

## STUDI POLA ARUS LAUT DI PERAIRAN PANTAI

### KABUPATEN ACEH TIMUR

Prima Danu Kusuma, Aziz Rifa'i<sup>[1]</sup>, dan Aris Ismanto<sup>[2]</sup>

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

Jalan Prof. Sudarto, S.H., Tembalang, Telp/Fax (024)7474698 Semarang 50275

Email : [danuprima929@yahoo.co.id](mailto:danuprima929@yahoo.co.id); [papahrifa@yahoo.com](mailto:papahrifa@yahoo.com); [aris.ismanto@gmail.com](mailto:aris.ismanto@gmail.com)

#### Abstrak

*Kabupaten Aceh Timur merupakan kabupaten yang berada di sisi timur Aceh dengan letak astronomis berada pada 4° 09' 21,08" - 5° 06' 02,16" LU dan 97° 15' 22,07" - 97° 34' 47,22" BT memiliki berbagai potensi dan permasalahan yang dihadapi hingga saat ini. Potensi wilayah pesisir tersebut antara lain berupa potensi perikanan laut dan darat, pelabuhan, pariwisata dan kawasan industri yang berada di wilayah pesisir. Permasalahan abrasi yang cukup parah mengakibatkan kerugian besar dengan rusaknya wilayah pantai dan pesisir dengan segala kehidupan yang ada di wilayah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola arus yang dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengelolaan lingkungan laut dan perencanaan bangunan pantai. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 – 30 September 2014. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif. Pengambilan data arus dengan ADCP type Argonaut-XR dengan sistem mooring. Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode Admiralty. Pemodelan pola arus menggunakan pemodelan matematis. Berdasarkan pengukuran di lapangan, perairan Aceh Timur memiliki kondisi arus yang didominasi oleh arus pasang surut. Kecepatan arus maksimum sebesar 0,647 m/s bergerak menuju arah Timur-Tenggara. Kecepatan arus minimum 0,003 m/s yang bergerak menuju ke arah Tenggara. Tipe pasang surut yang terjadi adalah pasang surut harian ganda dengan bilangan Formzahl sebesar 0,17, tinggi muka air laut rata-rata (MSL) sebesar 176, 03 cm, tinggi muka air terendah (LLWL) sebesar 82,34 cm dan tinggi muka air tertinggi (HHWL) sebesar 269,98 cm. Hasil simulasi model hidrodinamika menunjukkan bahwa arus yang terjadi pada daerah model relatif menuju arah barat laut pada kondisi surut menuju pasang dan ke arah tenggara saat pasang menuju surut.*

**Kata kunci :** Arus Laut, Pasang Surut, Perairan Aceh Timur

#### Abstract

East Aceh district is located on the east side of Aceh and astronomically at 4° 09 '21.08 " - 5° 06' 02.16" N and 97° 15 '22.07 " - 97° 34' 47.22" E has potentials and problems faced to date. The potential of the coastal areas are include fishery potential, ports, tourism and industrial areas are located on it. The occurrence of severe abrasion resulting in huge losses to the destruction of coastal areas with all the life that exists in the region. The purpose of this study was to determine the characteristics of the system of current that can be used as a reference in marine environmental management and planning of coastal structures. The study was conducted on 27 to 30 September 2014 in an East Aceh waters. The research method utilise quantitative methods, data retrieval using ADCP flow type Argonaut-XR using the mooring system. Tidal data processing is done with calculations using the Admiralty method. Analysis of current system using matematic model. Based on measurements at the site, East Aceh waters has a current condition is dominated by tidal currents. The maximum current speed of 0.647 m/ s, which is moving toward the East and Southeast relative to the minimum of 0.003 m/s which is moving toward the East. The type of tidal is semi diurnal tide, with Formzahl number is 0.17, higher sea level on average (MSL) is 176, 03 cm, lowest water level (LLWL) is 82.34 cm and watersheds The highest (HHWL) amounted to 269.98 cm. Hydrodynamic model simulation results indicate that the current was happened to the model area relatively toward northwestern on condition recede to install and toward the southeast high tide to recede

