

**Studi Arus Laut Pada Musim Barat di Perairan Pantai Kota Cirebon****Anindito Leksono, Warsito Atmodjo, Lilik Maslukah\*)**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email : leksono.anindito@gmail.com\*)

**Abstrak**

Perairan Cirebon merupakan tipe perairan pantai teluk terbuka terhadap laut Jawa dengan batimetri yang relatif dangkal (<12 Meter) dan memiliki konfigurasi pantai yang melengkung dan kasar (Nurhayati dan Suyarso, 2008). Menurut Hadikusumah (2009), karakteristik arus laut dan kondisi pasang surut di wilayah pesisir dipengaruhi oleh morfologi pantai, letak geografis, maupun batimetri perairan. Informasi tentang arus tersebut sangat berguna dalam berbagai kepentingan seperti untuk bahan pertimbangan dalam pembangunan dermaga pelabuhan, bangunan lepas pantai maupun dekat pantai (pipa dasar laut), budidaya perairan dan lain sebagainya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi dan pola sebaran arus laut di Perairan Pantai Kota Cirebon yang dipengaruhi oleh morfologi pantai pada Musim Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Waktu penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu saat pengambilan data di lapangan, dan tahap pengolahan data. Pengambilan data lapangan dilakukan di Perairan Cirebon, yaitu pada tanggal 10 – 25 Februari 2012. Analisis data dan pemodelan dilakukan di Laboratorium komputasi, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Simulasi model dijalankan selama 3 (tiga) hari pada bulan Februari 2012 disesuaikan dengan waktu pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan maksimum arus pasang surut lapangan berkisar antara 0.04-0.35 m/det dengan rata-rata 0.19 m/det sedangkan arus hasil pemodelan memiliki kecepatan 0.34 m/det. Hasil pengolahan data lapangan menunjukkan bahwa pola arus saat pasang menuju surut didominasi oleh arus yang bergerak menuju Tenggara, sedangkan pola arus saat surut menuju pasang didominasi oleh arus yang menuju Barat Laut. Arah arus pada hasil pemodelan hidrodinamika menunjukan hasil yang sama dengan hasil pengukuran arus di lapangan.

**Kata Kunci :** Arus, Pasang surut, Morfologi, Perairan Cirebon

**Abstract**

*Waters of Cirebon City Beach is the open beach bay type to the Java Sea. Waters of Cirebon City Beach has <12 meters depth and the beach configuration is curved and rough (Nurhayati and Suyarso, 2008). Hadikusumah (2009) said that characteristic of sea current and tide condition influenced by beach morphology, geography location, and bathymetry. The information about sea flow is useful for variety of prominence such as consideration of port building, offshore building, as well as near shore building, aquaculture, and etc. The purpose of this study was to determine types and patterns of flows that can affect morphology of ocean currents in the Waters of Cirebon City Beach. The study method was descriptive quantitative. The study have been done in two stages, collecting data (10<sup>th</sup>-25<sup>th</sup> February 2012), analyzing data and modeling (February 2012). The result of tidal currents maximum velocity has ranged between 0.04-0.35 m/s with an average is 0.19 m/s, while the result of modeling process is 0.34 m/s maximum velocity. The flow patterns result while high tide to low tide dominated by currents which is Southeast direction. Whereas the flow pattern of low tide to high tide dominated by the currents which is Northwest direction. The flow direction of hydrodynamic model results same was like the flow measurement results in the field*

**Key words :** Currents, Tide, Morphology, Waters of Cirebon City Beach

**1. Pendahuluan**

Menurut Nurhayati dan Suyarso (2008) Perairan Cirebon merupakan tipe perairan pantai teluk terbuka terhadap laut Jawa dengan batimetri yang relatif dangkal (<12 Meter) dan memiliki konfigurasi pantai yang melengkung dan kasar serta mengalir banyak sungai. Sungai-sungai yang bermuara di Perairan Pantai Kota Cirebon yaitu Sungai Kalijaga, Kedung Pene, Sukalila, Kapetakan, dan Kesunean. Menurut Hadikusumah (2009), karakteristik arus laut dan kondisi pasang surut di wilayah pesisir dipengaruhi oleh morfologi pantai, letak geografis, maupun batimetri perairan.

