Flow Model FM*, *SMS ADCIRC*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan terhadap informasi pola arus untuk kepentingan penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran, bangunan pantai, dan pengelolaan lingkungan serta penentuan daerah rekreasi wilayah pesisir, maka pengukuran arus harus dilakukan untuk mengetahui pola pergerakan arus. Keterbatasan alat ukur guna pengukuran di setiap titik daerah studi membuat pemodelan arus menjadi pilihan alternatif untuk pemenuhan informasi pola arus untuk skala daerah yang luas dan waktu yang panjang. Pemilihan model sebagai solusi dalam penyelesaian masalah guna pengukuran arus yang terbatas namun memenuhi dalam skala daerah yang luas serta waktu yang panjang, menjadikan model memiliki studi tersendiri untuk dikaji. Setiap model yang memiliki metode penyelesaian berbeda akan menghasilkan hasil simulasi yang berbeda pula, maka digunakan dua model untuk membandingkan hasil simulasi pola arus. Model yang digunakan adalah model *Flow Model FM* dari *software* Mike21 dan ADCIRC (*Advance Circulation*) dari *software* SMS (*Surface Water Modeling System*). Banyak model yang bisa memodelkan arus pasut, oleh karena itu studi mengenai perbandingan model bisa menambah pengetahuan mengenai penggunaan model yang lebih menggambarkan pola arus pasut seperti kondisi di daerah penelitian.

Lokasi penelitian ini berada di Perairan Teluk Lembar, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Lokasi ini dipilih karena pada daerah ini merupakan daerah dengan dominasi arus pasut, dimana lokasi ini cocok untuk daerah studi perbandingan dua model yang menggunakan arus pasut sebagai *output*. King (1966) menyatakan bahwa pada daerah teluk, arus yang cukup dominan adalah arus pasut. Aspek lainnya adalah pada daerah ini terdapat pelabuhan penyebrangan Lembar yang padat aktifitas pelayaran. Informasi pola arus laut sangat dibutuhkan untuk kepentingan pelayaran, misalnya penentuan alur pelayaran, navigasi kapal dan tata letak pelabuhan. Sehingga penelitian mengenai pola pergerakan arus di Perairan Teluk Lembar menjadi penting untuk dilakukan. Studi ini merupakan studi mengenai pola arus untuk mengetahui pola arus berupa arah dan kecepatan di daerah penelitian. Model yang dijadikan solusi untuk mengetahui pola arus menjadi bahasan lebih lanjut guna melihat nilai akurasi dari masing-masing model dalam merepresentasikan pola arus di daerah penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan nilai akurasi pada simulasi model *Flow Model FM* dan ADCIRC serta mengetahui pola arus di Perairan Teluk Lembar.

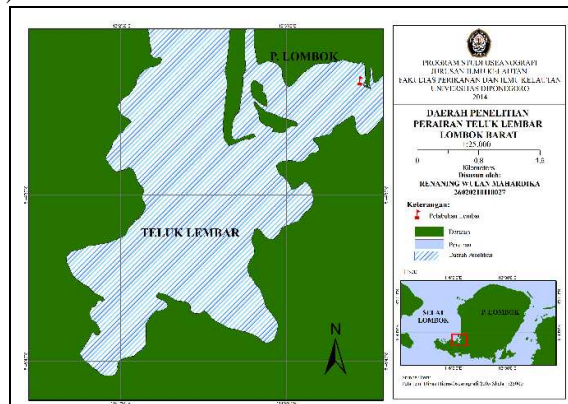
## 2. Materi dan Metode Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian, dimana data ini berupa data arus dan data pasang surut. Sedangkan data sekunder adalah data yang didapat dari instansi lain, data ini berupa data batimetri dari peta laut DISHIDROS guna mendukung dalam pengolahan data dan pembangunan domain model.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Sugiyono (2009) menjelaskan bahwa metode kuantitatif adalah metode ilmiah (*scientific*) karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yang konkret/empiris, obyektif, terukur, rasional, sistematis disebut kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model.

