

# Prediksi Perubahan Arus Akibat Reklamasi pada Pangkal Breakwater Barat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan Pendekatan Model Matematik

Sugeng Widada

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275  
Email : sugengwidada@undip.ac.id

## Abstrak

Kebutuhan lahan dan dermaga, Pelindo III Tanjung Emas Semarang berencana melakukan reklamasi seluas 22,02 Ha menempel di sebelah barat pangkal break water barat pelabuhan. Daratan baru hasil reklamasi akan merubah bentuk garis pantai, maka dipastikan akan merubah pola arus yang selanjutnya berakibat pada pola transport sedimen dan sedimentasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mempredikasikan pengaruh reklamasi tersebut di atas terhadap pola arus di perairan sekitar Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, sehingga dapat dilakukan antisipasi dampak lanjutan yang mungkin terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan pemodelan matematis. Data arus diperoleh melalui pengukuran menggunakan ADCP dan data pasut diperoleh dari pengamatan palem pasut. Sedangkan data batimetri diambil dari data hasil pengukuran yang dilakukan oleh Pelindo III sebelumnya. Model hidrodinamika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model POM (the Princeton Ocean Model) untuk kasus model 2D. Hasil penelitian menunjukkan pola arus di perairan pelabuhan Tanjung Emas dan sekitarnya dipredikasikan tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan adanya reklamasi seluas 22 Ha di pangkal *break water* barat pelabuhan tersebut. Namun demikian arus menjadi sangat lambat hingga kurang dari 0,1 m/det tepat disisi barat lahan reklamasi sehingga berpotensi terjadinya sedimentasi di lokasi tersebut. Demikian juga tepat di sebelah timur lahan reklamasi, arus saat pasang masuk ke kolam labuh dengan kecepatan 0,2 m/det dan keluar saat surut dengan kecepatan 0,06 m/det sehingga berpotensi terjadi sedimentasi di sisi barat kolam labuh

**Kata Kunci:** Pelabuhan, Pelindo, Arus, Reklamasi, Tanjung Mas

## Abstract

*Pelindo III Tanjung Emas Semarang planned reclamation area of 22.02 ha on the west base of the west break water to Tmeet the needs of the land and pier. The new land reclamation will change the coastline, then it certainly will change the current pattern which in turn resulted in sediment transport and sedimentation patterns. The research was conducted to determinethe reclamation effect to the current in the waters around the Tanjung Emas Port Semarang, so it can be anticipatted the continued impact that may occur. The method used in this research is quantitative method with a mathematical modeling approach. Current was measured using ADCP and the tide was observed by tide gauge While the bathymetric taken from data which measured by Pelindo III earlier. Hydrodynamic model used in this study is a model POM (the Princeton Ocean Model) for the case of 2D models. The results showed that the current in the waters of Tanjung Emas harbor and surrounding predicated not experiencing a significant change in the reclamation area of 22 hectares at the base of the break water west of the port. However, the current becomes very slow to less than 0.1 m / s in the west side of reclaimed land, so it potential occurrence of sedimentation in these locations. Likewise, just east of land reclamation, the*

current flows into the pond at a speed of 0.2 m / s and out with a speed of 0.06 m / s, so it potential occurrence of sedimentation.

**Keywords:** Port, Pelindo, Currents, Reclamation, Tanjung Mas

## PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Emas di Kota Semarang, merupakan salah satu pintu masuk utama berbagai barang dari dalam dan luar negeri ke Jawa Tengah yang diangkut melalui transportasi laut. Sejalan dengan perkembangan ekonomi regional Jawa-Bali, maka pengembangan pelabuhan tersebut tidak dapat dielakan.

Rencana pengembangan pelabuhan sudah dibuat dalam jangka pengembangan jangka pendek dan jangka panjang sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 18 Tahun 2013 tentang Rencana Induk Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Sesuai dengan Rencana Induk Pelabuhan Cabang Tanjung Emas Semarang (2012-2031) akan dilakukan pengembangan terhadap sisi wilayah barat dan utara pelabuhan yang nantinya akan diperuntukkan sebagai zona curah dan zona peti kemas internasional, serta zona terminal penumpang dan *cruise*. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 18 Tahun 2013 tentang Rencana Induk Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, RIP jangka pendek seperti tertuang dalam RIP tahap 1 2012 -2016 , maka dalam jangka pendek akan dilakukan reklamasi seluas 22,0198 Ha di sisi luar pangkal breakwater barat kolam labuh Pelabuhan Tanjung Emas tersebut. Lahan hasil reklamasi sebagaimana diuraikan di atas akan dimanfaatkan sebagai dermaga, gudang, dan silo (Gambar 1).

