

**Studi Perubahan Pola Arus Pasang Surut di Kolam Pelabuhan Akibat  
Pembangunan Tahap II Pelabuhan Tanjung Emas Semarang**

*The Study of Tide Currents Pattern Changes In Ports Pool Due To Development  
Phase II Port of Tanjung Emas Semarang*

**Ilham Aulia Nur Fuady\*, Petrus Subardjo\*, Sugeng Widada\*,**

\*) Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Abstrak

Rencana pengembangan tahap II pelabuhan Tanjung Emas Semarang membutuhkan informasi mengenai arus laut. Penelitian pola arus laut tersebut dapat menjadi acuan dalam pengambilan kebijakan dalam rencana pengembangan pelabuhan pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kecepatan dan arah arus di kolam pelabuhan akibat proses pembangunan tahap II Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan penentuan lokasi menggunakan *purposive sampling method*. Pendekatan model hidrodinamika dengan perangkat lunak MIKE 21 modul MIKE 21 *flow model* digunakan dalam penelitian ini dua skenario yaitu sebelum dan sesudah pengembangan pelabuhan. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa dominasi arus laut di perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah arus pasang surut dengan arah utara dan selatan. Kecepatan arus laut terendah sebesar 0,016 m/det dan kecepatan arus laut tertinggi sebesar 0,638 m/det serta kecepatan rata-rata sebesar 0,279 m/det. Dari hasil simulasi model diketahui kecepatan arus setelah pembangunan tahap II mengalami peningkatan dan perubahan arah. Dominasi arah arus sebelum pembangunan tahap II arah arus ke Barat Laut dan Selatan, sedangkan untuk arah arus setelah pembangunan tahap II didominasi arus ke arah Timur Laut dan Barat Daya.

**Kata Kunci :** Pola arus laut, Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, Pengembangan pelabuhan, MIKE 21 flow model

Abstract

*Development phase II port of Tanjung Emas Semarang plan requires information about current. The study current pattern can become a reference for policy government in port of Tanjung Emas Semarang development plan. This study aims to know changes the speed and direction of the current in the port due to the development process phase II port of Tanjung Emas Semarang. The research method used is a quantitative method of determining the location using purposive sampling method. Hydrodynamics model approach with software MIKE 21 module MIKE 21 flow model used in this research are two scenarios, namely before and after the development of the port. Based on this study known that dominance of current in the waters of port of Tanjung Emas Semarang is tidal current with the north and south. The minimum velocity of current is 0,016 m/sec, the maximum velocity of current is 0,638 m/sec, and the average velocity of current is 0,279 m/sec. Results of model simulations known currents velocity after the development phase II was increased and changes in direction. Dominance before the development of phase II the current to the northwest and south, as for the current after the development phase II dominated the current toward the northeast and southwest.*

*Keywords: Current pattern, Port of Tanjung Emas Semarang, Development of port, MIKE 21 flow model*

## **I. Pendahuluan**

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan besar yang memiliki fungsi sebagai pintu gerbang perekonomian daerah Jawa Tengah dan sekitarnya, nasional bahkan internasional. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berada di provinsi Jawa Tengah. Ditinjau dari letak geografis, posisi Pelabuhan Tanjung Emas mempunyai kedudukan yang sangat strategis sebagai pendukung transportasi laut bentangan Timur dan Barat bahkan Utara yakni daerah Kalimantan (Setiawan, 2009). Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dalam rangka memenuhi kebutuhan pelayanan jasa kepelabuhanan memiliki konsep rencana pembangunan dan pengembangan pelabuhan yang disebut dengan Rencana Induk Pelabuhan (RIP). RIP dilakukan program pengembangan tahap II dari Rencana Induk Pelabuhan Tanjung Emas yang akan dilaksanakan dalam tiga tahapan (Permen 18, 2013).

Pembangunan Pelabuhan Tanjung Emas tahap II yang akan dilakukan diduga akan menimbulkan perubahan pola arus di kolam pelabuhan. Pembangunan tahap II pelabuhan supaya lebih baik diperlukan suatu studi yang terkait dengan pembangunan tersebut seperti melakukan *survey hidro-oseanografi*, salah satu parameter yang harus dikaji adalah arus laut. Menurut Bambang Triatmodjo (2010), kondisi *hidro-oseanography* sangat penting untuk ditinjau untuk mengetahui pengaruhnya terhadap gerak kapal yang masuk ke pelabuhan.

