

## STUDI KARAKTERISTIK POLA ARUS DI PERAIRAN SELAT LAMPA, KABUPATEN NATUNA, PROVINSI KEPULAUAN RIAU

Tissa Permatasari Putri, Azis Rifai, Aris Ismanto\*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698  
Email : tissa3978@gmail.com

### Abstrak

Perairan Selat Lampa di Kepulauan Natuna merupakan perairan yang cukup strategis sebagai alur lalu lintas pelayaran utama bagi warga Natuna dan bagi kapal-kapal asing. Dengan peran utama tersebut, kondisi hidro-oseanografi seperti arus dan pasang surut sangat dipertimbangkan dalam pengembangan dan perencanaan suatu wilayah pesisir dan laut. Data arus dan pasang surut sangat dibutuhkan dalam pengembangan daerah pelabuhan Selat Lampa sehingga dapat memberikan hasil yang maksimal. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pola arus di Perairan Selat Lampa, Kabupaten Natuna.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu pengambilan data lapangan dan tahap pemodelan numerik dengan menggunakan *software* MIKE 21 *Flow Model Flexibel Mesh* untuk pola arus. Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 20 Mei–4 Juni 2014 yang terdiri dari pengukuran arus selama 5 hari menggunakan ADCP, dan pengamatan pasang surut yang dilakukan selama 15 hari menggunakan palem pasut. Tahap pemodelan hidrodinamika dilakukan selama bulan Juli–Oktober dengan menggunakan input data batimetri dari DISHIDROS dan data pasang surut. Penelitian menggunakan metode kuantitatif. Sedangkan penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling method*.

Berdasarkan hasil pengolahan data, karakteristik arus di Perairan Selat Lampa didominasi oleh arus pasang surut dengan arah arus yang cenderung bolak balik. Tipe pasang surut di Perairan Selat Lampa adalah pasang surut campuran condong ke harian tunggal. Hasil model hidrodinamika arus menunjukkan dominan menuju ke arah barat laut pada saat fase surut terendah, dan arus dominan menuju ke arah tenggara pada fase pasang tertinggi. Kecepatan arus minimum 0,000006 m/det dan kecepatan arus maksimum 1,190000 m/det pada kedalaman rata-rata.

**Kata Kunci:** Pola Arus, Arus Pasang Surut, MIKE 21 *Flow Model Flexible Mesh*

### Abstract

Lampa strait in Natuna islands is quite strategic line of traffic main shipping for the local and the foreign ships. As a main function in above, the hydro-oceanografi conditions, such as current and tidal, are considered in the developping and planning of coastal and sea area. Current and tidal data are needed in the Lampa strait area development that bears a maximum results. The purpose of this research is knowing the characteristic of current pattern in Lampa strait, Natuna residence.

The research was divided into two phases that are the field data collection and the current numerical modelling (using software MIKE 21 Flow Model Flexibel Mesh) for the current pattern. The field data collection was carried on 20th May to 4th June, were 5 days current measurement using ADCP and 15 days tidal data measurement using a tide palm. The hydrodynamics modelling, was processed in July-Oktober, used bathymetry data input from DISHIDROS and tidal data. This research used quantitative method and the data collection used purposive sampling method.

Based on the data analysis, the current in Lampa strait was dominated by a tidal flow with a bi-direction of the current pattern. The tidal type of Lampa strait was a mixed tide prevailing diurnal. Hydrodynamics current models showed that it is dominated to the the norhtwest on the lowest tidal phase and the southeast on the highest tidal phase. The minimum current speed was 0,000006 m/s and 1,190000 m/s respectively maximum speed of the current on average depth condition.

**Keywords:** Current Pattern, Tidal Flow, MIKE 21 Flow Model Flexible Mesh

## 1. Pendahuluan

Arus berperan aktif mempengaruhi proses-proses biologi, fisika, dan kimia pada spektrum ruang dan waktu yang terjadi di lautan. Pengetahuan mengenai dinamika arus pada suatu wilayah perairan sangat penting untuk mengkaji mengenai dinamika dan kualitas lingkungan serta rekayasa wilayah (Poerbandono dan Djunasjah, 2005). Data arus juga sangat diperlukan dalam penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran, bangunan pantai, dan pengelolaan lingkungan serta penentuan daerah rekreasi bahari dan budi daya wilayah pesisir (Triatmodjo, 1999).

Perairan Selat Lampa yang merupakan salah satu daerah di Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau yang berbatasan langsung dengan Laut Natuna dan Laut Cina Selatan. Selat Lampa merupakan alur lalu lintas pelayaran utama warga Natuna dengan pelabuhan utama yakni Pelabuhan Selat Lampa.