Berkaitan dengan reklamasi tersebut, maka akan terjadi perubahan garis pantai yang tentu saja juga akan berpengaruh terhadap pola arus di sekitarnya. Pola arus yang terjadi tentu saja akan mempengaruhi transport sedimen, baik yang berupa *bed load* maupun *suspended load* (Widada, 2000 dan Saputra dkk., 2002) dan akibat selanjutnya adalah perubahan pola sedimentasi yang berdampak pada

pendangkalan perairan baik di dalam maupun di luar kolam labuh..

Penelitian terdahulu yang menyangkut pola arus pada lingkungan perairan dangkal telah banyak dilakukan diantaranya oleh Sugianto & Agus ADS (2007) yang mengkaji pola arus di perairan pantai Provinsi Nusa Tenggara Barat, Ismunarti & Rochaddi (2013) yang melakukan kajian pola arus di perairan Nusa Tenggara Barat, Kasman, dkk (2010) yang memodelkan pola arus untuk memprediksi sebaran suhu dan Yuliasari, dkk (2012) yang melakukan kajian pola arus di Pantai Marina Ancol pasca reklamasi. Para peneliti sependapat bahwa pola arus di perairan dangkal sangat dipengaruhi oleh batimetri bentuk garis pantainya. Sehubungan dengan hal tersebut, rencana reklamasi akan merubah bentuk garis pantai dan mengingat perubahan pola arus akibat reklamasi tersebut akan berakibat jamak terhadap berbagai aspek oseanografi lain dan sifatnya unik tergantung dimensi reklamasi, maka perludilakukan kajian tentang perubahan pola arus tersebut.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di sekitar rencana reklamasi Pelabuhan Tanjung Emas, dan perairan pantai sekitarnya yang terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1.) Lokasi ini terdapat di sebelah utara jalan lingkar utara Kota Semarang tepatnya sisi barat Kolam Labuh Pelabuhan Tanjung Emas yang juga merupakan muara Kali Baru.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa data arus dan data pasang surut. Sedangkan data sekunder berupa peta batimetri perairan Pelabuhan Tanjung Emas dan sekitarnya. Metode yang digunakan dalam penelitian

ini adalah metode kuantitatif, yaitu merupakan pengukuran dan perhitungan secara matematis agar mendapatkan hasil yang akurat untuk menentukan pola perubahan arus (arah dan kecepatan) dengan metode pemodelan matematis.