Perubahan pola arus dapat diketahui dengan simulasi dan peramalan kondisi pola arus sebelum dan setelah pembangunan tahap II. Menurut Diposapto dan Budiman (2006), pemodelan matematika dapat digunakan untuk memperoleh hasil peramalan. Persamaan matematika kemudian diselesaikan secara numerik dengan menggunakan komputer. Software MIKE 21 merupakan program pemodelan perairan yang dapat digunakan untuk simulasi hidrodinamika dalam dua dimensi. Simulasi numeris dapat memberikan penggambaran karakteristik pasang surut dan arus pasang surut (Donny Orlando, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan kecepatan dan arah arus di kolam pelabuhan akibat proses pembangunan tahap II Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

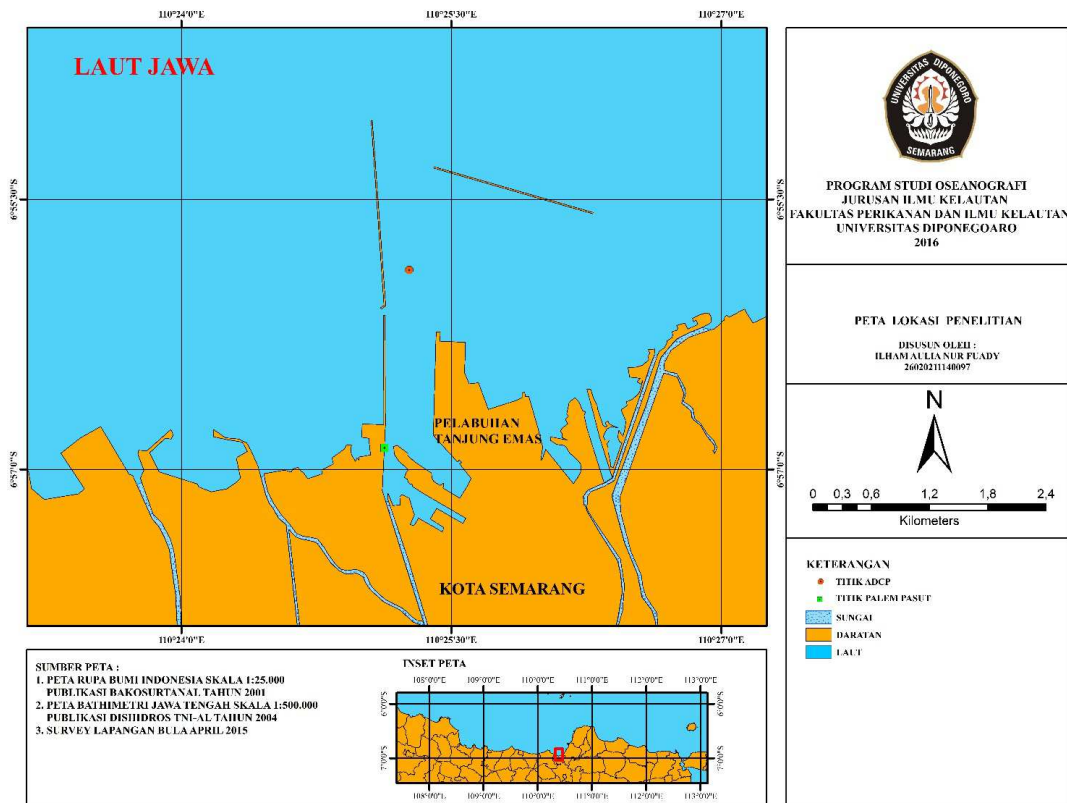
## **II. Materi dan Metode**

Penelitian kajian pola arus laut dengan pendekatan model hidrodinamika dua dimensi untuk pengembangan pelabuhan Tanjung Emas Semarang terdiri dari rangkaian survey hidro-oseanografi yang dilakukan pada tanggal 28 April – 12 Mei 2015.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penetapan lokasi sampling dilakukan dengan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) dan pengkajian pola arus laut untuk pengembangan pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan pendekatan model hidrodinamika dua dimensi menggunakan MIKE 21 *flow model* dengan domain *flexible mesh*. Simulasi model pola arus laut dilakukan dengan dua skenario, yaitu skenario pertama sebelum pengembangan pelabuhan dan skenario dua sesudah pengembangan pelabuhan.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data hasil pengukuran di lapangan (primer) yaitu data arus laut dan data pasang surut. Data sekunder meliputi data angin bulan April selama 6 tahun (2010 sampai 2015) dari BMKG, peta Bathimetri perairan Jawa Tengah, peta RBI Kota Semarang, dan *layout* pengembangan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

