

**ANALISIS PEMODELAN DATA PASANG SURUT  
MENGUNAKAN MODEL TPXO 7.1 DI PELABUHAN  
TANJUNG PRIOK, JAKARTA UTARA**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Di Bidang Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



Oleh :

**SEPTI HERMIALINGGA**

**08051281419016**

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDRALAYA**

**2018**

# LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PEMODELAN DATA PASANG SURUT MENGGUNAKAN  
MODEL TPXO 7.1 DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK, JAKARTA  
UTARA

## SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Bidang Ilmu Kelautan

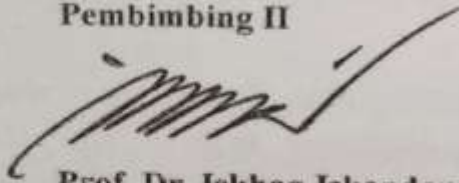
Oleh :

SEPTI HERMIALINGGA

08051281419016

Indralaya, Juli 2018

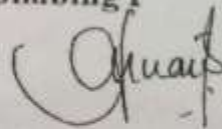
Pembimbing II



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP : 197210041997021001

Pembimbing I



Anna Ida Sunaryo, S.Kel., M.Si

NIP : 198303122006042001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



T. Zia Ulqodry, S.T., M.Si., Ph.D

NIP : 197709112001121006

Tanggal Pengesahan :

## LEMBAR PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Septi Hermialingga  
NIM : 08051281419016  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Judul Skripsi : Analisis Pemodelan Data Pasang Surut Menggunakan Model Tpxo 7.1 Di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara

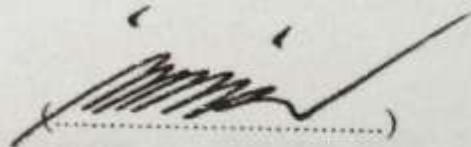
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

### DEWAN PENGUJI

Ketua : Anna Ida Sunaryo, S.Kel., M.Si  
NIP : 198303122006042001

  
(.....)

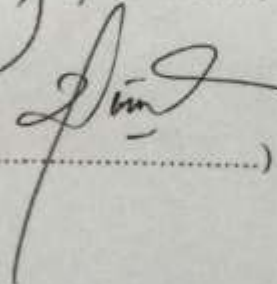
Anggota : Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
NIP : 197210041997021001

  
(.....)

Anggota : Gusti Diansyah, M.Sc  
NIP : 198108052005011002

  
(.....)

Anggota : Beta Susanto Barus, M.Si  
NIP : 198802222015041002

  
(.....)

Ditetapkan di : Indralaya  
Tanggal Pengesahan : 3 Agustus 2018

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Septi Hermialingga** (NIM. 08051281419016) menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, Agustus 2018  
Penulis



Septi Hermialingga  
NIM. 08051281419016

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septi Hermialingga  
NIM : 08051281419016  
Jurusan : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Analisis Pemodelan Data Pasang Surut Menggunakan Model TPXO 7.1 di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Agustus 2018

Penulis



*Septi Hermialingga*

NIM. 08051281419016

## ABSTRAK

**Septi Hermialingga. 08051281419016. Analisis Pemodelan Data Pasang Surut Menggunakan Model TPXO 7.1 Di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara (Pembimbing : Anna IS Purwiyanto, S.Kel., M.Si dan Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc)**

Aktifitas pembangunan dan pelayaran di Pelabuhan Tanjung Priok yang sangat tinggi membutuhkan informasi pasang surut guna mendukung perencanaan pembangunan pelabuhan, perencanaan alur keluar masuk kapal untuk bongkar muat barang di pelabuhan serta kepentingan keselamatan pelayaran di perairan Tanjung Priok, Jakarta. Salah satu alternatif untuk mendapatkan data pasut adalah menggunakan model TPXO 7.1 yang dapat memodelkan pasut di perairan laut dunia dan memberikan nilai amplitudo serta nilai fase dari pasang surut di suatu lokasi. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil pengamatan pasut di lapangan dengan prediksi model TPXO 7.1 yang dihasilkan dari perangkat lunak *Tide Model Driver* (TMD). Penelitian ini dilaksanakan bulan Maret 2018. Hasil analisis diperoleh tipe pasut dari data prediksi model TPXO 7.1 dan data pengamatan langsung sama-sama memiliki tipe pasang surut campuran condong ke tunggal. Akurasi data pasang surut model TPXO 7.1 memiliki tingkat *error* yang kecil (RMS *error* sebesar 0.14) dan memiliki hubungan yang tinggi (korelasi sebesar 0.73) sehingga data dapat dipercaya.