Kajian terhadap pola arus laut yang dihubungkan dengan proses pasang surut merupakan hal yang penting dilakukan, khususnya pada Perairan Cirebon yang mengalami perkembangan yang cukup pesat baik di sektor daratan maupun perairannya. Menurut Nurhayati dan Suyarso (2008) Perairan Cirebon memiliki morfologi yang berbentuk teluk memanjang dari arah Selatan ke Utara Perairan seperti ini akan mempengaruhi arus dan gelombang laut. Menurut Triatmodjo (1999) di perairan yang berbentuk teluk, pasang surut merupakan gaya

\*) Penulis Penanggung Jawab rnya. Dahuri dkk., (2001) menjelaskan, arus yang disebabkan oleh pasang n/det dan arahnya akan berbalik 180° dalam kurun waktu tertentu sesuai dengan sifat pasang surutnya. Pasang surut dan pola arus berkaitan erat dengan segala aktivitas perairan termasuk pembangunan daerah pesisir di Perairan Cirebon, oleh karena itu, perlu dilakukan studi arus laut di Perairan Cirebon. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi dan pola sebaran arus laut di Perairan Pantai Kota Cirebon yang dipengaruhi oleh morfologi pantai pada Musim Barat.

## **2. Materi dan Metode Penelitian**

### **A. Materi Penelitian**

Materi yang dipakai pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang terdapat dalam penelitian ini adalah arus laut dan pasang surut Perairan Cirebon yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini adalah batimetri yang berasal dari Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) Cirebon Skala 1:50.000 BAKOSURTANAL dan data peramalan NAOTIDE.

### **B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif untuk pengolahan data arus laut dan metode deskriptif untuk menampilkan hasil pemodelan hidrodinamika. Menurut Suryana (2010) metode kuantitatif adalah metode yang bersifat realistik dan dapat diklasifikasikan, konkrit teramati, serta terukur. Tujuan dari metode kuantitatif adalah untuk menunjukkan hubungan antar variabel, menguji teori, mencari generalisasi yang mempunyai nilai prediktif. Sedangkan menurut Nasir (1983) dalam Sukarno (2008) metode deskriptif bertujuan untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

#### **Metode Pasang Surut**

Pengukuran pasang surut diawali dengan penentuan benchmark atau titik ikat pengukuran. Pengukuran pasang surut menggunakan palem pasut selama 15 hari setiap interval waktu 1 jam. Pengukuran selama 15 hari dengan pertimbangan telah terjadi pasang purnama dan perbani (satu siklus pasang surut). Pencatatan ketinggian muka air dilakukan tiap jam secara manual.

Data dari hasil pencatatan pasang surut di lapangan kemudian dilakukan analisis harmonik pasang surut dengan metode Admiralty sehingga diperoleh konstanta harmonik pasang surut yaitu M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1, dan Q1. Konstanta harmonik pasang surut dapat menghitung muka MSL, HHWL dan LLWL dengan menggunakan Persamaan (2.5) (2.6) (2.7). Konstanta harmonik pasang surut tersebut diperoleh juga bilangan *Formzahl* (F) yang menunjukkan tipe pasang surut di daerah penelitian menggunakan

#### **Metode Pengambilan Data Arus**

Pengukuran kecepatan arus laut dilakukan dengan menggunakan *Current Meter*, sedangkan untuk menentukan arah arus menggunakan kompas. *Current Meter* dimasukkan kedalam kolom air dengan cara digantungkan pada stasiun pengukuran pada kedalaman 0.6 d dari permukaan laut untuk mendapatkan kecepatan arus rata-rata. Pengukuran arus dilakukan dengan interval waktu 1 jam selama 3 hari pengukuran

Data arus laut yang dihasilkan dari instrument *Current Meter* didapat dalam bentuk deret waktu atau *time series* yang harus diubah dalam bentuk komponen Barat-Timur (u) dan komponen Utara-Selatan (v) menggunakan Persamaan (2.9) dan (2.10). Data u dan v kemudian dilakukan *plotting* data arus menjadi dua bentuk grafik yaitu *scatterplot* dan vektor plot untuk menggambarkan pola arus yang terjadi. Sedangkan untuk mengetahui dominasi arus laut dibuat diagram polar dan *current rose*.

#### **Metode Analisa Harmonik Arus Pasang Surut**

Setiap deret waktu atau *time series* dari komponen kecepatan u dan v kemudian dianalisa oleh metode least square menggunakan *World Current*, yaitu program komputer untuk analisa harmonik untuk mendapatkan konstanta harmonik komponen arus pasang surut. Manfaat penggunaan analisa harmonik adalah dapat menghitung arus pasang surut pada kurun waktu yang sama dengan data, selain itu dengan mengetahui komponen harmonik maka akan dapat meramalkan arus pasang surut untuk jangka waktu kedepan.