Kurangnya sarana dan prasarana bagi pulau-pulau yang ada di sekitar Selat Lampa membuat pemerintah setempat berusaha mencari solusi untuk pengembangan dan perencanaan wilayah tersebut. Termasuk rencana pengembangan daerah pelabuhan Selat Lampa yang sudah menjadi agenda pemerintah setempat di tahun 2014. Sedangkan untuk pengembangan pelabuhan Selat Lampa, diperlukan terlebih dahulu data hidro-oseanografi guna mengetahui karakteristik faktor hidro-oseanografi terutama pola arus..

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka, perlu adanya kajian untuk mengetahui karakteristik arus laut yang terjadi di perairan Selat Lampa dimana hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi secara umum mengenai pola sirkulasi arus di perairan Selat Lampa yang bisa dijadikan sebagai bahan acuan dalam menunjang berbagai kegiatan perencanaan pengembangan wilayah pesisir dan laut di perairan Selat Lampa.

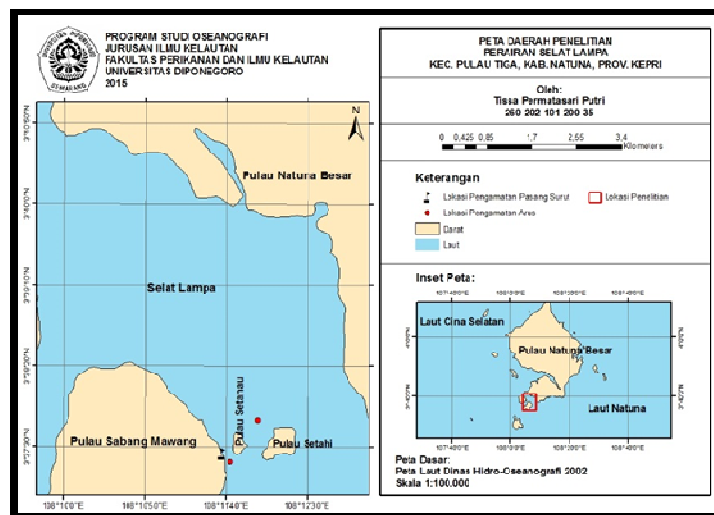
## 2. Materi dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data hasil pengukuran di lapangan (primer) yaitu data arus laut dan data pasut. Sedangkan data sekunder berasal dari instansi terkait berupa Peta Batimetri Kabupaten Natuna Skala 1:100.000 (DISHIDROS TNI-AL, 2002).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dimana data penelitian berupa angka-angka dan dianalisis menggunakan statistik atau model. Metode kuantitatif merupakan suatu metode yang bersifat sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya (Sugiyono, 2010). Metode kuantitatif ini digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai karakteristik pola arus laut yang terjadi di perairan Selat Lampa melalui pendekatan model matematis yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak MIKE 21 *Flow Model FM (Flexible Mesh)*.

Penelitian ini dilakukan di perairan Selat Lampa, Kabupaten Natuna, pada tanggal 20 Mei – 4 Juni 2014 dengan menggunakan metode *purposive sampling method*. Menurut Hadi (2004), *purposive sampling method* merupakan metode penentuan lokasi sampling dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria tertentu dalam penentuannya, seperti jalur pelayaran, kedalaman lokasi, kondisi cuaca, dan waktu yang telah dibuat terhadap obyek yang telah disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pengukuran data arus pada penelitian ini berdasarkan pertimbangan kondisi lapangan yang secara non-teknis lokasi pengukuran merupakan daerah yang tidak banyak aktifitas kapal nelayan yang dapat mengganggu badan air ketika pengukuran arus.

Peta titik lokasi pengamatan arus dan pasang surut laut di perairan Selat Lampa, Kabupaten Natuna, tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

**Pengolahan dan Analisis Data**

Data arus yang didapat dari perekaman data lapangan kemudian disajikan dalam bentuk *scatter plot*, grafik, dan *current rose* menggunakan *software World Current*, dan *MIKE 21 Plot Composseser*. Sedangkan pemodelan pola arus 2D menggunakan perangkat lunak *MIKE 21 Flow Model FM (Flexibel Mesh)*.

Data pasang surut hasil pengamatan di lapangan kemudian dihitung dan dianalisa dengan metode Admiralty. Metode Admiralty digunakan untuk menghitung nilai konstanta harmonik pasut. Dalam metode ini harus mencari nilai amplitudo dan fase sesaat dari masing-masing komponen (Mihardja, *et al.*, 1994).