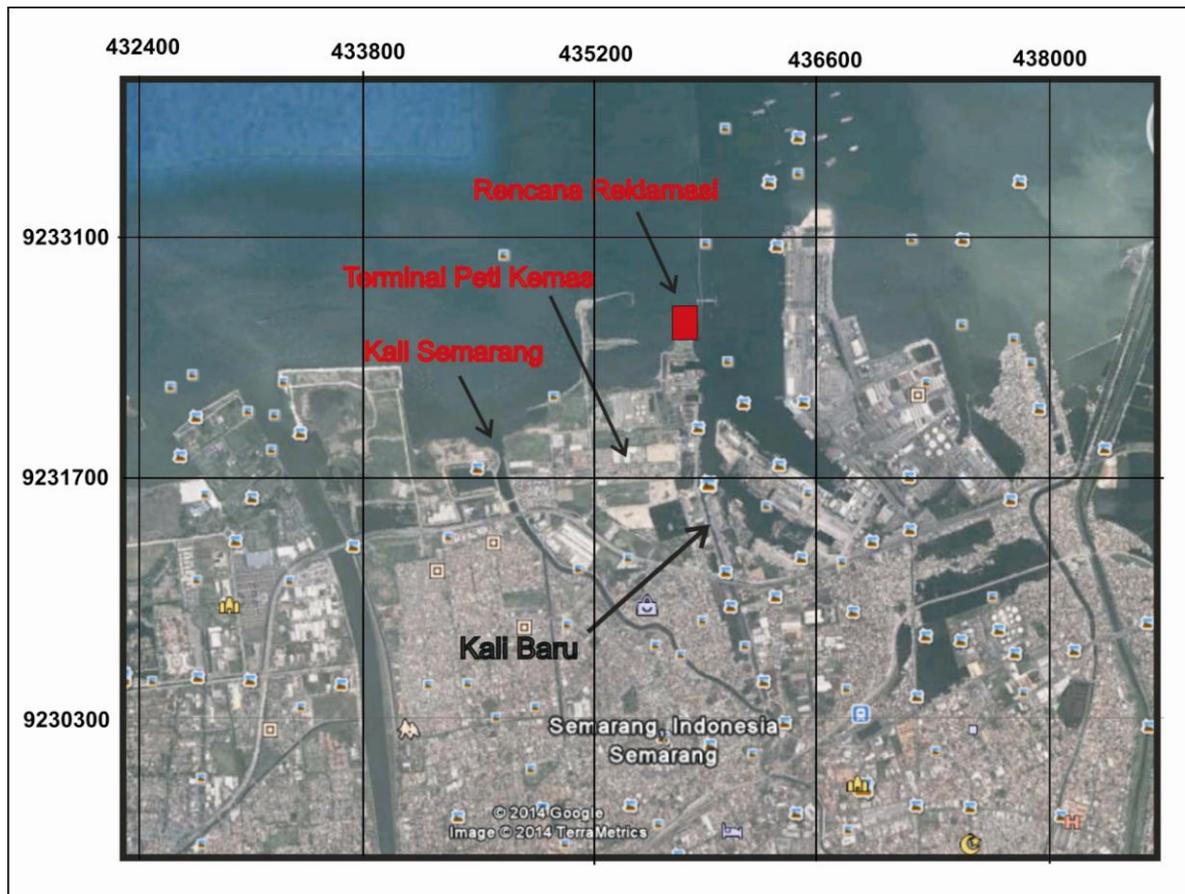
Lokasi pengukuran arus ditentukan di lapangan dengan mempertimbangkan geometri perairan di lokasi. Kecepatan arus diukur dengan peralatan ADCP tipe *Multi Cell Argonaut-XR* pada kedalaman 4,5 meter, kecepatan aliran diukur pada 3 titik kedalaman (d), yaitu pada kedalaman 0,0 meter – 1,2 meter; 1,2 meter – 2,4 meter; dan 2,4 meter – 3,6 meter. Pengukuran kecepatan aliran pada masing-masing titik ukur dilakukan selama 4 hari atau 3x24 jam dengan interval waktu 10 menit.

Pengukuran ini bersamaan dengan pengukuran pasang surut agar kedalaman aliran saat pengukuran kecepatan dapat diketahui. Sedangkan pengukuran pasut

dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap palem pasut yang di pasang di dekat rencana lokasi reklamasi.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model sirkulasi arus (hidrodinamika) 2 dimensi horizontal. Model hidrodinamika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model POM (the Princeton Ocean Model) untuk kasus model 2D (mode 2) yang dikembangkan oleh Muller (1996) dalam Ismunarti & Rochaddi (2013).

Dalam kajian ini pola arus dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak SMS 8.1 pada modul ADCIRC.Grid model arus dilakukan dengan menggunakan input data berupa koordinat XYZ dari peta bathimetri dan topografi. Ukuran grid pemodelan untuk area pantai adalah 25 meter dan ukuran grid model untuk batas laut adalah 100 meter. Kedalaman perairan daerah pemodelan berkisar dari 0 meter sampai dengan -70 meter.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