Setelah didapat amplitudo dan fasa dari masing-masing komponen arus pasang surut, maka dapat dicari arus pasang surutnya. Komponen kecepatan u dan komponen kecepatan v yang sudah diketahui merupakan komponen kecepatan arus pasang surut.

#### **Metode Perhitungan Arus Non Pasang Surut**

Data arus lapangan adalah superposisi dari arus pasang surut dan arus non pasang surut. Arus non pasang surut dapat diketahui dari prediksi arus pasang surut (sama dengan metode prediksi pasang surut) didasarkan pada hasil dari analisa harmonik arus pasang surut. Jadi arus non pasang surut dapat dibentuk dari mengurangkan prediksi arus lapangan dengan arus pasang surut yang telah dihitung.

### Model MIKE 21 Hidrodinamika 2 Dimensi

#### a. Model

Daerah model dalam penelitian ini meliputi daerah perairan Kota Cirebon dan sekitarnya yang dibatasi koordinat  $108^{\circ}31'22'' - 108^{\circ}40'25''$  BT dan  $6^{\circ}39'15'' - 6^{\circ}46'33''$  LS. Simulasi model dijalankan selama 3 hari dari tanggal 5-8 Februari 2012 disesuaikan dengan waktu pengukuran lapangan. Langkah waktu yang digunakan sebesar  $\Delta t = 10$  detik dengan mempertimbangkan syarat kestabilan CFL (Courant Friederich Lewy).

#### b. Syarat Batas

Syarat batas model MIKE 21 Hidrodinamika 2 Dimensi terbagi menjadi dua, yaitu syarat batas terbuka dan syarat batas tertutup. Syarat batas terbuka dari model simulasi ini adalah perairan terbuka yang memiliki perubahan velositas terhadap arah aliran diasumsikan sangat kecil. Perintah ini digunakan apabila pada batas terbuka nilai arus dan elevasi yang terbentuk akan diteruskan dan bukan menjadi menumpuk pada daerah ini.

#### c. Verifikasi Model

Besaran kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai RE (*Relative Error*) dan MRE (*Mean Relative Error*) (Donnel dkk., 2003). Perhitungan untuk mencari nilai tersebut adalah :

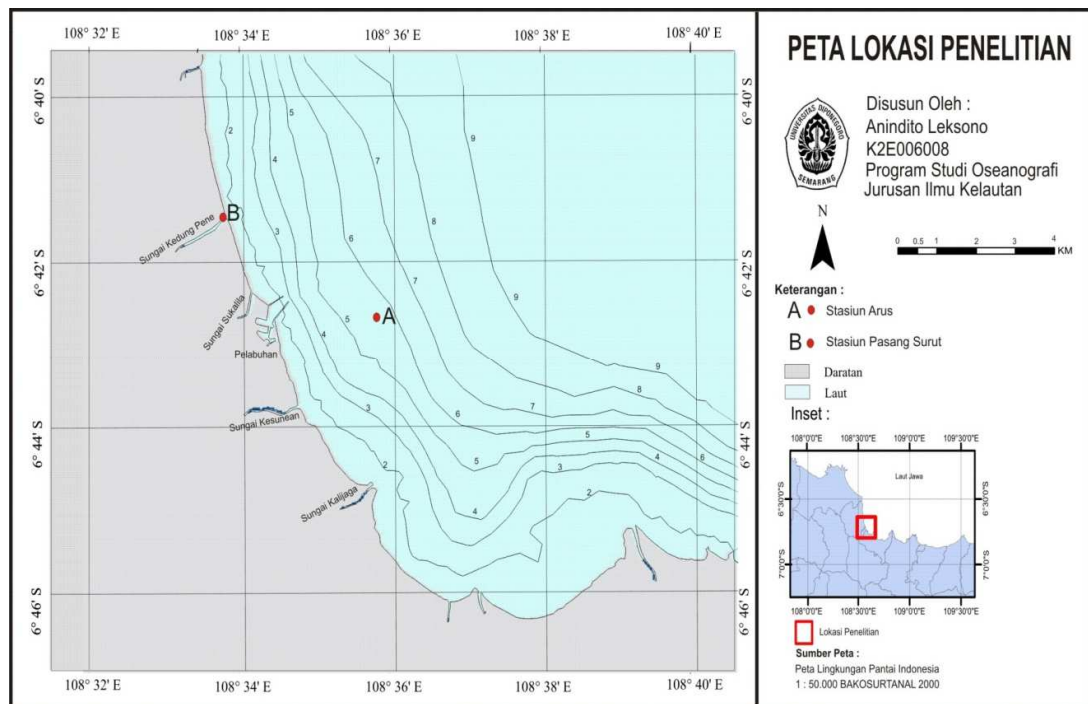
##### 1. Kesalahan Relatif :

$$\text{RE} = \frac{\text{Kesalahan}}{\text{Nilai Asli}} \quad (1)$$

##### 2. Kesalahan Relative Rata-rata :

$$\text{MRE} = \frac{\sum \text{RE}}{n} \quad (2)$$

dengan n, p dan p\* berturut-turut adalah jumlah data, data lapangan dan data hasil model.