**Keyword :** Ocean Current, Tidal, Waters of East-Aceh

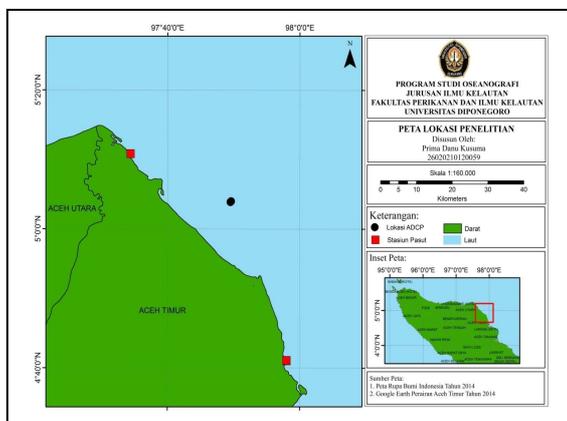
## PENDAHULUAN

Kabupaten Aceh Timur memiliki luas wilayah sebesar 6.040,60 Km<sup>2</sup> atau 10,53% dari luas wilayah Provinsi Aceh merupakan salah satu wilayah yang secara geografis terletak disisi timur Aceh. Kabupaten Aceh Timur memiliki potensi berupa perikanan laut dan darat, pelabuhan, pariwisata dan kawasan industri di wilayah pesisir. Namun disisi lain juga terdapat berbagai permasalahan yaitu berupa abrasi dan akresi pantai, rob yang menggenangi lahan pertanian, serta ancaman gelombang pasang. Abrasi yang parah dapat mengakibatkan kerugian besar akibat rusaknya wilayah pantai dan pesisir beserta segala kehidupan yang ada diwilayah tersebut.

Akibat abrasi yang semakin meluas, banyak desa di Kabupaten Aceh Timur yang habis terkikis. Abrasi yang kian meluas hingga puluhan meter disebabkan antara lain kerusakan hutan mangrove akibat penebangan yang tidak terkontrol, pertambangan pesisir dan eksploitasi migas lepas pantai. Pemahaman mengenai kondisi perairan penting dilakukan sebagai bahan analisa untuk mengurangi dampak-dampak negatif yang terjadi dalam merencanakan pembangunan wilayah pesisir dan laut. Salah satu rencana pembangunan wilayah pesisir tersebut adalah pembuatan batu pemecah ombak sepanjang pesisir pantai dari Kecamatan Idi Rayeuk hingga Kecamatan Idi Timur.

Dalam pembangunan wilayah pesisir dan laut diperlukan suatu kajian atau studi lebih mendalam mengenai dampaknya terhadap suatu perairan seperti melakukan survey faktor hidrooseanografi. Pembangunan batu pemecah ombak dapat mempengaruhi faktor-faktor hidrooseanografi terutama arus dan gelombang. Penelitian ini mengkaji pola pergerakan arus untuk mengetahui pengaruh arus terhadap kondisi daerah pesisir Kabupaten Aceh Timur. Kajian pola pergerakan arus dilakukan dengan menggunakan pemodelan sebagai metode pendekatannya. Pemodelan arus laut dilakukan dengan menggunakan pemodelan matematis yang mampu menghasilkan *output* yang secara kualitas cukup baik dengan efektifitas waktu lebih cepat.

Penelitian dilakukan pada tanggal 27 September 2014 – 30 September 2014. Lokasi penelitian berada di perairan Kabupaten Aceh Timur. Stasiun pengukuran arus berada pada koordinat 97° 49' 37.032" E dan 5° 4' 1.5" N dengan tujuan untuk mengkaji pola arus di Perairan Kabupaten Aceh Timur melalui pendekatan model matematis.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer yang didapatkan dari hasil pengukuran lapangan dan data sekunder yang didapatkan dari instansi (DISHIDROS dan BIG). Data primer terdiri dari data pengukuran arus dan pasang surut di lapangan. Data sekunder meliputi Peta Bathimetri Kabupaten Aceh Timur dengan skala 1:500.000 tahun 2003 yang dikeluarkan oleh (DISHIDROS) TNI AL dan data pasang surut perairan Lhokseumawe selama bulan September 2014 yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG).

Lokasi pengukuran arus di tempat yang dapat mewakili Perairan Kabupaten Aceh Timur dengan mempertimbangkan potensi kecepatan arus yang besar pada perairan terbuka, dasar perairan yang landai untuk mempermudah perekaman data ADCP serta aktifitas kapal nelayan yang minim.