**Kata Kunci:** pasang surut, Model TPXO 7.1, prediksi pasut, tipe pasut

## **ABSTRACT**

**Septi Hermialingga. 08051281419016. Analysis Of Tidal Model Using Model TPXO 7.1 In Port Of Tanjung Priok, North Jakarta.**

**(Adviser : Anna IS Purwiyanto, S.Kel., M.Si dan Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc)**

*Development activities and shipping at the Port of Tanjung Priok is very high and need tidal information to support the planning of port development, planning of ship entry and exit for loading and unloading of commodity at the port and the interests of shipping safety in the ocean of Tanjung Priok, Jakarta. One alternative to obtaining tidal data is to use the TPXO 7.1 model that can model the tides in the world's marine waters and provide the amplitude values and phase values of the tides in a location. This study aims to compare the observation results of tidal in the field with prediction model TPXO 7.1 resulting from software Tide Model Driver (TMD). This research was conducted in March 2018. The result of analysis was obtained by type of tide from model prediction data of TPXO 7.1 and direct observation data both have mixed tide, prevailing Semidiurnal. Tidal data accuracy model TPXO 7.1 has a small error rate (RMS error of 0.14) and has a high correlation (correlation of 0.73) so that data can be trusted.*

**Keywords: tidal, Model TPXO 7.1, tidal prediction, tidal type**

## RINGKASAN

**Septi Hermialingga. 08051281419016. Analisis Pemodelan Data Pasang Surut Menggunakan Model TPXO 7.1 Di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara (Pembimbing : Anna IS Purwiyanto, S.Kel., M.Si dan Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc)**

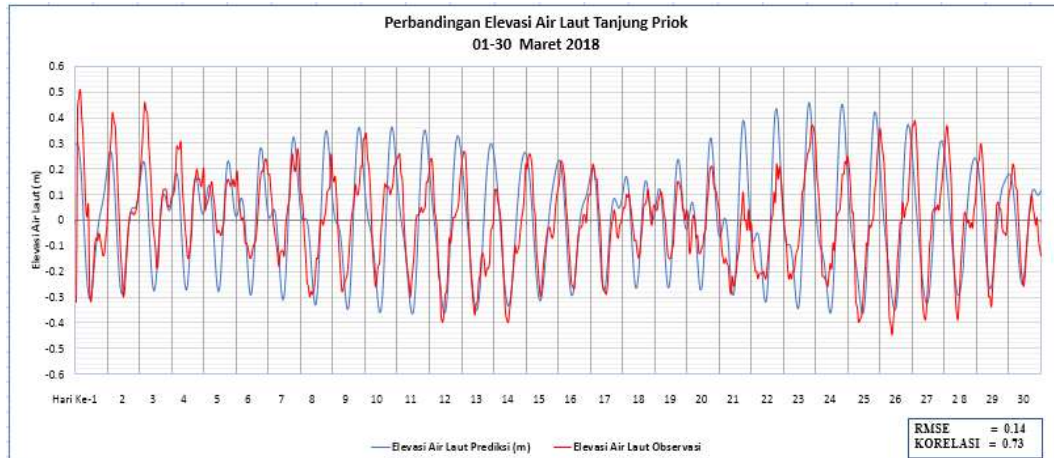
Pelabuhan Tanjung Priok merupakan Pelabuhan Internasional Indonesia yang menjadi pintu gerbang masuknya perdagangan barang-barang dalam negeri maupun luar negeri melalui transportasi laut. Akibat aktifitas pembangunan dan pelayaran di Pelabuhan Tanjung Priok yang sangat tinggi oleh sebab itu sangat dibutuhkan informasi pasang surut guna mendukung perencanaan pembangunan pelabuhan, perencanaan alur keluar masuk kapal untuk bongkar muat barang di pelabuhan serta kepentingan keselamatan pelayaran di perairan Tanjung Priok, Jakarta. Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil (Sangkop *et al.* 2015).

Pengukuran pasang surut di Pelabuhan Tanjung Priok saat ini menggunakan alat *automatic gauge* yang terletak di kolam 3 pada Pelabuhan. Seiring berjalannya waktu tentunya pada alat ini dapat mengalami kerusakan alat, maupun penurunan kinerja perekaman dan sebagainya. Maka dari itu, diperlukan alternative untuk mendapatkan data pasang surut. Salah satu alternatif untuk mendapatkan data pasang surut di suatu lokasi yaitu menggunakan prediksi pasang surut Model TPXO 7.1 yang dapat dijalankan dengan perangkat lunak *Tidal Model Driver* (TMD). Model pasut *Tidal Model Driver* (TMD) dapat mengekstraksi konstanta harmonik dan prediksi elevasi pasut pada lokasi dan waktu yang diberikan secara global. Ekstraksi serta prediksi konstanta pasut model TPXO 7.1 melibatkan 11 konstituen pasut yaitu M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, MM, MF dan M4 (Padman, 2005).