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampling

### 3. Hasil dan Pembahasan

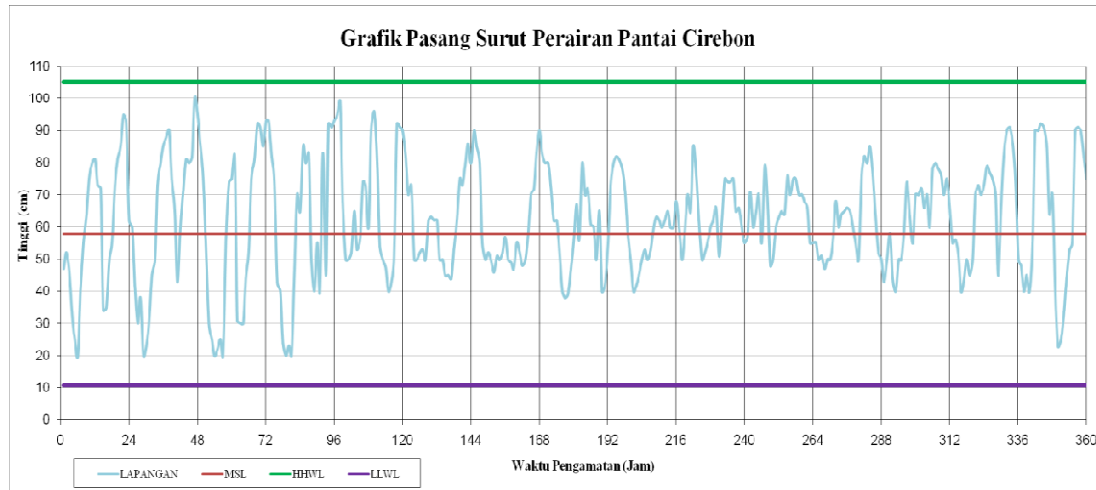
#### Pasang Surut

Berdasarkan hasil perhitungan bilangan Formzahl diketahui nilai besaran bilangan *Formzahl* adalah 0.94. Nilai formzahl dapat diklasifikasikan ke dalam empat kelas, menurut Pariwono (1989) dalam Ongkosongo dan Suyarso (1989) nilai formzahl 0.94 termasuk ke dalam pasang surut campuran mengarah ke semidiurnal,

sehingga tipe pasut pada Perairan Cirebon adalah tipe pasang surut campuran mengarah ke semidiurnal, artinya di Perairan Cirebon terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode dan ketinggian yang sangat berbeda dengan Muka air rata-rata adalah 57.88 cm, pasang tertinggi 105 cm dan surut terendah adalah 10.75 cm.

Tabel 1. Analisa Harmonik Komponen Pasang Surut

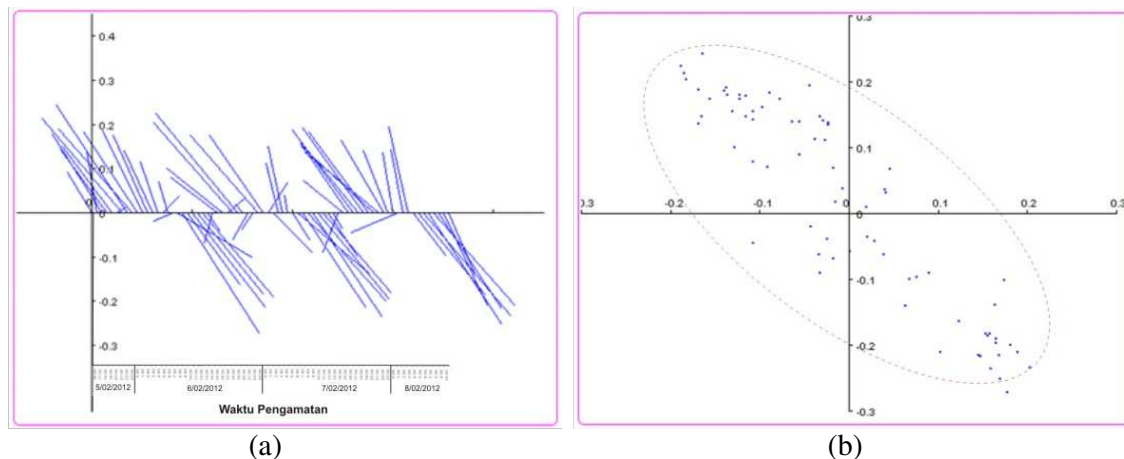
	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	57,88	14,02	6,13	2,31	1,41	13,01	4,01	4,29	0,62	1,32
g		673	140	344	140	83	892	83	1023	667