Pengukuran arus lapangan menggunakan *ADCP type SonTek Argounout-XR* untuk mendapatkan data dan arah arus laut selama tanggal 27 – 30 September 2014 dengan interval waktu perekaman setiap 10 menit.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode statistik digunakan sebagai metode dalam pengolahan data yang ada. Menurut Sugiyono (2009), metode kuantitatif merupakan suatu metode yang bersifat sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya. Metode ini digunakan pada penelitian yang banyak menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya yang berupa gambar, tabel, grafiik atau tampilan lainnya.

Data arus hasil pengukuran merupakan arus total yang terdiri dari arus pasut dan arus non pasut, sehingga harus dilakukan pemisahan masing-masing komponen U dan V serta arah arus. Pemisahan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi arus pasut terhadap arus total. Peta bathimetri digunakan sebagai peta dasar untuk membangun model simulasi pergerakan arus. Peta bathimetri diproyeksikan pada posisinya sesuai koordinat lintang dan bujurnya. Hasil dari proyeksi tersebut kemudian akan dimasukkan ke dalam perangkat lunak untuk pemodelan kemudian dilakukan pendigitasian data bathimetri dan juga garis pantai yang dibutuhkan. Analisis data pasang surut dilakukan dengan menggunakan Metode *Admiralty* untuk mencari harga amplitudo (A), beda fase ( $g^\circ$ ) dan konstanta pasut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Arus Laut

Hasil pengukuran berupa kecepatan arus maksimum dan arus minimum disetiap layer, kecepatan arus rata-rata, serta arah arus seperti yang tersaji dalam Tabel 1.

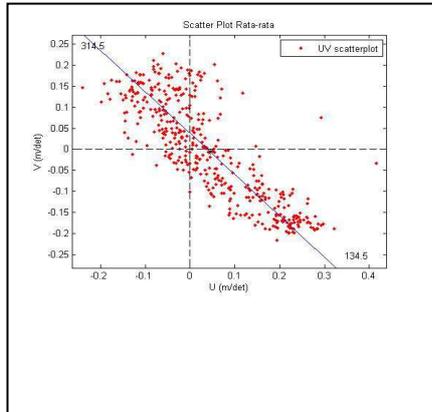
**Tabel 4.1** Kecepatan Arus Maksimum dan Minimum Aceh Timur

Cell	Maksimum Kec. Arus (m/det)	Minimum Kec.Arus (m/det)	Arah Arus ( ° )	Rata- rata (m/det)
1	0,427	0,004	Timur- Tenggara (108,8)	0,149
2	0,365	0,01	Timur- Tenggara (110,7)	0,140
3	0,54	0,008	Timur- Tenggara (121,1)	0,152
4	0,395	0,014	Timur- Tenggara (130,0)	0,154
5	0,43	0,003	Timur- Tenggara (116,8)	0,152
6	0,647	0,008	Timur- Tenggara (104,2)	0,159
Rata- rata	0,467	0,078	Timur- Tenggara (124,5)	0,151

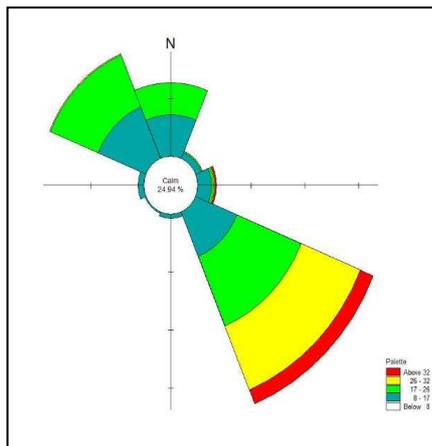
(Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Kecepatan arus maksimum terdapat pada cell 6 yakni kedalaman 0 - 1,6 m dengan kecepatan 0,647 m/det yang bergerak menuju arah timur relatif ke tenggara ( $104.2^\circ$ ). Kecepatan arus minimum terdapat pada kedalaman 1,6 – 3,2 m yakni pada cell 5 dengan kecepatan 0.003 m/det yang bergerak menuju ke arah tenggara ( $116.8^\circ$ ).