**Verifikasi Hasil**

Menurut Riyanto (2004) dalam Purwanto (2011), koreksi kesalahan relatif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$RE = \left| \frac{X - C}{X} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$MRE = \sum_{1}^n \frac{RE}{n} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- RE = Kesalahan relatif (*Relative Error*)
- MRE = Rata – rata kesalahan relatif (*Mean Relative Error*)
- C = Data Hasil Simulasi
- X = Data Lapangan
- n = Jumlah data

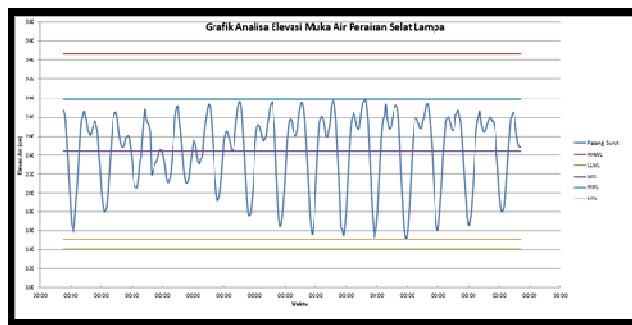
Purwanto (2011), data hasil komputasi akan mengalami sedikit perbedaan dengan data di lapangan, hal tersebut tidak menjadi masalah apabila kesalahan relatifnya tidak melebihi 50%.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**Pasang Surut**

Berdasarkan hasil perhitungan komponen-komponen pasang surut, diketahui tipe pasut yang terjadi di perairan Selat Lampa adalah tipe pasut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailling diurnal*) dengan nilai bilangan Formzahl sebesar 1,96. Dalam satu hari bisa terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

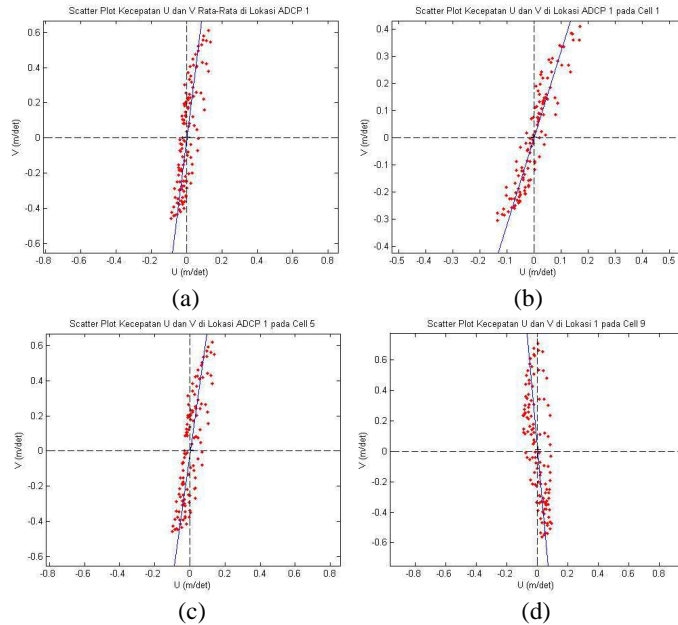
Hasil nilai elevasi muka air laut rerata (MSL) yang terjadi di Selat Lampa sebesar 243,68 cm, elevasi tinggi (*high water level*) 298 cm, elevasi tertinggi (*highest high water level*) sebesar 347 cm, elevasi rendah (*low water level*) 151 cm, dan elevasi terendah (*lowest low water level*) sebesar 140 cm, seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fluktuasi Muka Air Perairan Selat Lampa

**Arus Laut**

Berdasarkan hasil pengolahan data arus menggunakan *World Current* 1.03 pada lokasi pengukuran I diperoleh *scatter plot* pada lapisan permukaan, kolom, dan dasar perairan. Pada Gambar 3a, menunjukkan grafik sebaran arah arus yang cenderung dominan bergerak ke arah utara serta bergerak ke arah selatan. Melalui Gambar 3b hingga 3d, juga terlihat bahwa arus yang terjadi di Selat Lampa melakukan pola pergerakan 2 arah (*bi-directional*) yakni didominasi arah arus yang bergerak ke arah utara-selatan.



Gambar 3. Scatter Plot Komponen U V pada (a) Kedalaman Rata-Rata; (b) Permukaan; (c) Kolom; (d) Dasar Perairan Selat Lampa di Lokasi I.