Gambar 2. Grafik Pasang Surut Perairan Cirebon

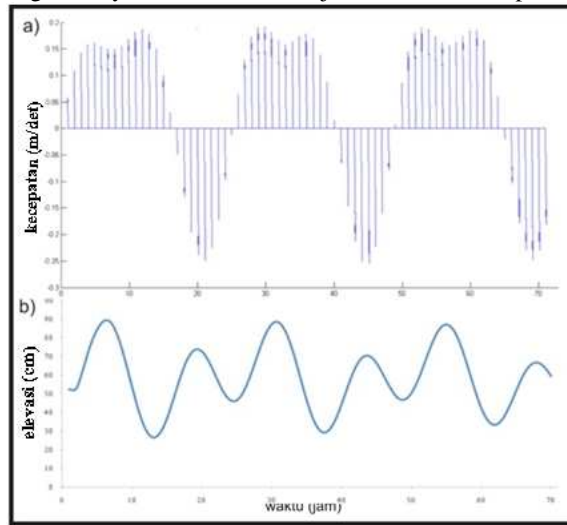
### Arus

Data arus laut terdiri dari besaran kecepatan dan arah arus. Kecepatan arus ditunjukkan oleh vektor dengan panjang vektor yang menunjukkan besaran kecepatan arus dan sudut yang dibentuk oleh vektor merupakan arah pergerakan arus. Vektor plot arus pada daerah penelitian menunjukkan bahwa arah pergerakan arus yang terjadi cenderung bersifat bolak-balik. Arus bolak-balik tersebut akibat adanya dominasi arus pasang surut. Scatter plot menunjukkan adanya pola ellips yang menggambarkan dominasi arus pasang surut pada daerah penelitian. Gambar scatter plot menunjukkan bahwa dominasi arus yang terjadi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa arus bergerak ke arah Barat Laut dan Tenggara.



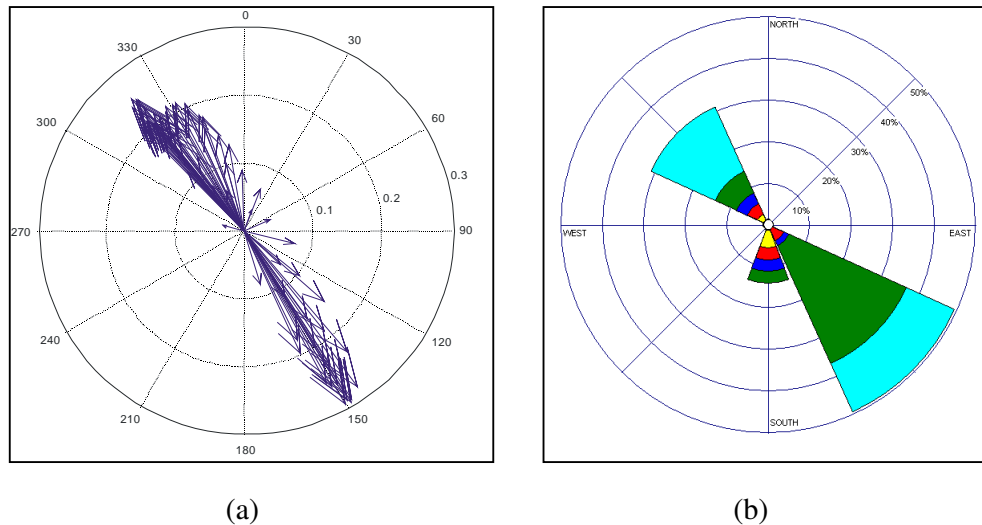
Gambar 3. Vektor Plot (a) dan Scatter Plot (b)

Arus pasang surut diperoleh dari analisa harmonik arus lapangan. Setelah didapat amplitudo dan fasa maka dapat ketahuai arus pasang surutnya. Gambar 4 menunjukkan vektor arus pasang surut.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Arus Pasang Surut dan Pasang Surut a) Grafik Arus Pasang Surut b) Pasang Surut

Arus pasang surut menunjukkan bahwa kecenderungan arus hanya bergerak pada arah Barat Laut dan Tenggara. Besaran kecepatan berkisar pada 0.02 – 0.29 m/s (Gambar 5(a)). Pada *Current Rose* (Gambar 5(b)) terlihat bahwa arah Barat Laut, Tenggara, dan selatan sangat mendominasi besaran arus pasang surut, sedangkan arah lainnya bervariasi bernilai nol. Tabel 6 menunjukkan besar kecepatan arus pasang surut yang didominasi antara 0.18 – 0.22 m/det .