Hasil pengukuran pengolahan data arus rata-rata pada stasiun pengukuran dalam bentuk *scatter plot* dan *Current Rose* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3



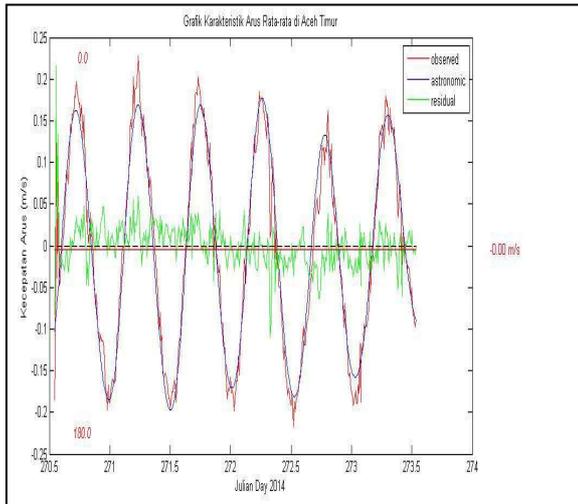
**Gambar 2.** Scatter Plot Komponen U dan V pada Kedalaman Rata-rata (Sumber: Pengolahan Data, 2015)



**Gambar 3.** Current Rose Kecepatan dan Arah Arus Pada Kedalaman Rata-rata (Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 terlihat bahwa arus yang terjadi di Perairan Aceh Timur melakukan pola pergerakan 2 arah (*bidirectional*) yakni didominasi arah arus yang bergerak menuju ke barat laut yang relatif menuju ke arah utara dan ke arah tenggara yang relatif menuju ke arah selatan.

Hasil pengukuran arus lapangan di Perairan Aceh Timur merupakan arus total yang terdiri dari arus astronomi dan arus residu. Arus total tersebut diolah lebih lanjut untuk menampilkan grafik pemisah arus yang dapat disimpulkan bahwa arus dominan yang terjadi di Perairan Aceh Timur adalah arus pasut seperti yang tersaji pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Pemisah Karakteristik Arus

(Sumber: Pengolahan data, 2015)

**Pasang Surut**

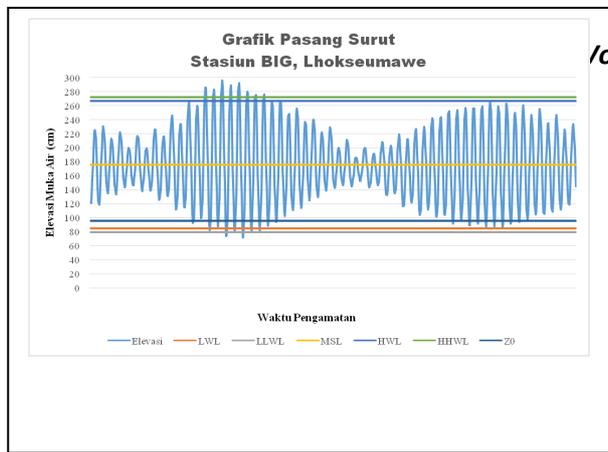
Hasil analisis pasang surut Perairan Aceh Timur dengan metode *Admiralty* menghasilkan komponen-komponen harmonik yang disajikan pada Tabel 2

**Tabel 2** Hasil Komponen-komponen Pasang Surut Perairan Aceh Timur

Koefisien	Amplitudo (cm)	Beda Fasa ( $g^\circ$ )
S0	176,03	
M2	35,07	426,47
S2	28,85	84,86
N2	9,4	360,99
K1	8,8	219,64
O1	2,4	153,83
M4	1,05	72,41
MS4	0,99	90,99
K2	6,63	84,86
P1	2,9	219,64

(Sumber: Pengolahan data, 2015)

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut dengan metode *Admiralty* dapat diketahui bahwa tipe pasang surut di Perairan Aceh Timur adalah tipe pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) dengan bilangan Formzahl sebesar 0,17 ( $F=0,17$ ). Nilai muka air laut rerata (*Mean Sea Level*) = 176,03 cm, tinggi muka air terendah (*Lowest Low Water Level*) = 82,34 cm, dan tinggi muka air tertinggi (*Highest High Water Level*) = 269,98 cm. Gambar 5 menunjukkan grafik elevasi pasang surut dari pengukuran stasiun pasang surut BIG yang berlokasi di Lhokseumawe.