Pada lokasi pengukuran I, kecepatan maksimum tertinggi terdapat pada bagian permukaan air, yakni pada kedalaman  $\pm 2,5-4,5$  m dengan kecepatan 0.906 m/det yang bergerak menuju arah utara sampai timur laut ( $12,6^\circ$ ). Distribusi kecepatan arus disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Arus Maksimum dan Minimum pada Lokasi Pengukuran I

| Layer     | Maksimum             |                           | Minimum              |                           | Rata-Rata<br>(m/det) |
|-----------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
|           | Kec. Arus<br>(m/det) | Arah Arus<br>( $^\circ$ ) | Kec. Arus<br>(m/det) | Arah Arus<br>( $^\circ$ ) |                      |
| Dasar     | 0.563                | 29.9 (U-TL)               | 0.027                | 0 (U)                     | 0.188                |
| Kolom     | 0.789                | 22.4 (U-TL)               | 0.031                | 119.1 (T-TG)              | 0.285                |
| Permukaan | 0.906                | 12.6 (U-TL)               | 0.011                | 213.7 (S-BD)              | 0.355                |
| Rata-Rata | 0.739                | 20 (U-TL)                 | 0.001                | 90 (T)                    | 0.275                |

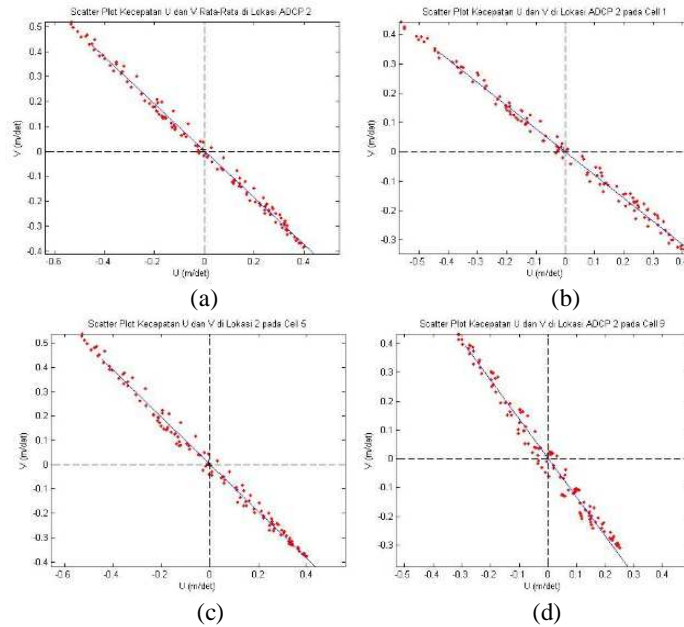
Sedangkan pada lokasi pengukuran II, kecepatan maksimum tertinggi terdapat pada bagian tengah (kolom) perairan, yakni pada kedalaman  $\pm 10,5-12,5$  m dengan kecepatan 0,883 m/det yang bergerak menuju arah barat laut sampai utara ( $316,2^\circ$ ), seperti yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan Arus Maksimum dan Minimum pada Lokasi Pengukuran II

| Layer     | Maksimum             |                           | Minimum              |                           | Rata-Rata<br>(m/det) |
|-----------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
|           | Kec. Arus<br>(m/det) | Arah Arus<br>( $^\circ$ ) | Kec. Arus<br>(m/det) | Arah Arus<br>( $^\circ$ ) |                      |
| Dasar     | 0.83                 | 310.3 (B-BL)              | 0.008                | 219.8 (S-BD)              | 0.324                |
| Tengah    | 0.883                | 316.2 (BL-U)              | 0.008                | 284 (B-BL)                | 0.358                |
| Permukaan | 0.721                | 323.2 (BL-U)              | 0.011                | 180 (S)                   | 0.257                |
| Rata-Rata | 0.866                | 315.9 (BL-U)              | 0.003                | 180 (S)                   | 0.346                |

Pada Gambar 4a, tergambar grafik sebaran arah arus di lokasi pengukuran II yang cenderung bergerak ke arah barat laut dan ke arah tenggara. Gambar 4b hingga 4d, juga terlihat bahwa arus yang terjadi di Selat Lampa

melakukan pola pergerakan 2 arah (*bi-directional*) yakni didominasi arah arus yang bergerak menuju ke barat laut-tenggara.



Gambar 4. Scatter Plot Komponen U V pada (a) Kedalaman Rata-Rata; (b) Permukaan; (c) Kolom; (d) Dasar Perairan Selat Lampa di Lokasi II.