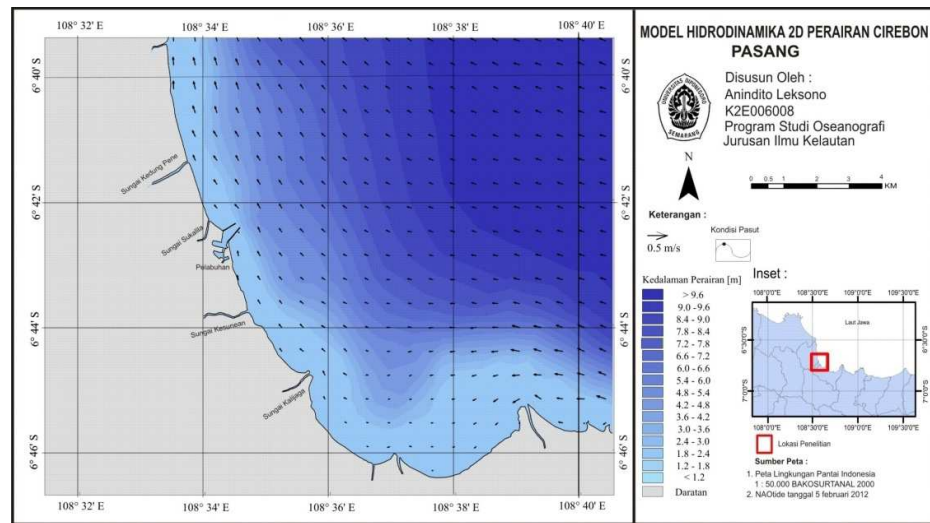
Gambar 5. Diagram Polar Arus Pasang Surut (a) dan *Current Rose* Arus Pasang Surut (b)

### Model Hidrodinamika 2 Dimensi

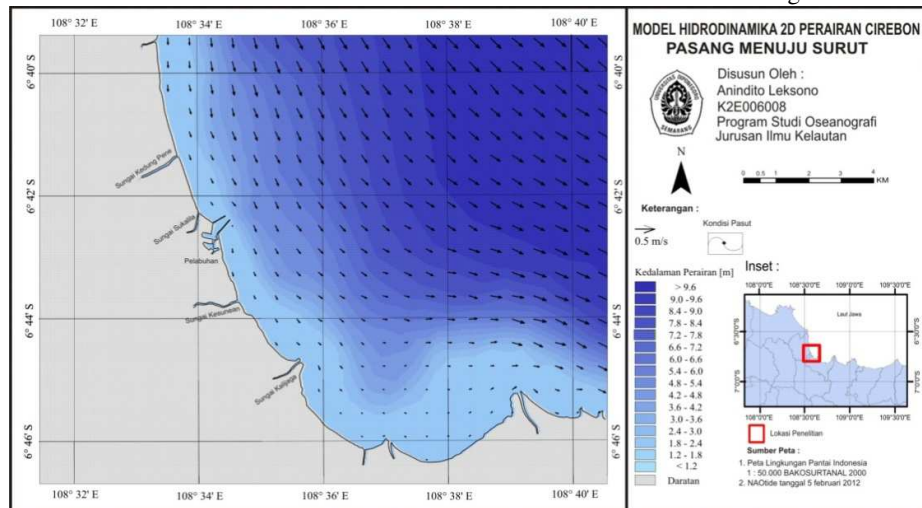
Hasil simulasi model hidrodinamika 2 dimensi menggunakan MIKE 21 Versi 2007 menggambarkan pola arus yang dirata-ratakan terhadap kedalaman pada daerah penelitian. Arus yang ditimbulkan oleh pasang-surut pada daerah model cenderung memiliki arah bolak-balik sesuai dengan pasut yang terjadi. Hasil simulasi model hidrodinamika 2 D pada kondisi muka air pada saat pasang (Gambar 6) menunjukan bahwa arah arus bergerak dari Utara ke Selatan, tetapi akibat adanya morfologi pantai maka arus dibelokkan ke arah Tenggara dengan kecepatan rata-rata 0.02 m/det. Pada saat pasang menuju surut (Gambar 7) menunjukan bahwa kecepatan arus semakin besar dengan rata-rata 0.30 m/det, bergerak dari arah Utara ke Selatan, akan tetapi akibat adanya morfologi pantai maka arus dibelokkan ke arah Tenggara. Gambar 8 menunjukan bahwa arus berada pada kondisi surut, ini ditunjukan oleh pergerakan vektor arus yang mengalami perubahan arah dari Tenggara ke Barat Laut hal ini diakibatkan oleh pengaruh morfologi pantai dengan kecepatan rata-rata 0.03 m/det. Sedangkan pada saat surut menuju pasang (Gambar 9) kecepatan arus semakin besar dengan rata-rata sebesar 0.29 m/det,