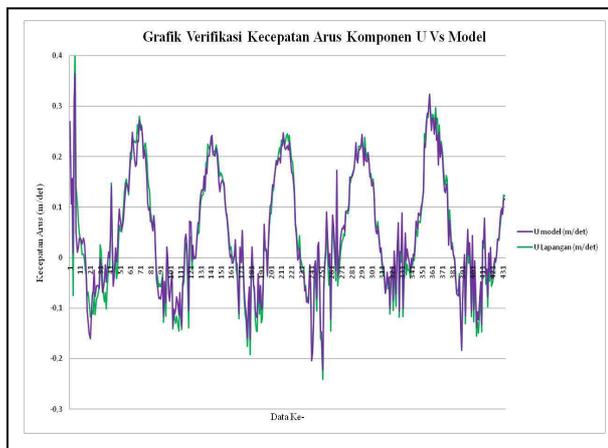


**Gambar 5.** Grafik Pasang Surut Stasiun BIG, Lhokseumawe

(Sumber: Pengolahan data, 2015)

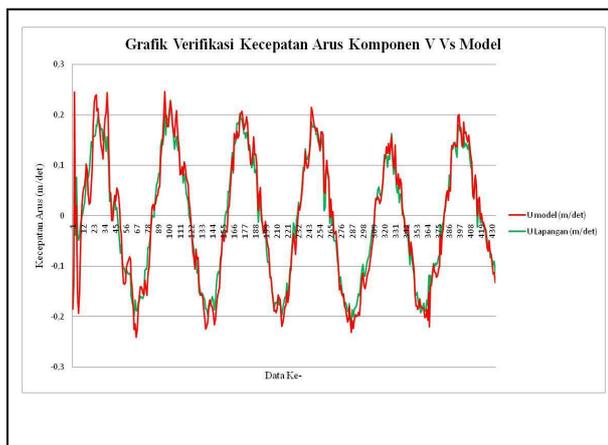
**Verifikasi Data Lapangan dan Data Model**

Verifikasi kecepatan arus berupa komponen U dan V serta arah arus antara hasil pengukuran dengan simulasi model pada lokasi pengukuran. Verifikasi arus pada komponen U diperoleh nilai *Standard Deviation Ratio* (RSR) sebesar 0,256066. Verifikasi arus pada komponen V diperoleh nilai *Standard Deviation Ratio* (RSR) sebesar 0,426241. Sedangkan verifikasi arah arus pengukuran lapangan dengan hasil simulasi model diperoleh nilai *Standard Deviation Ratio* (RSR) sebesar 0,53595. Perbandingan kecepatan arus pada komponen U dan V serta arah arus hasil pengukuran di lapangan dengan hasil simulasi model dapat dilihat pada Gambar 6 - Gambar 8. Hasil verifikasi kecepatan arus dalam komponen U dan V serta arah arus berturut-turut menunjukkan nilai RSR sebesar 0,256066., 0,426241., dan 0,53595. Menurut Moriasi *et al*, (2007), nilai RSR dikatakan sangat baik jika berada pada  $0,00 \leq RSR \leq 0,50$ . Dan nilai RSR dikatakan baik jika berada pada  $0,50 < RSR \leq 0,60$ .

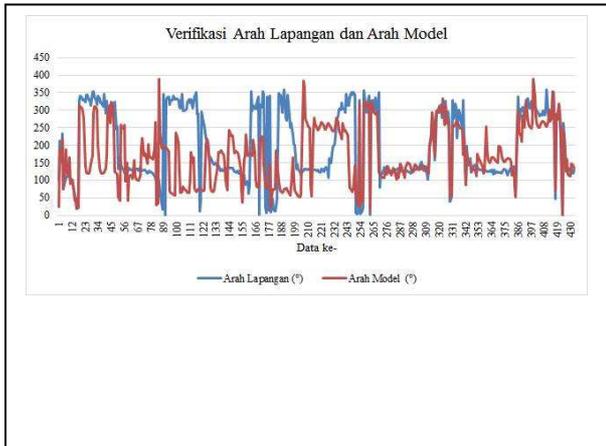


**Gambar 6.** Grafik Verifikasi Arus Lapangan Komponen U dengan Data Model

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)