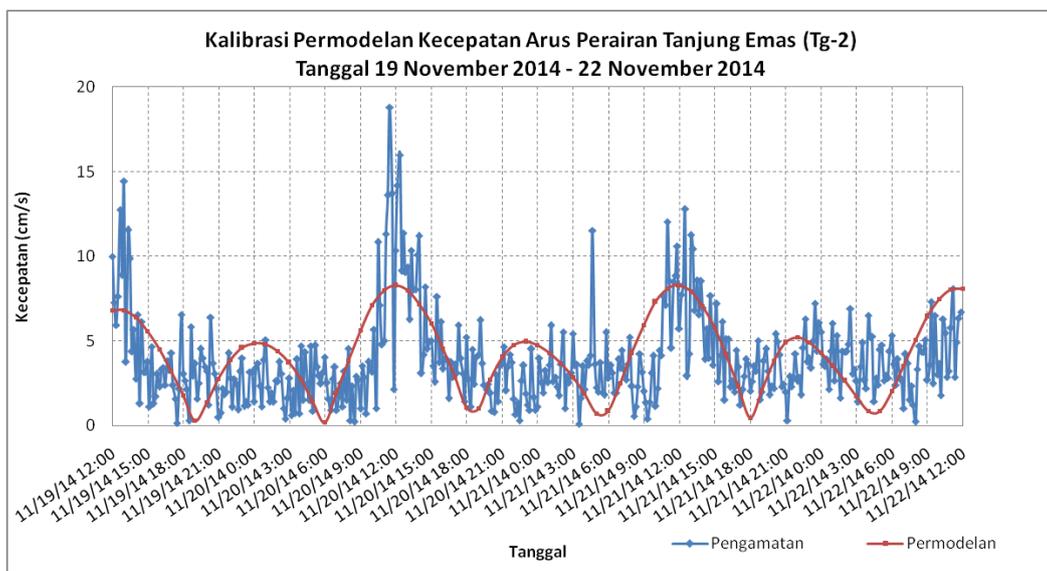
Untuk memprediksi perubahan pola arus akibat reklamasi, maka dilakukan pemodelan arus pada kondisi eksisting dan pada kondisi setelah reklamasi. Hasil pemodelan arus dalam kondisi eksisting telah dilakukan kalibrasi dengan data pengamatan di perairan sekitar Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 2.

Dari hasil ekstrak model kecepatan arus pasang surut di lokasi yang sama yaitu diperoleh kecepatan maksimum 8,29 cm/detik sedangkan kecepatan maksimum pengukuran adalah sebesar 18,80 cm/detik. Hasil perhitungan diperoleh *mean relative error* sebesar 32,11 %.

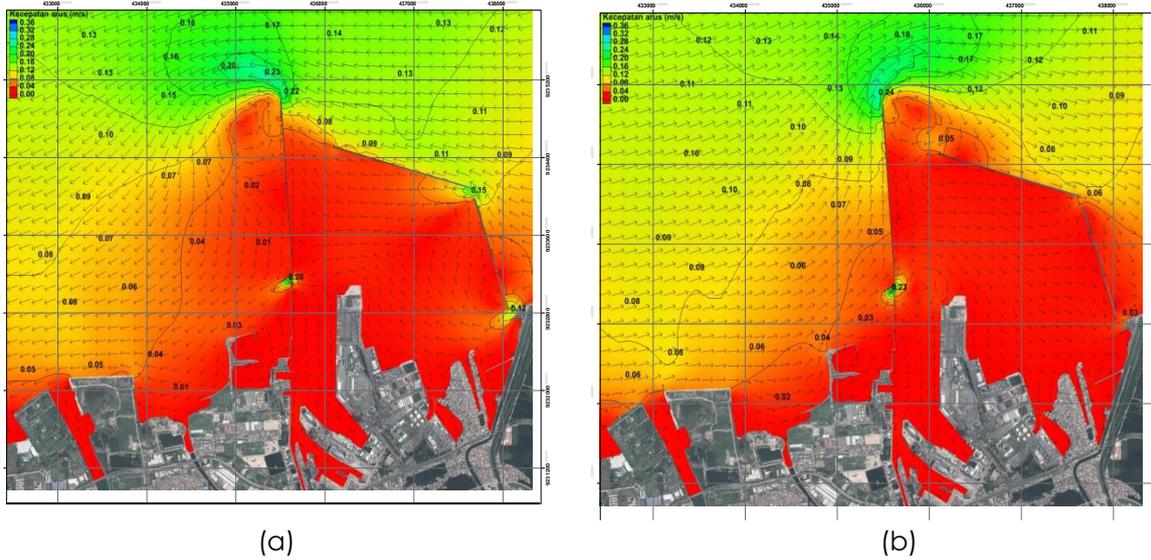
Berdasarkan hasil model arus existing pada kondisi saat surut menuju pasang (Gambar 3), tampak bahwa kecepatan arus pada saat pasang menuju surut di perairan Semarang berkisar antara 0,03 m/det – 0,36 m/det. Frekuensi arah arus di perairan Semarang pada saat pasang menuju surut lebih dominan dari arah timur menuju ke arah barat. Pada lokasi di sekitar rencana reklamasi, sebagian arus bergerak dari utara menuju ke arah selatan sampai dengan daerah bukaan *break water* Tanjung Emas sebelah barat, dan selanjutnya arus