### Skenario model

Arus dimodelkan dengan model ADCIRC *software* SMS dan model *Flow Model FM software* Mike21. Kedua model ini melakukan simulasi model pola arus pasut dengan pendekatan model hidrodinamika 2-Dimensi. Masing-masing model menggambarkan pola arus pada empat kondisi pasang surut, yaitu pasang tinggi, surut rendah, pasang menuju surut dan surut menuju pasang di teluk Lembar. Model dibuat dengan luasan teluk Lembar pada  $8^{\circ}43'20''\text{LS} - 8^{\circ}45'45''\text{LS}$  dan  $116^{\circ}2'10''\text{BT} - 116^{\circ}4'20''\text{BT}$  (gambar 1).



Gambar 1. Daerah penelitian di Teluk Lembar Lombok

Persamaan pengatur dalam model hidrodinamika 2-Dimensi yang diintegrasikan terhadap kedalaman dan persamaan dasar konservasi massa serta momentum, temperatur, salinitas dan densitas perairan dangkal dapat diselesaikan sebagai berikut:

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

Persamaan momentum dalam arah x:

$$\begin{aligned} \frac{\partial hu}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = & F_{th} - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{hx}}{\rho_0} + \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \\ & \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) hu_s s \end{aligned} \tag{2}$$

Persamaan momentum dalam arah y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial hv}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = & -F_{th} - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{hy}}{\rho_0} + \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \right. \\ & \left. \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) hv_s s \end{aligned} \tag{3}$$

dimana:

- $t$  = waktu
- $x, y$  = koordinat kartesian
- $\eta$  = elevasi muka air
- $f$  = parameter Coriolis ( $2\Omega \sin\phi$ )
- $\Omega$  = sudut revolusi
- $\phi$  = lintang geografis
- $g$  = percepatan gravitasi
- $\rho$  = densitas air
- $s_{xx}, s_{xy}, s_{yx}, s_{yy}$  = komponen radiasi stress tensor
- $s$  = magnitude discharge
- $u_s, v_s$  = velositas pada kondisi ambient water

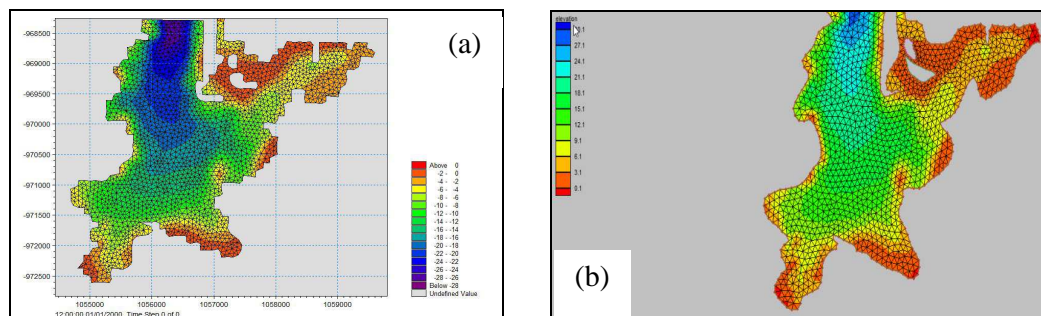
(DHI Water and Enviroment, 2012).

Masing-masing model dilakukan dalam 3 tahap setting model yaitu: *Pre Processing Unit, Running Program, Post Processing Unit.*

Tahap pre processing unit ini membuat kondisi batas atau boundary model (Tabel 1 dan Gambar 2).

Tabel 1. Tabel *pre processing* model

Setting model	Flow Model FM	ADCIRC
Batas darat	300 vertices	300 vertices
Batas Laut	15 vertices	15 vertices
Total element (triangulate)	4050	2854
Total node (triangulate)	2252	1585



Gambar 2. Mesh boundary model daerah Teluk Lembar Lombok: (a) Flow Model FM, (b) ADCIRC

Tahap *running* model yaitu memasukkan nilai – nilai parameter dalam perhitungan numerik, interval waktu, lama model berlangsung, semua disesuaikan secara coba – coba (*trial and error*) (Tabel 2).