Pengukuran arus laut dilakukan pada satu titik yang tetap menggunakan alat ADCP (Accoustic Doppler Current Meter). Interval perekaman pada pengukuran arus yaitu 10 menit pada tanggal 28-30 April 2015 pada koordinat 6° 55' 55,3" LS dan 110° 25' 15,8" BT. Pengamatan elevasi muka air dalam menentukan pasang surut dilaksanakan di perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang pada koordinat 6° 56' 15,01" LS dan 110° 25' 1,96" BT. Pengamatan setiap interval 1 jam selama 15 hari yang berlangsung pada tanggal 28 April – 12 Mei 2015. Lokasi penelitian seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Analisis data arus laut dilakukan dalam bentuk *scatter plot* untuk menggambarkan pola arus yang terjadi. Kemudian dilakukan pemisahan arus pasang surut dari arus total untuk masing-masing komponen U dan V dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh arus pasang surut terhadap arus total dengan menggunakan perangkat lunak *World Currents 1.03*. Analisa harmonik pasang surut diolah dengan menggunakan metode Admiralty. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut yang meliputi Amplitudo (A), M2, S2, K1, O1, N2, K2, P1, M4, MS4. Setelah hasil akhir diperoleh untuk setiap komponen pasang surut, maka ditentukan MSL, HHWL, LLWL dan bilangan formzahl (Ongkosongo dan Suyarso, 1989).

Model numerik yang digunakan adalah *Flow Model Flexible Mesh (Unstructured Flexible Mesh)* pada *software MIKE 21*. Pelaksanaan penyelesaian dengan metode numerik dilakukan 2 skenario (sebelum dan sesudah pengembangan pelabuhan) dengan beberapa tahapan model yaitu:

1. *Pre-processing model*, persiapan data garis pantai, data batimetri, serta pembangunan domain daerah.
2. *Processing Model*, *set up* nilai koefisien parameter model

3. *Post-processing model*, ekstraksi data hasil simulasi model numerik dan tahap verifikasi hasil simulasi model dengan data hasil pengukuran lapangan.

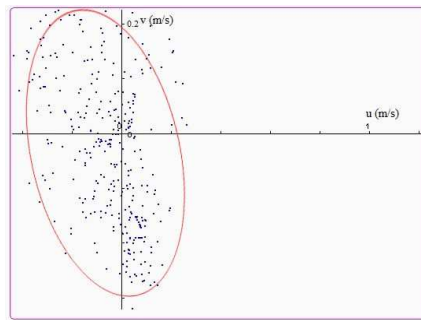
### III. Hasil dan Pembahasan

#### Kondisi Arus Laut

Nilai kecepatan arus laut tersaji pada Tabel 2, dimana kecepatan total arus permukaan 0,279 m/det.