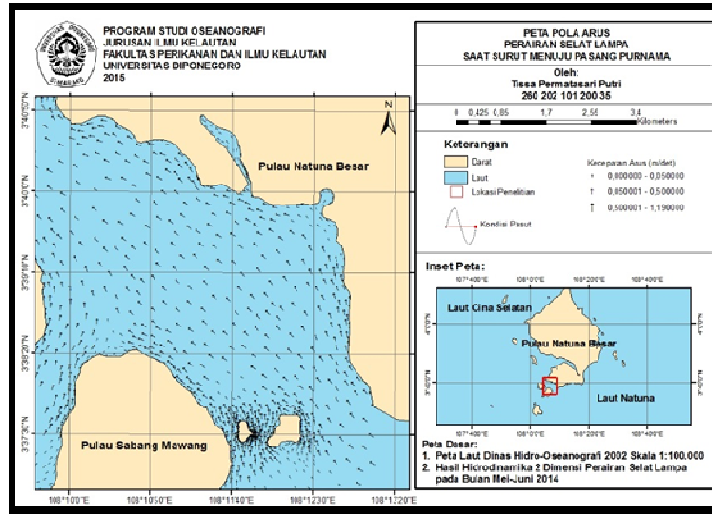
Berdasarkan tabel pemisahan arus pasut dan arus non-pasut diketahui bahwa karakteristik arus di perairan Selat Lampa didominasi oleh arus pasut dengan persentase arus pasut pada kedua lokasi pengukuran sebesar 67,27% dan arus residu sebesar 31,07%.

#### Simulasi Model Numerik MIKE 21

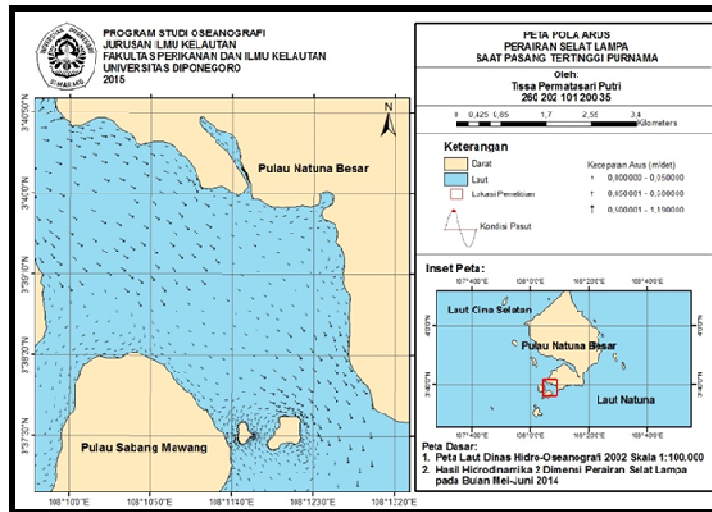
Hasil simulasi model numerik MIKE 21 *flow model* memperlihatkan pola arus di Perairan Selat Lampa yang sesuai dengan kondisi pasut di perairan tersebut. Gambaran pola arus disajikan dalam bentuk vektor arus seperti yang tersaji pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Pola arus dalam bentuk vektor pada Gambar 5a sampai Gambar 5d merupakan pola arus saat kondisi pasut purnama (*springtide*). Kecepatan arus yang terjadi berkisar dari 0,000006-1,190000 m/det. Pada Gambar 5a, pola pergerakan arus bergerak dari arah selatan dan tenggara masuk ke dalam Selat Lampa menuju ke arah Laut Cina Selatan pada saat fase surut menuju pasang. Pada saat fase pasang tertinggi, seperti yang disajikan pada Gambar 5b, terlihat pola pergerakan arus mulai mengalami perubahan arah. Arus bergerak dari arah barat laut dan utara masuk ke dalam Selat Lampa menuju ke Laut Natuna. Sedangkan pada saat fase pasang menuju surut, yakni pada Gambar 5c, pola arus bergerak dari arah barat laut dan utara menuju ke arah selatan dan barat daya. Gambar 5d, pada saat fase surut terendah, pola pergerakan arus yang terlihat bergerak dari arah tenggara dan selatan menuju ke arah utara dan barat laut.