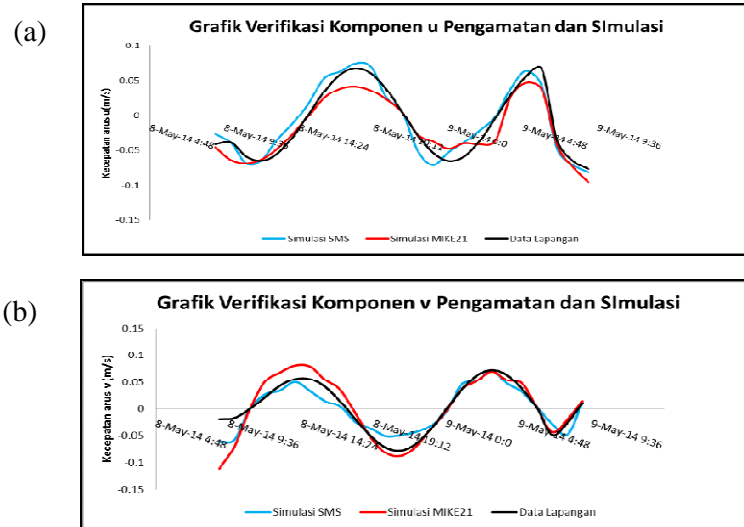
Tabel 2. Tabel *running* model

<i>Setting model</i>	<i>Flow Model FM</i>	<b>ADCIRC</b>
Time output	384 time steps (15 hari)	384 time steps (15 hari)
Day out every	3600 detik	3600 detik
Tidal force	Prepack DHI	.legi
Lateral viscosity	0,015 m <sup>2</sup> /det	1,5 L <sup>2</sup> /T

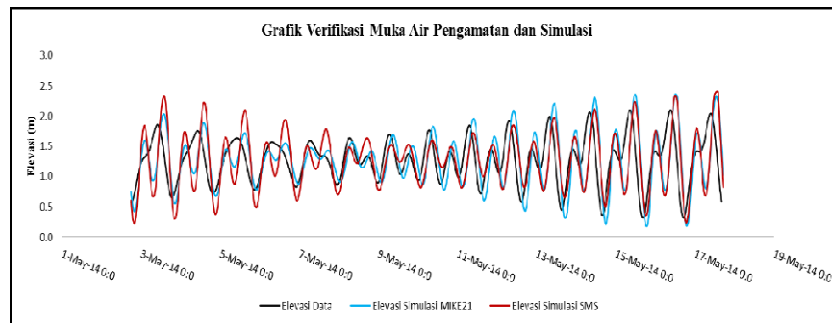
Tahap *post processing* model yaitu menampilkan hasil hitungan eksekusi secara visual untuk dilakukan verifikasi.

### 3. Hasil dan Pembahasan Hasil Verifikasi Model

Verifikasi dilakukan dengan membandingkan data hasil model dengan data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Verifikasi dilakukan untuk komponen arus u dan v.



Gambar 3. Grafik verifikasi hasil simulasi kedua model terhadap data pengukuran arus 8-9 Mei di Teluk Lembar (a) komponen u, (b) komponen v

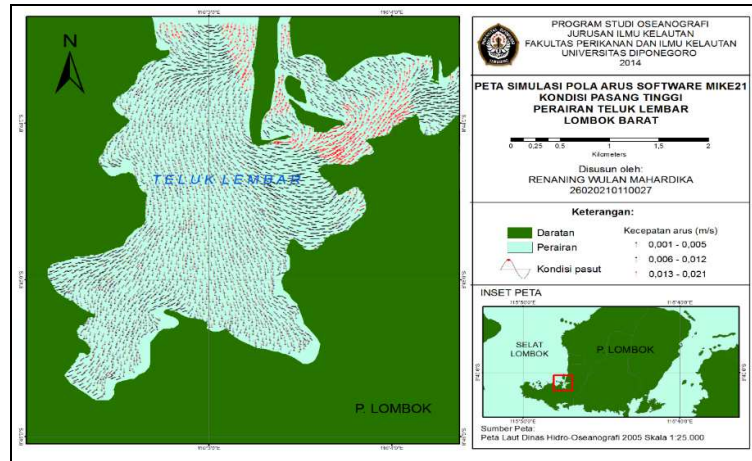


Gambar 4. Grafik verifikasi hasil simulasi kedua model terhadap data pengukuran pasang surut 2-17 Mei di Teluk Lembar