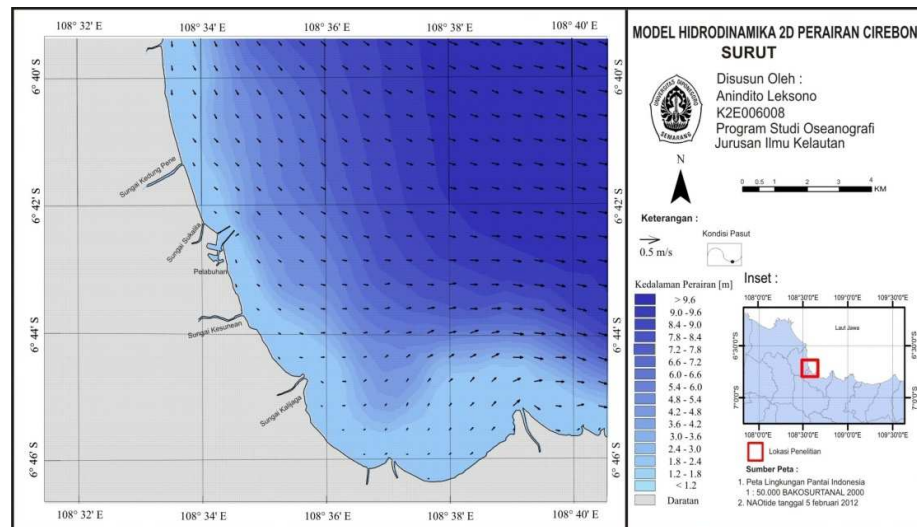
bergerak dari arah Selatan menuju Utara, akan tetapi karena pengaruh morfologi pantai maka arah arus bergerak dari Tenggara ke arah Barat Laut.



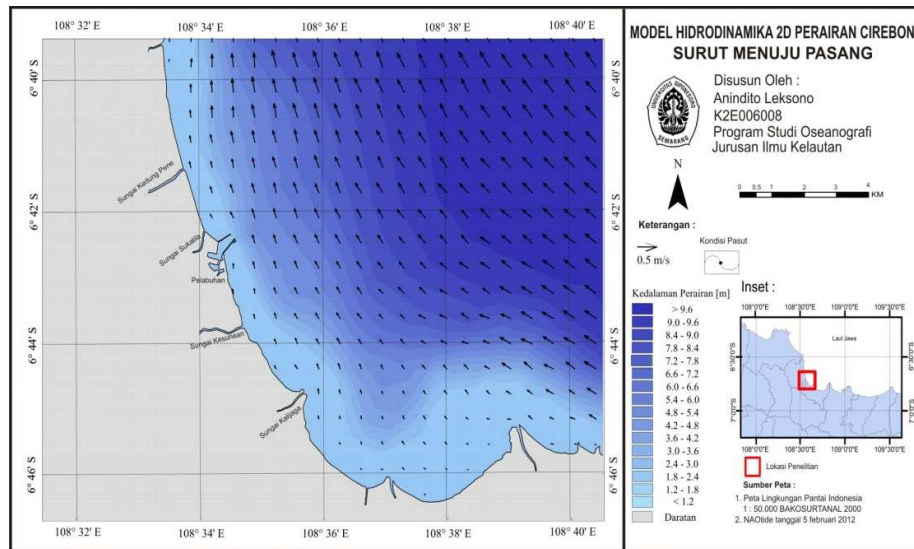
Gambar 6. Pola Arus Model Hidrodinamika 2D Pada Saat Pasang