bergerak ke arah barat sampai dengan barat daya. Di lokasi rencana reklamasi tampak bahwa pergerakan arus dari arah selatan menuju ke arah utara sampai dengan bukaan *break water* sebelah barat, dan selanjutnya arus bergerak ke arah barat sampai dengan barat daya. Hal ini dikarenakan terjadinya sikulasi sel arus akibat adanya perubahan kedalaman sesuai dengan pendapat Triatmodjo (1999 dan 2009). Kecepatan arus pada kondisi pasang menuju surut di lokasi rencana reklamasi berkisar antara 0,03 m/det sampai dengan 0,20 m/det. Dari hasil pemodelan arus tampak bahwa kecepatan arus maksimal terjadi di daerah bukaan *break water* sebelah barat, dan di sisi utara *break water*, dengan kecepatan arus berkisar antara 0,11 m/s sampai dengan 0,23 m/s.

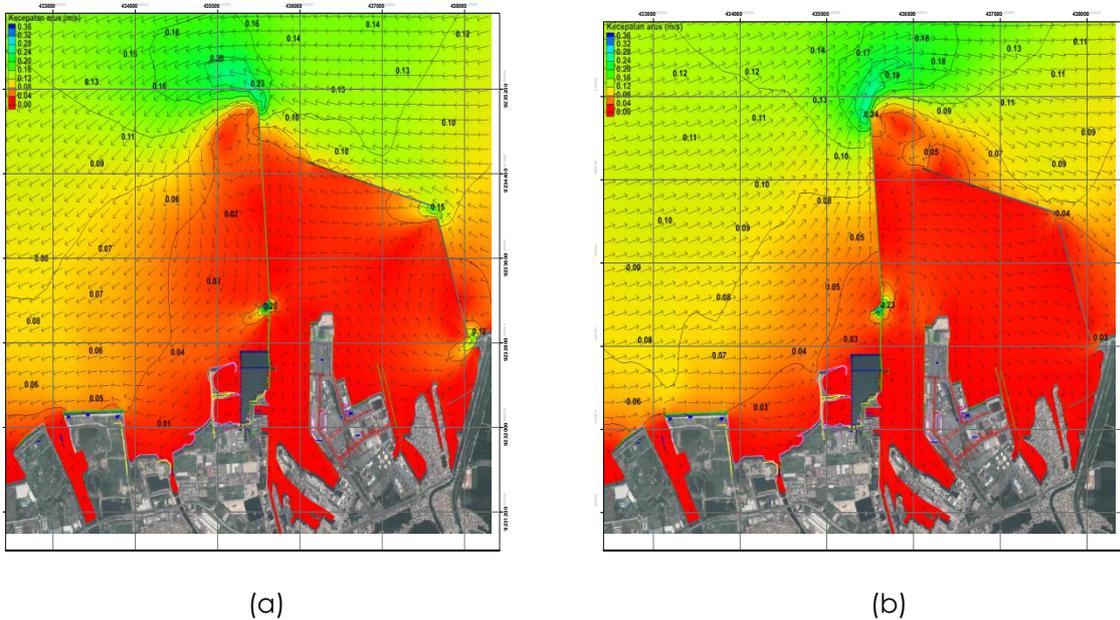
Berdasarkan hasil model arus eksisting pada kondisi saat pasang menuju surut pada Gambar 3, tampak bahwa kecepatan arus pada saat surut menuju pasang di perairan Semarang berkisar antara 0,03 m/det – 0,36 m/det. Frekuensi arah arus di perairan Semarang pada saat surut menuju pasang lebih dominan dari arah barat menuju ke arah timur. Pada lokasi di sekitar lokasi kegiatan, dimana akan dilakukan reklamasi, sebagian arus bergerak dari barat dan barat daya menuju ke arah selatan, pada daerah di sekitar bukaan