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis karakteristik pasut di perairan Pelabuhan Tanjung Priok yang dihasilkan dari model TPXO 7.1 dan karakteristik pasut dari data pengamatan langsung pasang surut serta menganalisa akurasi data pasang surut *Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1 dengan data observasi pasang surut. Pengumpulan data prediksi pasang surut diperoleh dari *software Tidal Model Driver* (TMD) dan data observasi pasut didapat dari alat pengukur pasut di Pelabuhan Tanjung Priok. Selanjutnya dilakukan validasi data pasut hasil model dengan data observasi selama 29 piantan pada bulan Maret 2018 dengan interval waktu pengukuran tiap 1 jam dengan menghitung *Root Mean Square Error* dan korelasi dari kedua data.

Perbandingan elevasi pasut data hasil pengamatan observasi dengan prediksi pasut di lokasi pelabuhan Tanjung Priok divisualisasikan dalam bentuk grafik sehingga akan terlihat perbandingan naik turun elevasi dari kedua data terhadap waktu yang dapat dilihat pada Gambar 281.





Gambar 1. Grafik Perbandingan Elevasi Air Laut

Secara umum pada grafik terlihat perbedaan ketinggian elevasi pasang surut data prediksi yang mengalami *overestimate* (menaksir terlalu tinggi) dimana amplitudo pasang surut prediksi dominan lebih besar dibanding data observasi, terutama amplitudo prediksi saat transisi dari pasang perbani menuju pasang purnama. Selisih amplitudo ini diduga karena resolusi model TPXO 7.1 itu sendiri yaitu  $\frac{1}{4}$  derajat grid global sehingga tidak dapat merepresentasikan kondisi perairan di titik observasi secara *detail*.

Data observasi memiliki pola amplitudo yang lebih bervariasi dibandingkan dengan data prediksi. Hal ini dapat disebabkan karena data observasi yang diteliti nilai ketinggiannya didapatkan secara langsung sesuai dengan kondisi lapangannya dan ada juga faktor lain seperti adanya gelombang dari pengaruh alam atau aktifitas perkapalan, tidak tepatnya bacaan tinggi permukaan air laut yang terekam, terjadi kerusakan alat, serta sampah dan lumpur yang terdapat pada air laut mengakibatkan tersumbatnya lubang tempat air masuk dan keluar pipa dari alat.

Hasil nilai formzahl kedua data tersebut dapat diklasifikasikan sebagai tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Tingkat kesalahan pada penelitian ini memiliki nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0.14. Hal ini berarti menunjukkan verifikasi model dan nilai MSE dapat diterima kebenarannya karena masih berada didalam ambang batas 40% (Kristianti, 2008). Selanjutnya dilihat korelasi dari kedua data pasang surut observasi dan prediksi, perbandingan elevasi air laut Tanjung Priok memiliki nilai korelasi sebesar 0.73. Berdasarkan kriteria korelasi yang dikemukakan Sarwono (2006), nilai korelasi berada pada *range*  $0,70 < R = 0,90$  yang berarti bahwa nilai korelasi tinggi dan data dapat dipercaya. Dengan demikian perbandingan data observasi dengan data prediksi Model TPXO 7.1 memiliki tingkat *error* yang kecil dan memiliki hubungan yang tinggi sehingga data dapat dipercaya. Selain itu juga terdapat *level of significance* (tingkat kepercayaan) pada data adalah 99%. Saran dari penelitian selanjutnya perlu dilakukan kajian dan perbandingan dengan data hasil observasi di perairan terbuka.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menolong hamba menyelesaikan Karya Ilmiah/ Skripsi ini dengan penuh rahmat dan karunia-Nya.

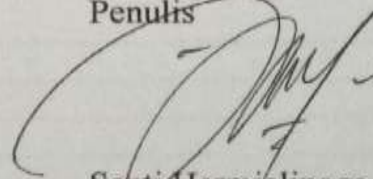
Skripsi yang berjudul “ **Analisis Pemodelan Data Pasang Surut Menggunakan Model TPXO 7.1 di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara**” ini disusun oleh penulis dengan berbagai rintangan, baik itu yang datang dari diri penulis maupun yang datang dari luar. Namun dengan penuh kesabaran dan terutama pertolongan dari Tuhan akhirnya dapat terselesaikan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Buk Anna Ida Sunaryo, M.Si, Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc, Bapak Heron Surbakti, S.Pi, M.Si dan dosen pembimbing lapangan KP Bapak Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo, Bapak Bayu Widyantoro yang telah memberikan dukungan pemahaman yang kemudian Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga Skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas serta kebermanfaatan kepada pembaca. Penulis menyadari dalam penulisan Skripsi ini masih memiliki kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dari semua pihak agar Skripsi ini semakin baik kedepannya. Terima kasih.