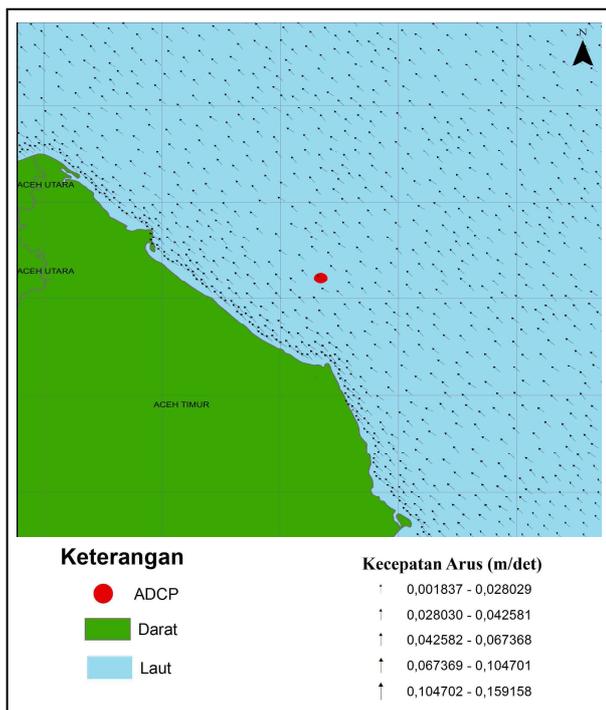


**Gambar 7.** Grafik Verifikasi Arus Lapangan Komponen V dengan Data Model  
(Sumber: Pengolahan Data, 2015)



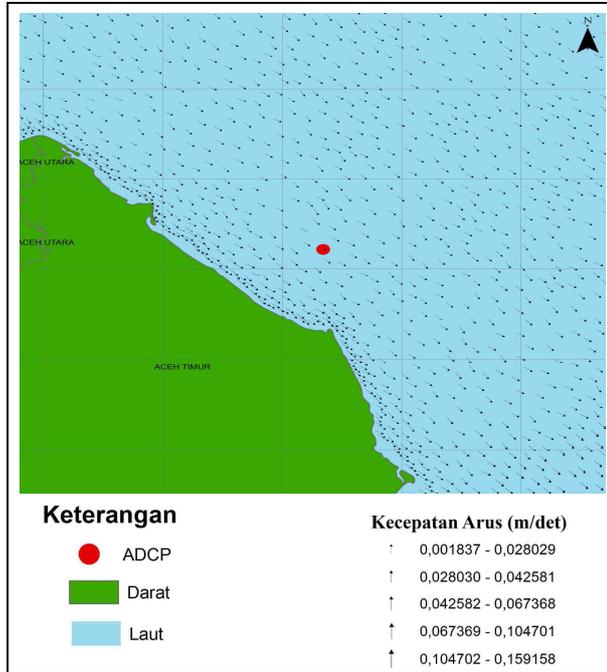
**Gambar 8.** Grafik Verifikasi Data Arah Arus Lapangan dengan Data Model  
(Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Hasil simulasi model numerik memperlihatkan pola arus laut di Perairan Aceh Timur yang sesuai dengan kondisi pasang surut stasiun pengamatan BIG di Lhokseumawe. dengan range kecepatan arus yang terjadi berkisar antara 0,001203 – 0,521863 m/det. Pada saat fase pasang pola pergerakan arus laut bergerak menuju ke arah barat laut dengan kecepatan maksimum 0,159158 m/det dan kecepatan minimum 0,001837. Pada saat fase surut menuju pasang, terlihat pola pergerakan arus mulai mengalami perubahan kecepatan maksimum 0,161268 m/det dan minimum 0,001837 m/det dengan arah arus bergerak menuju ke arah barat laut. Pada saat fase surut, pola pergerakan arus yang terlihat bergerak menuju ke arah tenggara dengan kecepatan maksimum sebesar 0,157156 m/det dan kecepatan minimum sebesar 0,001736 m/det. Sedangkan pada saat fase pasang menuju surut, pola arus bergerak menuju ke arah tenggara dengan kecepatan maksimum 0,160269 m/det dan minimum 0,001736 m/det. Gambaran pola arus disajikan dalam bentuk vektor arus seperti yang tersaji pada Gambar 9 – Gambar 12