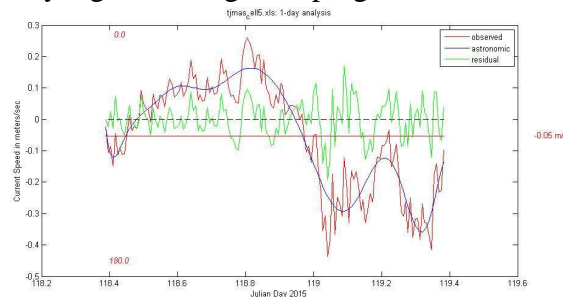
**Tabel 2.** Data Kecepatan Arus Permukaan Di Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Kecepatan Minimum (m/det)	Kecepatan Maksimal (m/det)	Kecepatan Total (m/det)
0,016	0,638	0,279



**Gambar 2.** Scatter Plot Kecepatan Arus Permukaan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Hasil pengukuran arus kecepatan arus permukaan di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berkisar antara 0,638 m/det samapai 0,016 m/det. Hasil pengolahan data lapangan dengan *scatter plot* di gambarkan pada Gambar 2, untuk arus permukaan menunjukan bentuk pola arus berbentuk pola arus elips. Menurut Supangat (2001), arus yang cenderung mengikuti pola elips merupakan arus pasang surut. Arus total di perairan bergerak eliptik maka di perairan tersebut didominasi oleh arus pasang surut, sedangkan menurut Dyer dalam Ricky Rositasari (2010), pasang surut merupakan suatu gaya eksternal utama yang membangkitkan pergerakan massa air (arus).



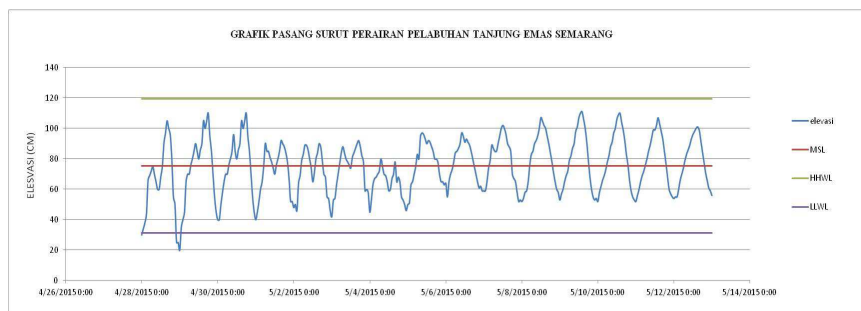
**Gambar 3.** Karakteristik Kecepatan Arus Permukaan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Faktor dominan yang mempengaruhi pembangkit arus laut di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dapat diketahui dengan mengolah data lapangan dengan *software World Current* berupa grafik pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa pola kecepatan arus di lokasi kajian dipengaruhi oleh pasang surut, ini terlihat dari grafik kecepatan arus berdasarkan grafik arus lapangan mempunyai pola yang hampir

sama dengan grafik *astronomic* (arus pasang surut). Hasil nilai perhitungan presentase menunjukkan persentase *astronomic* sebesar 69,43% dan *residual* sebesar 30,37%. Analisis tersebut cenderung menguatkan analisis-analisis sebelumnya dimana bahwa arus laut yang terjadi di perairan Pelabuhan Tanjung Emas didominasi oleh arus pasang surut (*astronomic*). Dominasi arus pasang surut di perairan Pelabuhan Tanjung Emas sesuai dengan pendapat Ricky Rositasari (2010), pola pergerakan massa air perairan Semarang mendapat pengaruh dominan dari pasang-surut.

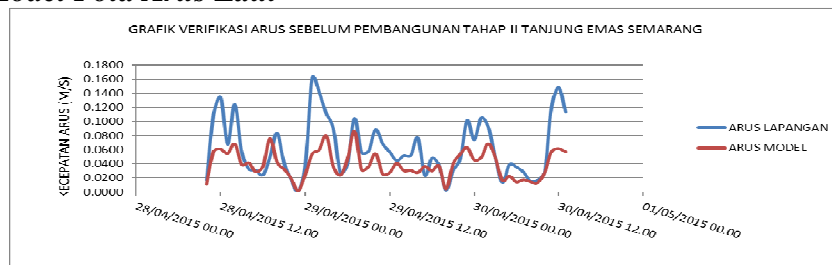
**Pasang Surut**

Hasil dari pengamatan pasang surut selama 15 hari di perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan menggunakan metode Admiralty menghasilkan nilai Formzahl (*F*) yaitu 1,822 sedangkan nilai MSL 75,3 cm, LLWL 31,2 cm, HHWL 119,2 cm. Perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang mempunyai nilai Formzahl sebesar 1,822 sehingga dapat diketahui tipe pasang surutnya adalah pasang surut campuran condong harian tunggal. Tipe pasang surut tersebut sesuai dengan pendapat Wyrki (1961), bahwa laut Jawa memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal. Tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal merupakan pasang surut dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi terkadang juga terjadi dua kali pasang dan dua kali surut namun tinggi dan periodenya berbeda.