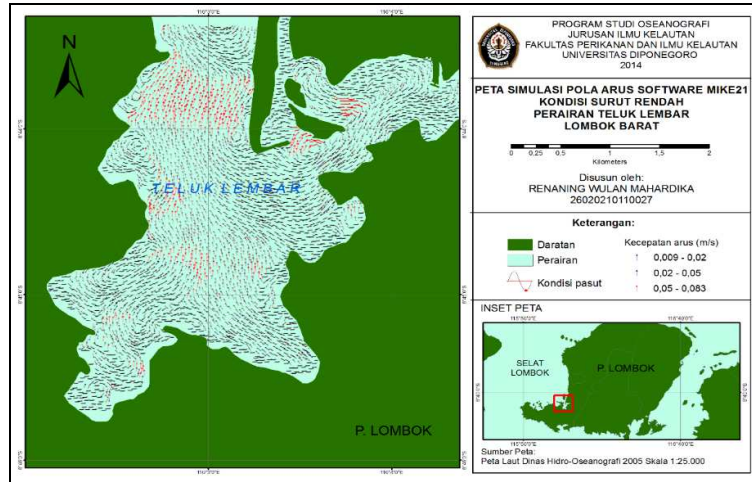
Hasil verifikasi hasil pengamatan arus di lapangan dengan hasil model *Flow Model FM* Mike21 MRE (*Mean Relative Error*) yang dihasilkan sebesar 21,95% untuk komponen u dan 30,17% untuk komponen v (gambar 3a). Hasil verifikasi hasil pengamatan arus di lapangan dengan hasil model ADCIRC SMS MRE yang dihasilkan sebesar 31,96% untuk komponen u dan 37,48% untuk komponen v (gambar 3b).

Hasil verifikasi hasil pengamatan elevasi muka air di lapangan dengan hasil model *Flow Model FM* Mike21 MRE) yang dihasilkan sebesar 15,71%. Hasil verifikasi hasil pengamatan elevasi muka air di lapangan dengan hasil model ADCIRC SMS MRE yang dihasilkan sebesar 17,84% (gambar 4).

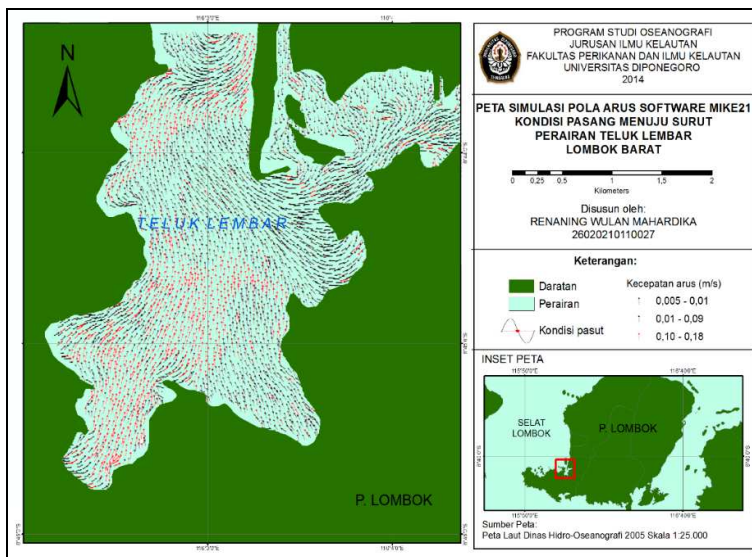
Hasil simulasi *Flow Model FM*



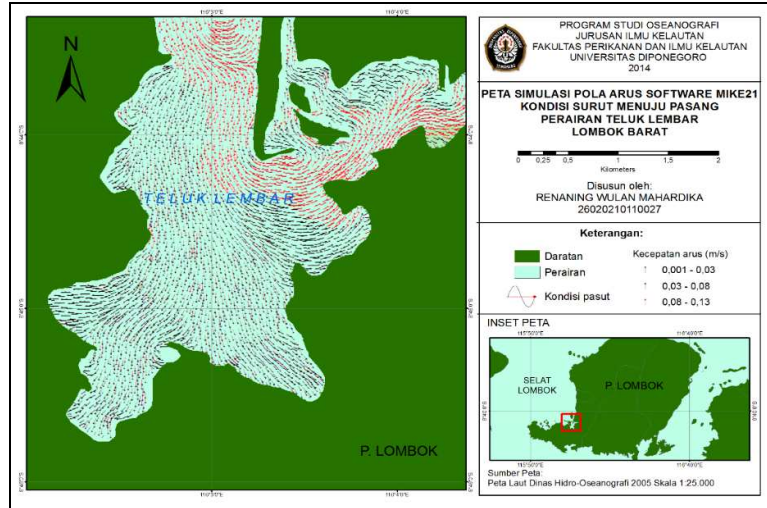
Gambar 5. Pola pergerakan arus model *Flow Model FM* MIKE21 pada saat kondisi pasang tinggi