Gambar 7. Pola Arus Model Hidrodinamika 2D Pada Saat Pasang Menuju Surut



Gambar 8. Pola Arus Model Hidrodinamika 2D Pada Saat Surut



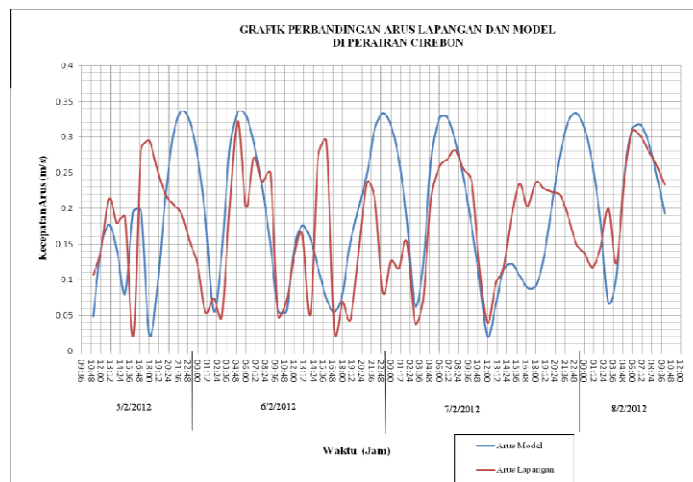
Gambar 9. Pola Arus Model Hidrodinamika 2D Pada Saat Surut Menuju Pasang

#### Verifikasi

Hasil verifikasi arus dan pasang surut diperoleh dari hasil model arus dengan membandingkan data lapangan menunjukkan nilai *Mean Relative Error* (MRE) dapat dilihat pada Tabel 2. Dan Gambar 10.

Tabel 2. Nilai MRE dan Kebenaran Hasil Verifikasi Data Model dengan Data Lapangan

No.	Parameter	<i>Mean Relative Error</i> (%)	Kebenaran (%)
1.	Elevasi Muka Air	20.62	79.38
2.	Kecepatan Arus	33.75	66.25



Gambar 10. Grafik Perbandingan Arus Lapangan dan Model

Dari verifikasi arus model dengan arus pasang surut diperoleh nilai MRE rata-rata sebesar 33.75%. Dengan nilai MRE tersebut dapat diterima. Menurut Sugiyono (2011) verifikasi model yang masih dapat diterima jika masih berada didalam batas 40%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi arus laut di Perairan Pantai Kota Cirebon didominasi oleh arus pasang surut. Kecepatan maksimum arus laut terjadi pada kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang sebesar 0.32 m/det, sebaliknya kecepatan minimum terjadi saat kondisi pasang tertinggi dan surut terendah sebesar 0.02 m/det. Simulasi model hidrodinamika 2D menggunakan *Software MIKE 21* yang dijalankan mampu merepresentasikan kondisi hidrodinamika di daerah penelitian.

2. Pola arus laut di Perairan Pantai Kota Cirebon dipengaruhi oleh morfologi Pantai Cirebon yang memanjang dari Selatan ke Utara. Pola arus laut didominasi oleh aliran yang menuju ke arah Tenggara yang kemudian berbelok ke arah Timur pada saat pasang menuju surut maksimum. Pada saat surut menuju pasang maksimum arus pasang surut didominasi oleh aliran menuju ke arah Barat yang kemudian berbelok ke arah Barat Laut.

**Daftar Pustaka**

- Dahuri, R, Rais, J, Ginting, SP dan Sitepu, MJ. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*.
- Donnel, BP., J.V Letter., W.H. McAbally. 2003. *User Guide for RMA2 Version 4.5*. US army Engineer Research and development Center. Waterways Experiment Station. Coastal and Hydraulics Laboratory. New York.
- Hadikusumah. 2009. Karakteristik Gelombang dan Arus di Eretan, Indramayu. *MAKARA, SAINS, VOL. 13, NO.2*.
- Nurhayati dan Suryarso. 2008. Variabilitas Lingkungan Oseanografi di Perairan Pantai Cirebon. *Jurnal Oseanologi dan limnologi di Indonesia-Lipi*. Jakarta.
- Pariwono, J.I. 1989. *Pasang Surut di Indonesia*. Penyunting: Ongkosongo dan Suyarso. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Sukarno, M. 2008. *Model Hidrodinamika Dan Kualitas Air Di Muara Sungai Porong*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan. FPIK. Universitas Diponegoro. Semarang. (Tidak dipublikasikan).
- Suryana. 2010. *Metode Penelitian*. Buku Ajar Perkuliahan. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Penerbit Djambatan. Yogyakarta.