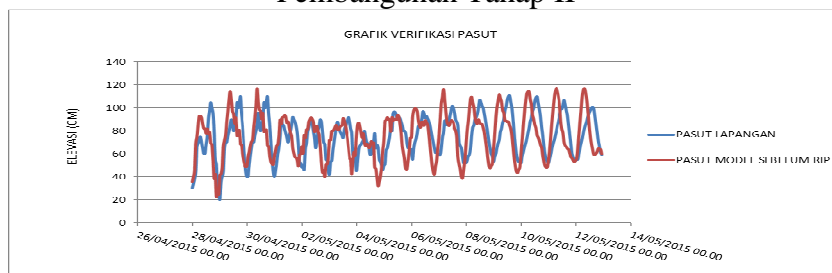


**Gambar 4.** Elevasi Pasang Surut

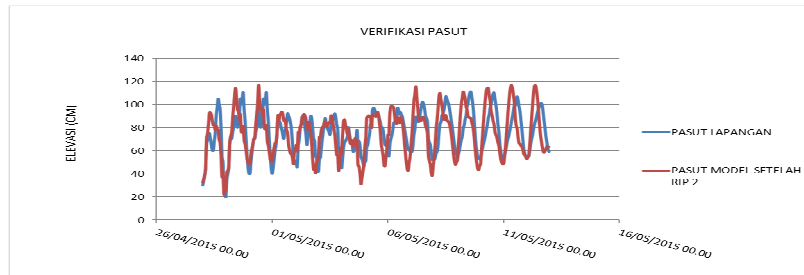
**Simulasi Model Pola Arus Laut**



**Gambar 5.** Grafik Verifikasi Arus Lapangan dengan Arus Model Sebelum Pembangunan Tahap II

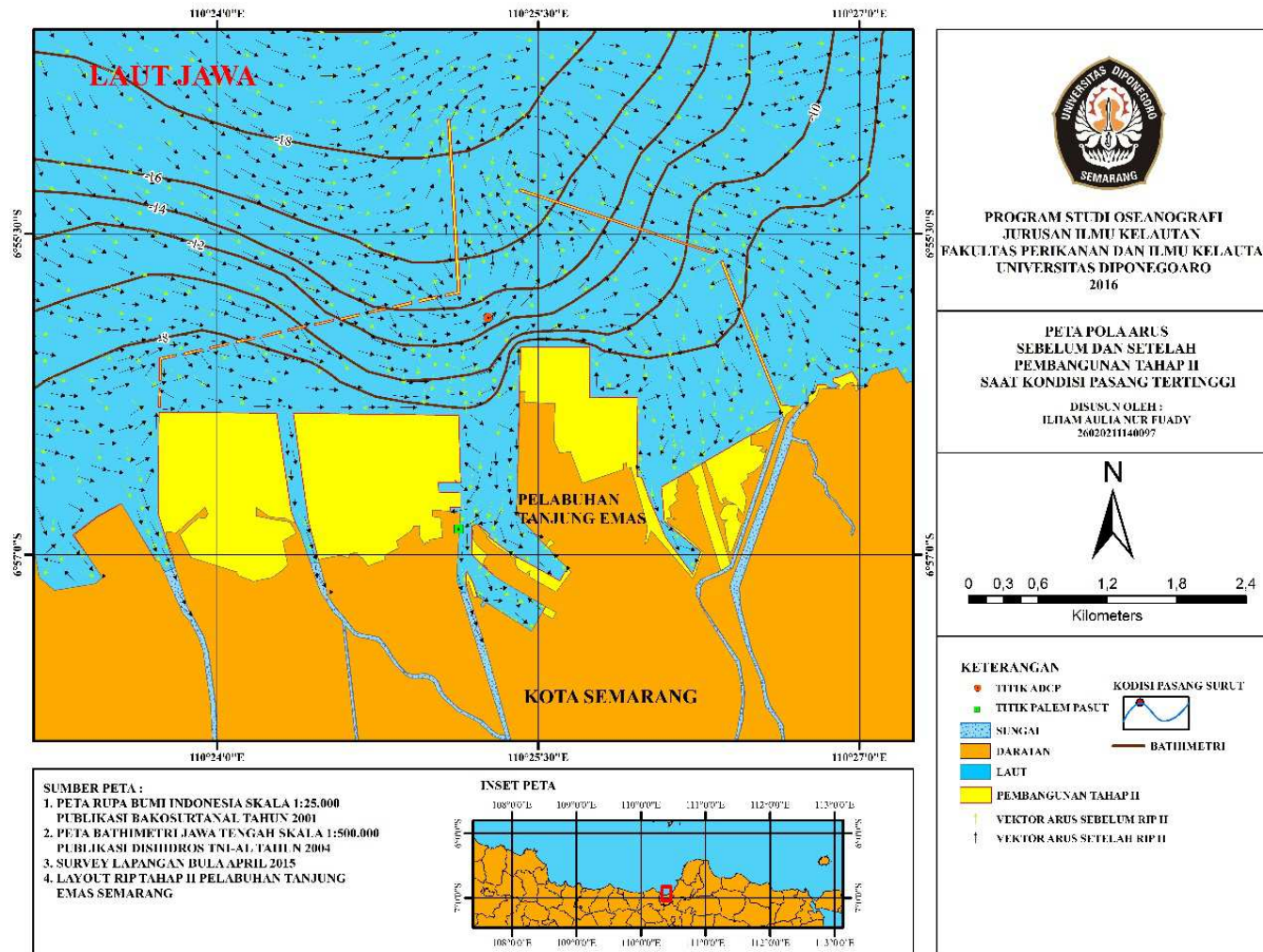


**Gambar 6.** Grafik Verifikasi Pasang Surut Lapangan dengan Pasang Surut Model Sebelum Pembangunan Tahap II

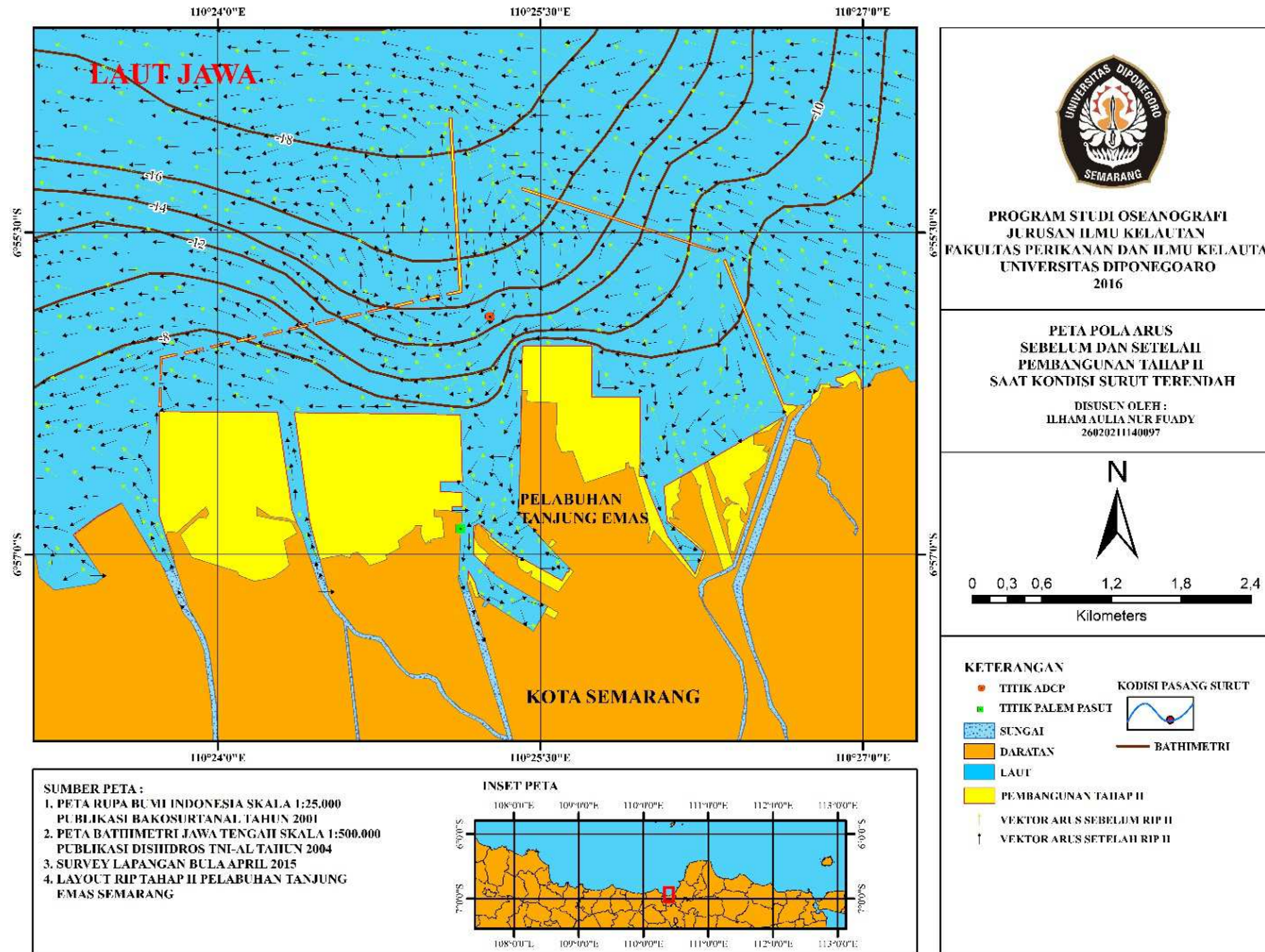


**Gambar 7.** Grafik Verifikasi Pasang Surut Lapangan dengan Pasang Surut Model Setelah Pembangunan Tahap II

Hasil pengolahan model menggunakan mike 21 yang telah diverifikasi menggunakan kecepatan