**Gambar 2.** Verifikasi model arus pasang surut dengan hasil pengukuran tanggal 19 November 2014 – 24 November 2014



**Gambar 3.** Model kecepatan dan arah arus pada kondisi eksisting, (a) surut menuju pasang, (b) pasang menuju surut.



**Gambar 4.** Model Kecepatan dan Arah Arus Pada Kondisi Setelah Reklamasi, (a) surut menuju pasang, (b) pasang menuju surut.

*break water* sebelah barat, arus bergerak ke arah timur laut atau masuk ke dalam kolam pelabuhan. Di lokasi rencana reklamasi tampak bahwa pergerakan arus dari arah barat laut menuju ke arah selatan dan barat daya atau ke arah daratan. Kecepatan arus pada kondisi pasang menuju surut di lokasi rencana reklamasi berkisar antara 0,03 m/det sampai dengan 0,23 m/det. Dari hasil permodelan arus tampak bahwa kecepatan arus maksimal terjadi di daerah bukaan *break water* sebelah Barat, dan di sisi utara *break water*,

dengan kecepatan arus berkisar antara 0,11 m/det sampai dengan 0,24 m/det.

Berdasarkan hasil model arus dengan penambahan desain reklamasi pada kondisi saat menuju pasang (Gambar 4), secara tidak terjadi perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, tampak bahwa kecepatan arus pada saat surut menuju pasang di perairan Semarang berkisar antara 0,03 m/det – 0,36 m/det. Frekuensi arah arus di perairan Semarang pada saat pasang menuju surut

lebih dominan dari arah timur menuju ke arah barat. Pada sisi sebelah utara rencana reklamasi, kecepatan arus berkisar antara 0,03 m/det sampai dengan 0,20 m/det. Pergerakan arus dominan di daerah sebelah utara rencana reklamasi adalah menuju ke arah barat-barat daya. Pada sisi sebelah barat rencana reklamasi, kecepatan arus berkisar antara 0,01 m/det sampai dengan 0,04 m/det, dengan pergerakan arus dominan dari arah selatan ke arah utara atau ke arah laut. Dari hasil permodelan arus tampak bahwa kecepatan arus maksimal terjadi di daerah bukaan *break water* sebelah barat, dan di sisi utara *break water*, dengan kecepatan arus berkisar antara 0,11 m/det sampai dengan 0,23 m/det.

Berdasarkan hasil model arus dengan penambahan desain reklamasi pada kondisi saat pasang menuju surut (Gambar 4), secara umum tidak terjadi perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan kondisi eksisting (Gambar 3). Pada gambar 4 tampak bahwa kecepatan arus pada saat surut menuju pasang di perairan Semarang berkisar antara 0,03 m/det – 0,36 m/det. Frekuensi arah arus di perairan Semarang pada saat surut menuju pasang lebih dominan dari arah barat menuju ke arah timur. Pada sisi sebelah utara rencana reklamasi, kecepatan arus berkisar antara 0,03 m/det sampai dengan 0,24 m/det. Pergerakan arus dominan di daerah sebelah utara rencana reklamasi adalah menuju ke arah utara dan timur laut. Pada sisi sebelah barat rencana reklamasi, kecepatan arus berkisar antara 0,01 m/det sampai dengan 0,04 m/det, dengan pergerakan arus dominan dari arah utara ke arah selatan atau ke arah darat. Dari hasil permodelan arus tampak bahwa kecepatan arus maksimal terjadi di daerah bukaan *break water* sebelah barat, dan di sisi utara *break water*, dengan kecepatan arus berkisar antara 0,11 m/det sampai dengan 0,23 m/det.