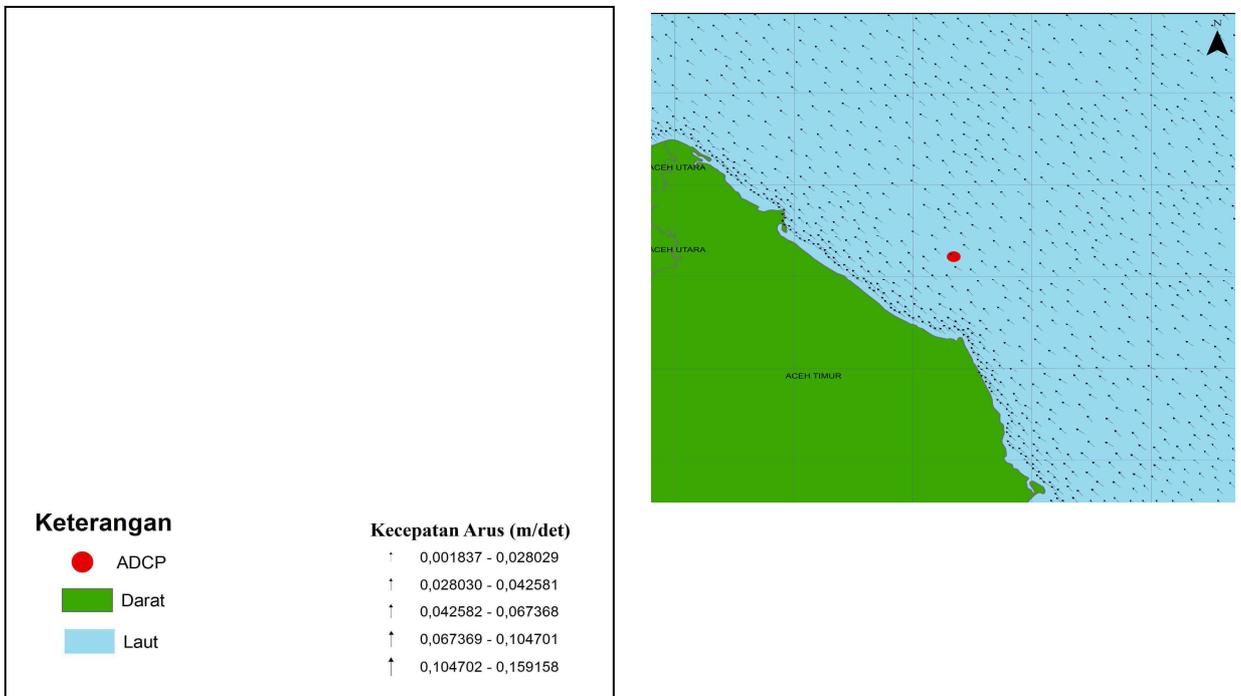
**Gambar 9.** Pola Arus Pada Saat Pasang

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)



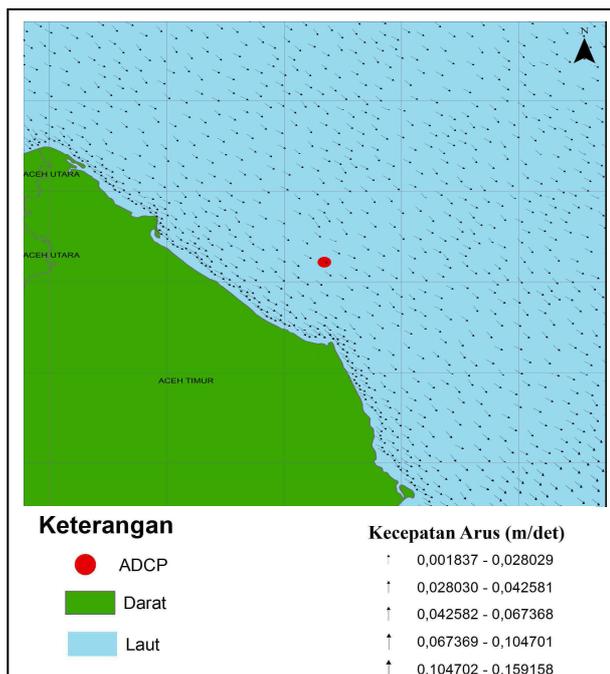
**Gambar 10.** Pola Arus Pada Saat Surut

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)



**Gambar 10.** Pola Arus Pada Saat Surut Menuju Pasang

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)



**Gambar 10.** Pola Arus Pada Saat Pasang Menuju Surut

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)

### Pembahasan

Kecepatan arus seperti yang tersaji dalam Tabel 1. menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata arus terbesar terjadi pada permukaan perairan yaitu sebesar 0.159 m/det dan paling kecil terdapat pada bagian dasar perairan yaitu sebesar 0.140 m/det. Adanya gesekan pada tiap lapisan kedalaman serta adanya gesekan di dasar perairan yang akan mengurangi laju arus laut yang terjadi. Dahuri et al. (1996) mengemukakan bahwa arus yang disebabkan oleh pasang surut dipengaruhi oleh dasar perairan. Arus pasang surut yang terkuat akan ditemui di dekat permukaan dan akan menurun kecepatannya ketika mendekati dasar perairan yang disebabkan adanya gaya gesekan terhadap dasar perairan.