arus lapangan digunakan untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pembangunan tahap II Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Hasil verifikasi kecepatan arus sebelum pembangunan didapatkan nilai Mean Relative Error (MRE) sebesar 35,72% (Gambar 5), sedangkan untuk pasang surut nilai Mean Relative Error (MRE) sebesar 22,97% (Gambar 6). Hasil model setelah pembangunan tahap II diasumsikan kondisi pasang surutnya sesuai dengan data lapangan, sehingga untuk mengetahui keakuratan model setelah pembangunan tahap II pasang surut model setelah pembangunan tahap II diverifikasi dengan pasang surut lapangan. Hasil verifikasi pasang surut setelah pembangunan tahap II nilai Mean Relative Error (MRE) sebesar 18,05% (Gambar 7). Nilai kesalahan relatif rata-rata masih dalam batas kewajaran karena tidak melebihi batas nilai kesalahan relatif. Menurut Purwanto (2011), data hasil komputasi akan mengalami sedikit perbedaan dengan data di lapangan. Perbedaan data tersebut tidak akan menjadi masalah apabila kesalahan relatifnya tidak melebihi 50%.



Gambar 8. Peta Pola Arus pada Model Sebelum dan Setelah Pembangunan Tahap II Saat Kondisi Pasang Tertinggi



Gambar 9. Peta Pola Arus pada Model Sebelum dan Setelah Pembangunan Tahap II Saat Kondisi Surut Terendah