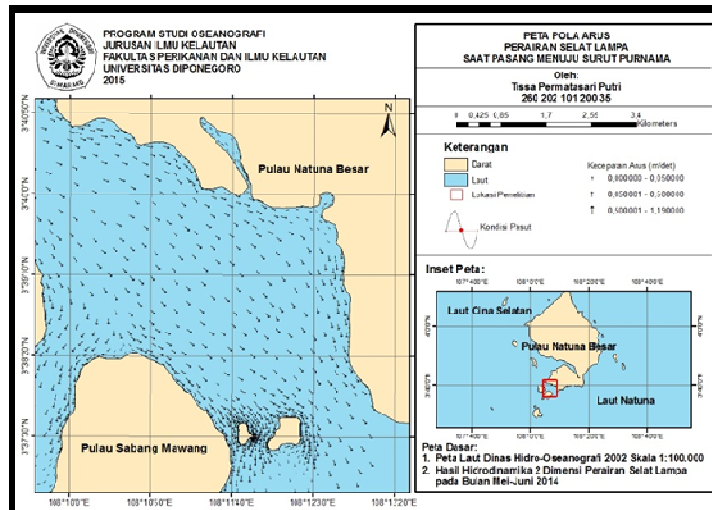
Range kecepatan arus mengalami peningkatan pada saat memasuki kondisi pasang menuju surut dan saat kondisi surut menuju pasang. Di beberapa titik lokasi pada kondisi tersebut (Gambar 5a dan Gambar 5c) terlihat bahwa vektor kecepatan arus didominasi oleh range kecepatan terbesar, yakni 0,500001 m/det hingga 1,190000 m/det. Namun ketika memasuki kondisi pasang menuju surut dan surut menuju pasang, kecepatan arus mengalami penurunan dari kondisi sebelumnya. Range kecepatan arus cenderung lebih dominan pada kecepatan dengan kisaran 0,050001 m/det hingga 0,500000 m/det.



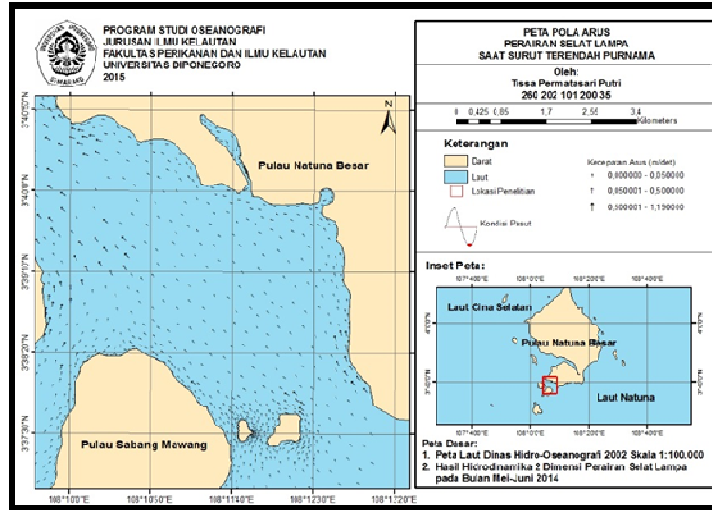
Gambar 5a. Peta Pola Arus pada Kondisi Purnama Saat Surut Menuju Pasang.



Gambar 5b. Peta Pola Arus pada Kondisi Purnama Saat Pasang Tertinggi.

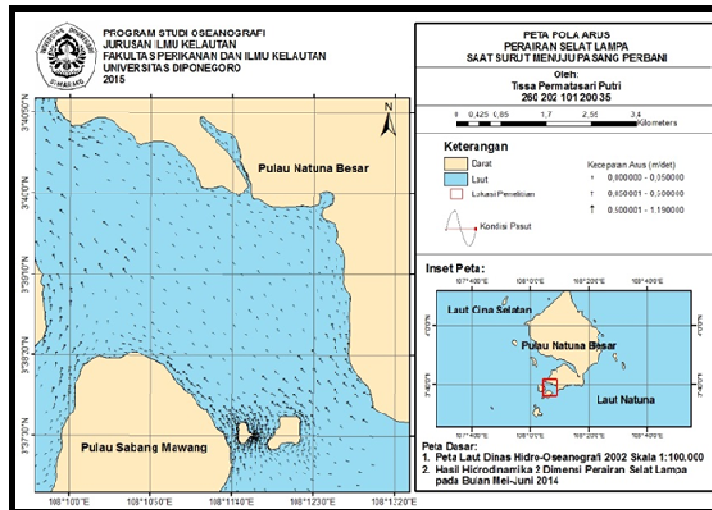


Gambar 5c. Peta Pola Arus pada Kondisi Purnama Saat Pasang Menuju Surut.