Meskipun pola arus, secara umum sebelum dan setelah reklamasi tidak ada perubahan yang signifikan, tetapi bila dicermati terdapat perbedaan yang menyolok, yaitu pada lokasi tepat sebelah barat reklamasi dan sebelah timur

reklamasi. Tepat di sebelah barat reklamasi arus menjadi sangat lemah hingga kurang dari 0,1 m/det. Arus yang sebesar ini berpotensi terjadi sedimentasi (Pettijohn, 1975). Tepat di sebelah timur reklamasi, pada saat pasang arus bergerak masuk ke kolam labuh dengan kecepatan 0,2 m/det yang sebelum adanya reklamasi arus tersebut ke arah barat. Sedangkan pada saat surut, arus keluar dari kolam labuh menjadi lebih lambat yaitu sekitar 0,06 m/det karena terhalang reklamasi. Hal ini berpotensi terjadinya pengendapan sedimen di sisi barat kolam labuh. Sebagaimana dikemukakan Widada (2000) bahwa perbedaan kecepatan pada titik yang sama dalam waktu berbeda memungkinkan terjadi transport sedimen dan pengendapan, tergantung besar ukuran butir sedimen yang tertransport.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan, pola arus di perairan pelabuhan Tanjung Emas dan sekitarnya tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan adanya reklamasi seluas 22 Ha di pangkal *break water* barat pelabuhan tersebut. Namun demikian arus menjadi sangat lambat hingga kurang dari 0,1 m/det tepat disisi barat lahan reklamasi sehingga berpotensi terjadinya sedimentasi di lokasi tersebut. Demikian juga tepat di sebelah timur lahan reklamasi, arus saat pasang masuk ke kolam labuh dengan kecepatan 0,2 m/det dan keluar saat surut dengan kecepatan 0,06 m/det sehingga berpotensi terjadi sedimentasi di sisi barat kolam labuh.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang besar-besarnya kami sampaikan kepada Pelindo III Tanjung Emas Semarang yang telah membiayai penelitian ini melalui kerja sama perencanaan reklamasi. Terimakasih juga kami sampaikan kepada teknisi, laboran dan segenap rekan di Laboratorium Geologi FPIK Undip yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada reviewer yang telah membantu perbaikan tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ismunarti, D.H dan Rochaddi, B. 2013. *Kajian Pola Arus di Perairan Nusa Tenggara Barat dan Simulasinya Menggunakan Pendekatan Model Matematik*. Buletin Oseanografi Marina V. 2 No. 3 hal 1 – 11.
- Kasman K., Nurjaya, I.W., Damar, A, Muchsin, I., dan Arifin, Z. 2010. *Prediksi Sebaran Suhu dari Air Buangan Sistem Air Pendingin PT, Badak NGL di Perairan Bontang Menggunakan Model Numerik*. Jurnal Ilmu Kelautan V. 15 No. 4 hal 194 – 201.
- Pettijohn, F J. 1975. *Sedimentary Rocks*. Harper & Row, Publishers. New York, Evanston, San Fransisco, and London. 640 hlm.
- Saputra, S., Widada, S., dan Atmodjo, W., 2002. *Pengaruh Faktor Oseanografi terhadap Perubahan Garis Pantai Perairan Pekalongan*, Laporan Penelitian Program Due Like III UNDIP, tidak dipublikasikan.
- Sugianto, D.N dan Agus ADS. 2007. *Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat*. Jurnal Ilmu Kelautan V 12 No. 2 hal 79 - 92
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta. 397 hal
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta. 490 hal.
- Widada, S. dan Atmodjo, W. 2000. *Influks Sedimen dan Laju Sedimentasi di Muara Sungai Pengkol Jepara*, Jurnal Ilmu Kelautan No. 16 hal 223 – 238.
- Widada, S. 2000. *Pendahuluan Tentang Dinamika Sedimentasi di Muara Sungai Tuntang Lama, Kabupaten Demak*. Jurnal Ilmu Kelautan V 5 No. 20 hal 260 – 265.
- Yuliasari, D, Zaenuri, M. dan Sugianto, D.N. 2011. *Kajian Pola Arus di Pantai Marina Ancol dan Pengaruhnya Terhadap Rencana Reklamasi*. Buletin Oseanografi Marina V. 1 No. 5 hal 1 – 9.