Gambar 6. Pola pergerakan arus model *Flow Model FM* Mike21 pada saat kondisi surut rendah

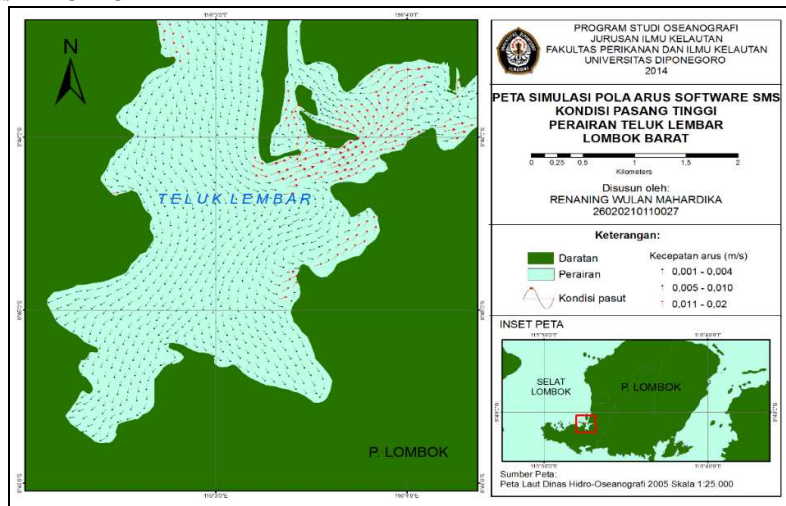


Gambar 7. Pola pergerakan arus model *Flow Model FM* Mike21 pada saat kondisi pasang menuju surut

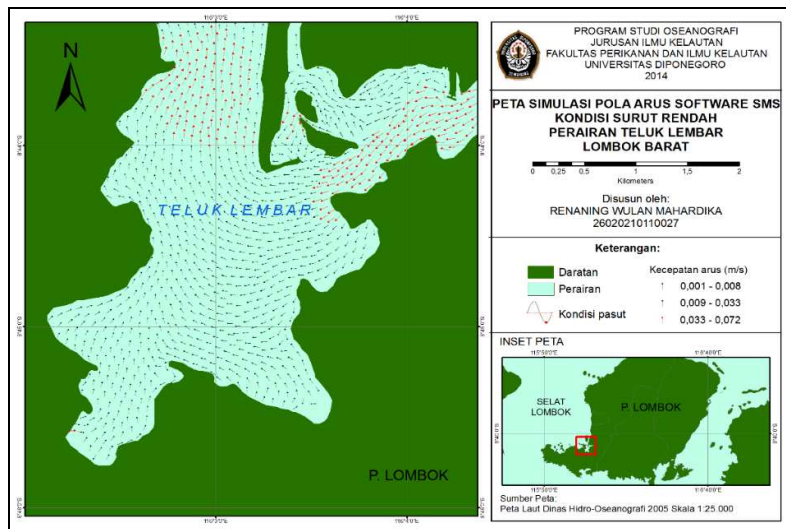


Gambar 8. Pola pergerakan arus model *Flow Model FM MIKE21* pada saat kondisi surut menuju pasang