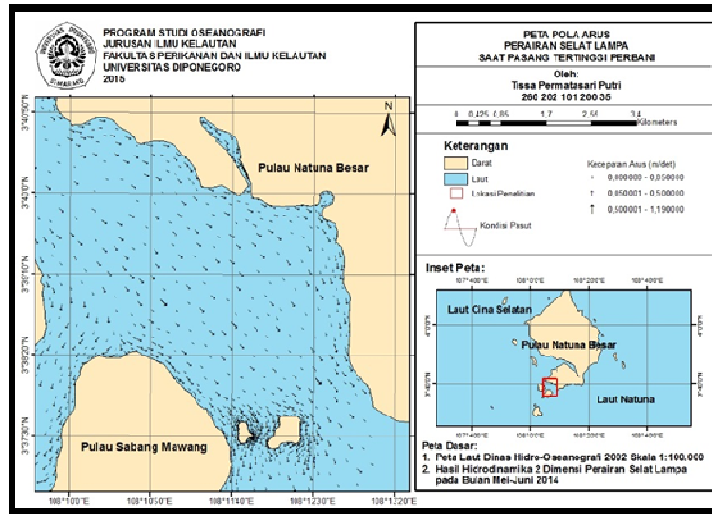


Gambar 5d. Peta Pola Arus pada Kondisi Purnama Saat Surut Terendah.

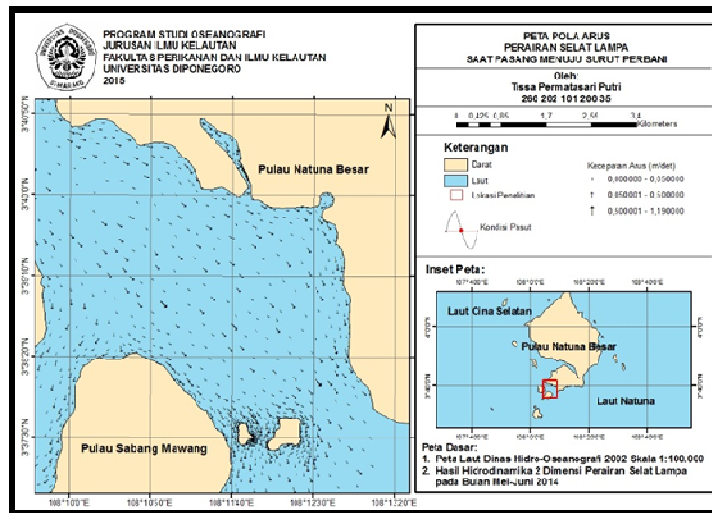
Hasil pola arus pada saat kondisi pasut perbani (*neap tide*) disajikan pada Gambar 6a sampai Gambar 6d. Pada kondisi ini, arus memiliki pola atau arah arus yang hampir sama dengan pola arus pada saat kondisi pasut purnama (*spring tide*). Hanya saja terjadi penurunan kecepatan pada pergerakan arus yang terjadi. Pada Gambar 6a, pola pergerakan arus bergerak dari arah selatan dan tenggara masuk ke dalam Selat Lampa menuju ke arah Laut Cina Selatan pada saat fase surut menuju pasang. Pada saat fase pasang tertinggi, seperti yang disajikan pada Gambar 6b, terlihat pola pergerakan arus mulai mengalami perubahan arah. Arus bergerak dari arah barat laut dan utara masuk ke dalam Selat Lampa menuju ke arah Laut Natuna. Sedangkan pada saat fase pasang menuju surut, pola pergerakan arus tergambar pada Gambar 6c bergerak dari arah barat laut dan utara menuju ke arah selatan dan barat daya. Gambar 6d, pada saat fase surut terendah, pola pergerakan arus yang terlihat bergerak dari arah tenggara dan selatan menuju ke arah utara dan barat.



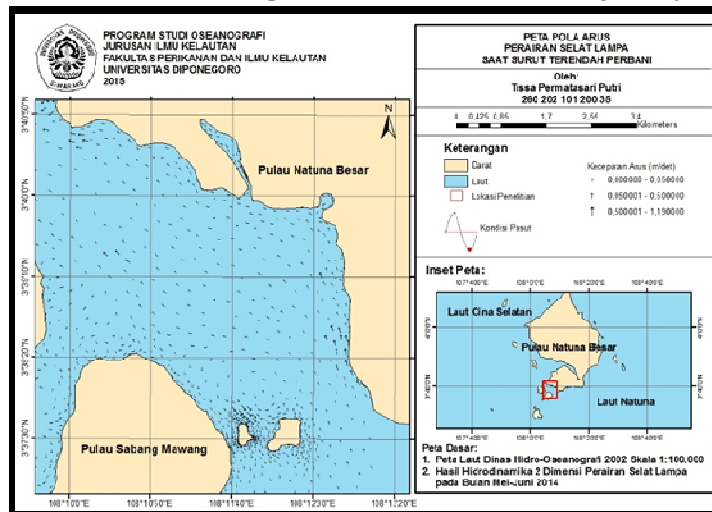
Gambar 6a. Peta Pola Arus pada Kondisi Perbani Saat Surut Menuju Pasang.