Hasil model yang digambarkan untuk menunjukan pola arus dan arahnya dalam bentuk peta perbandingan sebelum dan sesudah pembangunan tahap II pola arus saat pasang tertinggi, dan pada saat surut terendah. Perbandingan pola arus sebelum dan setelah pembangunan tahap II pada saat kondisi pasang tertinggi dapat dilihat dalam Gambar 8. Pergerakan yang mengalami perubahan berada di area sebelah Timur mulut pelabuhan, terlihat bahwa arus sebelum pembangunan saat kondisi pasang arus bergerak ke arah Selatan, sedangkan setelah pembangunan arus bergerak ke arah Utara. Perbandingan pola arus sebelum dan setelah pembangunan tahap II pada saat kondisi surut terendah dapat dilihat dalam Gambar 9. Pergerakan yang mengalami perubahan berada di area mulut pelabuhan dan area breakwater sebelah Timur, terlihat bahwa arus sebelum pembangunan saat surut terendah arus bergerak ke arah Utara, sedangkan setelah pembangunan arus bergerak ke arah Selatan. Kecepatan arus total dari kondisi sebelum dan sesudah pembangunan kecepatan total pada saat pasang dan surut mengalami peningkatan. Kecepatan arus setelah pembangunan tahap II mengalami peningkatan kecepatan arus, pada saat kondisi pasang tertinggi peningkatan kecepatan arus sebesar 0,022 m/det dan saat kondisi surut terendah peningkatan kecepatan arus sebesar 0,012 m/det. Hasil model yang digambarkan untuk menunjukan pola arus dan arahnya dalam bentuk peta perbandingan sebelum dan sesudah pembangunan tahap II menunjukan pola arus yang berbeda. Hal ini dikarenakan pengembangan pelabuhan adanya perubahan breakwater pelabuhan sebelah Barat dan Timur pelabuhan. Menurut Bambang Triatmodjo (1996), kecepatan arus menurun atau menjadi lebih kecil akibat terjadi pengurangan kecepatan arus dan dibelokkan arahnya oleh keberadaan breakwater ataupun bangunan pantai.

#### **IV. Kesimpulan**

Dominasi arus di perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan arus pasang surut dengan kecenderungan arah arus ke Barat Laut dan ke Selatan dengan kecepatan berkisar antara 0,016 m/det sampai 0,638 m/det, dengan kecepatan total 0,279 m/det. Kecepatan arus setelah pembangunan tahap II mengalami peningkatan kecepatan arus, pada saat kondisi pasang tertinggi peningkatan kecepatan arus sebesar 0,022 m/det dan saat kondisi surut terendah peningkatan kecepatan arus sebesar 0,012 m/det. Dominasi arah arus sebelum pembangunan tahap II arah arus ke Barat Laut dan Selatan, sedangkan untuk arah arus setelah pembangunan tahap II didominasi arus ke arah Timur Laut dan Barat Daya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Diposaptono, S dan Budiman. 2006. Tsunami. Buku Ilmiah Populer Jakarta. 300 hlm.
- Donny Orlando W., Andojo Wurjono dan Nita Yunita. 2012. Studi Pengamanan Dan Pemeliharaan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Cikadang Kabupaten Ciamis. Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung. 26 hlm.
- Ongkosongo, O. S. R dan Suyarso. 1989. Pasang – Surut. LIPI, Pusat Pengembangan Oseanologi. Jakarta. . 257 hlm.
- Permen 18 tahun 2013. Rencana Induk Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Kementerian Perhubungan.

- Purwanto. 2011. Analisa Spektrum Gelombang Berarah Di Perairan Pantai Kuta, Kabupaten Badung, Bali. UNDIP. Semarang. 56 halaman
- Rositasari, Ricky. 2010. Kajian Terhadap Lingkungan Pesisir Semarang Berdasarkan Karakteristik Sedimen, Oseanografi, Logam Berat Kontaminan Dan Toksisitasnya. [Lap. Pen. LIPI 2010]. LIPI . Jakarta . 39 hlm
- Setiawan, Dani Tri. 2009. Terminal Penumpang Kapal Laut Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang [Skripsi]. Program sarjana teknik UNDIP. Semarang.
- Supangat A, dan Susanna. 2001. Pengantar Oseanografi. Balai Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta.273 halaman
- Triadmodjo, Bambang. 1996. Pelabuhan. Beta Offset. Yogyakarta. 299 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2010. Perencanaan Pelabuhan. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta. 490 hlm
- Wyrcki, K. 1961. *Physical Oceanography Of The South East Asian Waters*. Naga Report Vol. 2 Scrips, Institute Oceanography, California.