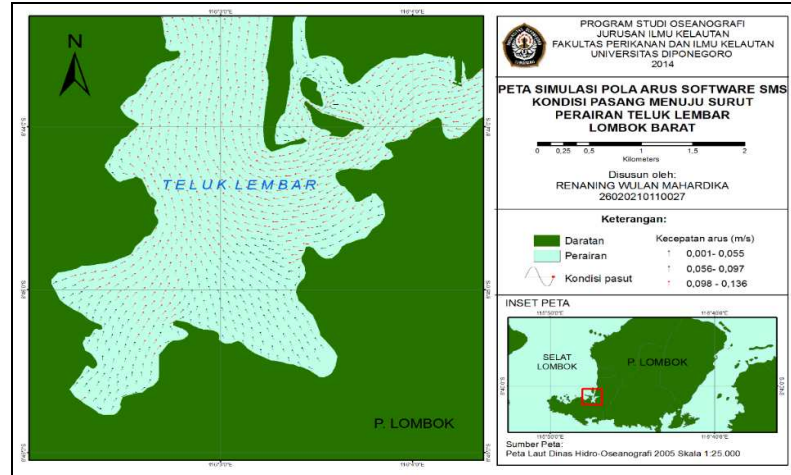
Hasil simulasi ADCIRC



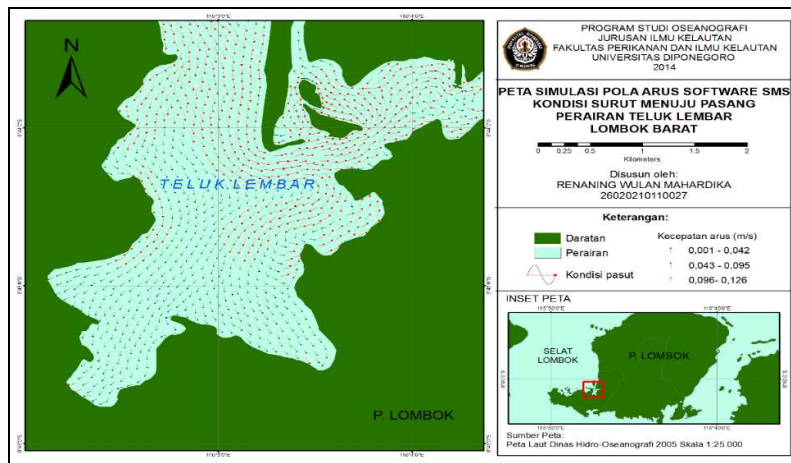
Gambar 9. Pola pergerakan arus model ADCIRC SMS pada saat kondisi pasang tinggi



Gambar 10. Pola pergerakan arus model ADCIRC SMS pada saat kondisi surut rendah



Gambar 11. Pola pergerakan arus model ADCIRC SMS pada saat kondisi pasang menuju surut



Gambar 12. Pola pergerakan arus model ADCIRC SMS pada saat kondisi surut menuju pasang

**Pembahasan**

**Perbandingan Hasil Pola Arus Model**

Pola arus hasil pemodelan merupakan pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut dan merupakan nilai kecepatan arus rata-rata untuk seluruh kolom perairan. Hasil model *Flow Model FM* menunjukkan bahwa arus pada saat surut bergerak menjauhi pantai menuju mulut teluk (gambar 6). Kondisi yang sama juga terjadi pada saat pasang menuju surut (gambar 7), yaitu arus bergerak menjauhi pantai menuju mulut teluk, hanya saja yang membedakan adalah nilai kecepatan arus. Kecepatan pada saat pasang menuju surut kecepatan arus sekitar 0,001 – 0,108 m/det lebih besar dibandingkan dengan kecepatan arus pada saat kondisi surut sekitar 0,001 – 0,083 m/det. Kecepatan arus pada kondisi pasang menuju surut lebih besar daripada saat kondisi surut dikarenakan pada saat air rendah terjadi perubahan arah arus sehingga menyebabkan kecepatan arus minimum.

Hasil model ADCIRC memiliki pola arah yang dominan sama dengan model *Flow Model FM* hanya saja memiliki kecepatan arus yang berbeda, dimana kecepatan arus yang dihasilkan model ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil model *Flow Model FM*. Kecepatan arus pada saat kondisi surut kecepatan minimum 0,001 m/det dan maksimum 0,072 m/det (gambar 10). Sedangkan kondisi pasang menuju surut kecepatan minimum 0,001 m/det dan maksimum 0,126 m/det (gambar 12).

Hasil kedua model tersebut menunjukkan pola kecepatan arus yang sama. Hal ini dijelaskan oleh Hadi dan Radjawan (2009), bahwa laju maksimum dari arus pasang surut yaitu pada saat terjadi perubahan fase dari pasang tertinggi menuju surut terendah maupun menuju pasang tertinggi, sedangkan pada saat pasang tertinggi dan surut terendah merupakan kondisi kesetimbangan dimana kecepatan arus relatif mendekati nol.