Gambar 6b. Peta Pola Arus pada Kondisi Perbani Saat Pasang Tertinggi.



Gambar 6c. Peta Pola Arus pada Kondisi Perbani Saat Pasang Menuju Surut.



Gambar 6d. Peta Pola Arus pada Kondisi Perbani Saat Surut Terendah.



#### **Pola Arus Laut Hasil Simulasi Model**

Hasil model menunjukkan bahwa pada saat surut, arus bergerak keluar dari Selat menuju ke Laut Lepas. Sedangkan pada saat pasang, arus bergerak masuk ke dalam Selat Lampa. Hal ini sesuai dengan pendapat Hadi dan Radjawane (2009) yang menyatakan bahwa pada saat pasang, muka air di laut lebih tinggi daripada di estuari (teluk), akibatnya arus pasut bergerak memasuki estuari (teluk) dimana kondisi ini disebut dengan *flood*. Sedangkan pada saat surut muka air di laut lebih rendah daripada di estuari sehingga arus pasut akan bergerak keluar dari estuari (teluk) menuju ke laut dimana pada kondisi ini disebut dengan *ebb*.

Di kawasan Perairan Selat Lampa, kecepatan arus pada saat kondisi pasut purnama lebih besar daripada kecepatan arus yang terjadi pada saat kondisi pasut perbani. Perbedaan nilai kecepatan yang dihasilkan dari kedua kondisi pasut utama tersebut disebabkan karena adanya perbedaan interval elevasi pasut yang besar yang terjadi pada kondisi purnama maupun pada kondisi perbani, dimana interval elevasi yang besar akan menciptakan arus yang lebih kuat dibandingkan kondisi sebaliknya.

#### **Verifikasi Hasil Model**

Hasil perbandingan yang dilakukan antara data pengamatan pasut di lapangan dengan data pasang surut hasil model di Perairan Selat Lampa yang disajikan pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa pola elevasi pasut yang mendekati sama dengan nilai simpangan rata-rata relatif mencapai 19,878%. Hal ini menjelaskan bahwa nilai akurasi dari simulasi model yang ada mencapai 80,122%.

Sedangkan untuk perbandingan data pengukuran kecepatan arus yang dilakukan di lapangan dengan hasil kecepatan arus yang diperoleh dari hasil model didapatkan nilai simpangan rata-rata relatif sebesar 37,186% dengan nilai akurasi hasil simulasi sebesar 62,814% untuk lokasi pengukuran I. Pada lokasi pengukuran II, didapat nilai simpangan rata-rata relatif sebesar 27,432% dengan nilai keakuratan hasil simulasi model yang mencapai 72,568%.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, pola arus yang terjadi di perairan Selat Lampa merupakan arus yang didominasi oleh pasang surut dengan pola pergerakan bolak-balik. Pergerakan arus relatif menuju arah barat laut pada kondisi surut dan menuju arah tenggara pada kondisi pasang. Pada hasil simulasi model, menunjukkan bahwa kecepatan arus yang terjadi dapat mencapai 1,190000 m/det pada kondisi pasang menuju surut di kedalaman rata-rata.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada instansi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Laut (P3GL) yang sudah memberikan fasilitas dalam penelitian ini.

#### **Daftar Pustaka**

- Hadi, S. 2004. Metodologi Research. Penerbit Andi, Yogyakarta, 281 hlm.
- Mihardja, D., S. Hadi, dan M. Ali. 1994. Pasang Surut Laut. Kursus Intensive Oseanografi bagi Perwira TNI AL. Lembaga Pengabdian Masyarakat dan Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung, 112 hlm.
- Poerbandono dan E. Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. PT. Refika Aditama, Bandung, 166 hlm.
- Purwanto, 2011. Analisa Spektrum Gelombang Berarah di Perairan Pantai Kuta, Kabupaten Bandung, Bali. Buletin Oseanografi Marina Oktober 2001(1):45-59.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND. Alfabeta, Bandung, 455 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 408 hlm.