Analisa karakteristik arus laut pada lokasi penelitian, diketahui jenis arus dominan yang terjadi di perairan Aceh Timur merupakan arus pasang surut (Gambar 4.). Arah dominan arus bergerak bolak-balik (bi-directional) yaitu arah tenggara dan barat laut. Pergerakan arus bolak-balik dikarenakan perubahan bathimetri dan elevasi muka air laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Poerbandono dan Djunasjah (2005) bahwa arus pasang surut mempunyai arah sifat bergerak berlawanan dari arah menuju pantai dan menjauhi pantai yang menyebabkan meninggi dan merendahnya permukaan laut.

Perairan Aceh Timur mengalami siklus pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*), seperti yang dapat disimpulkan dari hasil grafik pada Gambar 5. serta nilai *Formzahl* sebesar 0,17. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmodjo (1999), dimana pada tipe ini dalam satu hari terjadi dua kali pasang naik dan dua kali pasang surut dalam satu hari, dengan tinggi yang hampir sama. Hasil nilai *Formzahl* diperkuat oleh Wibisono (2005) bahwa untuk nilai  $F \leq 0,25$  maka tipe pasang surut harian ganda. Berdasarkan perhitungan analisis harmonik menggunakan metode *Admiralty*, diperoleh nilai MSL sebesar 176,03 cm, nilai HHWL sebesar 269,98 cm dan nilai LLWL sebesar 82,34 cm. Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa nilai HHWL digunakan sebagai data acuan agar ketika pasang naik bangunan pantai seperti pelabuhan, dermaga dan sebagainya tidak terendam air laut, sedangkan untuk nilai LLWL digunakan sebagai data acuan alur pelayaran agar ketika surut tidak terjadi karam pada kapal dan kedalaman kolom pelabuhan.

Berdasarkan hasil simulasi model pola arus diketahui bahwa arus yang terjadi dibangkitkan oleh pasang surut sehingga arus pada saat pasang dan surut mempunyai pola yang berbeda. Hasil model menunjukkan bahwa pada saat kondisi surut, arus bergerak menuju ke arah tenggara. Sedangkan pada saat kondisi pasang, arus bergerak masuk menuju ke arah barat laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadi dan Radjwane (2009) yang menyatakan bahwa pada saat pasang, muka air di laut lebih tinggi daripada di estuari (teluk), akibatnya arus pasang bergerak memasuki estuari (teluk) dimana kondisi ini

disebut dengan *flood*. Sedangkan pada saat surut, muka air laut lebih rendah daripada di estuari sehingga arus pasut akan bergerak keluar dari estuari (teluk) menuju ke laut dimana pada kondisi ini disebut *ebb*.

Nilai kecepatan yang dihasilkan oleh model menunjukkan bahwa range kecepatan arus yang terjadi berkisar antara 0,001203 – 0,1621863 m/det. Kisaran kecepatan pada saat fase surut menuju pasang dan pasang menuju surut relatif lebih besar dibanding pada fase lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Poerbandono dan Djunasjah (2005), yang menjelaskan bahwa kecepatan arus pasut maksimum akan terjadi yaitu pada saat pasang tertinggi dan surut terendah (*slack water*), pada saat-saat tersebut terjadi perubahan arah arus pasut. Selain itu, Hadi dan Radjwane (2009) menambahkan bahwa laju maksimum dari arus pasut 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 fase kesetimbangan dimana kecepatan arus relatif mendekati nol.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah kecepatan arus maksimum terjadi pada permukaan perairan dengan kecepatan 0.647 m/det dan cenderung menurun seiring bertambahnya kedalaman. Pergerakan arus yang terjadi di Perairan Kabupaten Aceh Timur relatif menuju arah barat laut pada kondisi surut menuju pasang dan ke arah tenggara saat pasang menuju surut.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Dahuri, R., J. Rais., S. P. Ginting dan M. J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradaya Paramitha, Jakarta.
- Hadi, S. Dan I.M. Radjwane. 2009. Arus Laut. Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Moriasi, D. N., J. G. Arnold., M. W. Van Liew., R. L. Bingner., R. D. Harmel, T. L. Veith. 2007. Model Evaluation Giudelines For Systematic Quantification Of Accuraty In Watershed Simulations. American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 00001-2352, 50 (4).
- Poerbondono dan E. Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kulitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wibisono, M. S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.