### Faktor Pembeda Model

Hasil simulasi kedua model memiliki perbedaan nilai verifikasi pada komponen arus  $u$  dan  $v$ . Perbedaan simulasi kedua model dapat dilihat dari hasil verifikasi model dengan data lapangan. Hasil verifikasi komponen  $u$  dan  $v$  model *Flow Model FM* Mike21 mendapatkan nilai keakuratan sebesar 79,05% dan 69,83%, dimana nilai ini lebih besar daripada nilai keakuratan yang dihasilkan oleh model ADCIRC SMS yaitu sebesar 68,04% dan 62,52%.

Hasil analisis kecepatan arus berdasarkan hasil simulasi model *Flow Model FM* lebih mendekati nilai kecepatan arus hasil pengukuran di lapangan. Sedangkan hasil model ADCIRC SMS, mempunyai nilai kecepatan arus dengan nilai rata – rata yang lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan arus hasil pengukuran. Nilai viskositas Eddy yang diberi pada kedua model, yaitu  $0,015 \text{ m}^2/\text{det}$  untuk *Flow Model* dan  $1,5 \text{ L}^2/\text{T}$  untuk ADCIRC. Nilai viskositas Eddy yang diberi untuk kedua model tidak bisa disamakan. Nilai yang diberi untuk kedua model berdasarkan pertimbangan untuk menjaga kestabilan model yang dijalankan.

Kedua model tersebut memiliki perbedaan masukan nilai pasang surut sebagai *input* awal untuk masing – masing model. *Input* model *Flow Model FM* pada Mike21 berupa peramalan *tidal prediction of height*  $0,25\text{deg}$  dari Mike21. *Input* model ADCIRC SMS berupa peramalan pasang surut model *Le Provost* (Le Provost *at al.*, 1994). Masukan pasang surut dari masing – masing model memiliki perbedaan tinggi elevasi muka air, dimana perbedaan elevasi ini akan mempengaruhi kecepatan arus yang terbentuk. Model-model tersebut akan menghasilkan output berupa model arus pasang surut, yang merupakan faktor pembangkit arus. Hasil verifikasi pasut model juga menunjukkan bahwa hasil model *Flow Model FM* mempunyai keakuratan yang lebih tinggi yaitu sebesar 84,29% sedangkan untuk model ADCIRC mempunyai keakuratan sebesar 82,16%.

Faktor perbandingan dari hasil simulasi kedua model adalah domain (*mesh boundary*) model dari keduanya. Domain yang dibuat untuk kedua model sama, yaitu dengan menggunakan *unstructured triangulate mesh* untuk merepresentasikan garis pantai yang lebih akurat. Pembuatan domain pada kedua model masing – masing menggunakan metode *adapted mesh template*. Metode tersebut terbagi menjadi beberapa metode pendekatan, dimana *Flow Model FM* termasuk dalam metode *mapped element approach* sehingga jumlah maksimum area elemen dapat diatur sedemikian rupa sehingga kerapatan dari domain bisa ditentukan. Model ADCIRC menggunakan metode *grid-based approach*, sehingga pembentukan mesh hanya bisa diatur kerapatannya (*refine*) tetapi tidak bisa ditentukan nilai maksimum area elemen. Domain model yang berbeda berpengaruh terhadap hasil simulasi model, dengan memiliki domain model yang semakin rapat hasil simulasi akan lebih representasi.

### 4. Kesimpulan

Hasil verifikasi komponen  $u$  dan  $v$  model *Flow Model FM* Mike21 mendapatkan nilai keakuratan sebesar 79,05% dan 69,83% dimana nilai ini lebih besar daripada nilai keakuratan yang dihasilkan oleh model ADCIRC SMS yaitu sebesar 68,04% dan 62,52%. Dilihat dari nilai akurasi, model *Flow Model FM* lebih baik daripada ADCIRC dalam memodelkan arus pasut di daerah penelitian.

### Daftar Pustaka

- DHI Water and Environment. 2012. MIKE 21 & MIKE 3, Flow Model FM, Hydrodynamic and Transport Module Scientific Documentation. Denmark. 14 p.
- Hadi, S. dan Radjawane, I. M. 2009. Arus Laut. Ganesha ITB, Bandung, 160 hlm.
- King. 1966. An Introduction to Oceanography. McGraw Hill Book Company, Inc., New York San Fransisco
- Le Provost, C., M.L. Genco, F. Lyard, P. Vincent, and P. Canceil. 1994. Spectroscopy of The World Ocean Tides from A Finite Element Hydrodynamical Model., 9: 24.777-24.797.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta: Bandung, 455 hlm.