Indralaya, Agustus 2018

Penulis



Septi Hermialingga

NIM. 08051281419016

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>2</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pelabuhan Tanjung Priok.....	6
2.2. Pasang surut .....	6
2.3. Faktor Penyebab Terjadinya Pasang Surut .....	7
2.4. Mekanisme Pembentukan Pasang Surut .....	8
2.4.1. Pasang Surut Purnama ( <i>spring tide</i> ) .....	10
2.4.2. Pasang Surut Perbani ( <i>neap tide</i> ).....	11
2.5. Komponen Harmonik Pasang Surut.....	11
2.6. Tipe-tipe Pasang Surut.....	14
2.7. Metode Analisis Data Pasang Surut.....	16
2.7.1. Metode Admiralty .....	16
2.7.2. Metode Kuadrat Terkecil ( <i>Least Squares Method</i> ).....	17
2.8. <i>Tidal Model Driver</i> (TMD).....	18
2.9. Penelitian-Penelitian Tentang Pengolahan Data Pasang Surut.....	20
2.10. Pemanfaatan Pasang Surut.....	22
<b>BAB III. METODOLOGI</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	24
3.1.1. Peta Lokasi Penelitian.....	24
3.2. Alat dan Bahan beserta Fungsi .....	24
3.3. Metode Kerja .....	25
3.3.1. Pengumpulan Data .....	25
3.3.2. Pengolahan Data .....	31
3.3.3. Tipe Pasang Surut .....	38
3.3.4. Analisis Data.....	39
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Data Observasi Pasang Surut.....	42

4.2. Data Prediksi Pasang Surut.....	47
4.3. Perbandingan Data Observasi Dengan Data Prediksi Pasut .....	48

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55

**DAFTAR PUSTAKA..... 56**

**LAMPIRAN..... 59**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Mekanisme Pembentukan Pasut.....	8
Gambar 2. Posisi Bulan, Bumi dan Matahari.....	9
Gambar 3. Posisi Bulan, Bumi dan Matahari.....	10
Gambar 4. Posisi Bumi-Bulan-Matahari Saat Pasang Purnama .....	10
Gambar 5. Posisi Bumi-Bulan-Matahari Saat Pasang Perbani .....	11
Gambar 6. Pola Gerak Pasut Harian Tunggal ( <i>Diurnal Tide</i> ).....	14
Gambar 7. Pola Gerak Pasut Harian Ganda ( <i>Semi Diurnal Tide</i> ).....	15
Gambar 8. Pola Gerak Pasut Campuran Condong Harian Tunggal.....	15
Gambar 9. Pola Gerak Pasut Campuran Condong Harian Ganda.....	15
Gambar 10. Satelit Topex/Poseidon.....	19
Gambar 11. Lintasan Satelit Topex/Poseidon di Indonesia .....	19
Gambar 12. Contoh tampilan (GUI) dari pemodelan pasut konstanta M2 .....	20
Gambar 13. Peta Lokasi Penelitian .....	24
Gambar 14. Skema Pengolahan Data Pasang Surut.....	25
Gambar 15. Stasiun Alat Perekam Pasut Tanjung Priok .....	26
Gambar 16. Tampilan <i>software</i> Matlab R2013b.....	27
Gambar 17. Folder <i>Toolbox</i> TMD .....	27
Gambar 18. Pemanggilan <i>Tidal Model Driver</i> (TMD) .....	27
Gambar 19. File Model TPXO 7.1 .....	28
Gambar 20. Tampilan Model TPXO 7.1.....	28
Gambar 21. Pilihan Prediksi Pasut.....	29
Gambar 22. Data Prediksi Pasut Hasil TMD di Ms. Excel.....	30
Gambar 23. Pilihan Prediksi Komponen Pasut .....	30
Gambar 24. Data Prediksi Komponen Pasut Hasil TMD di Ms. Excel .....	31
Gambar 25. Diagram Pengolahan Data Pasang Surut.....	32
Gambar 26. Grafik Elevasi Air Laut Data Observasi .....	45
Gambar 27. Grafik Elevasi Air Laut Data Prediksi .....	48
Gambar 28. Grafik Perbandingan Elevasi Air Laut .....	49
Gambar 29. Peta Jenis Pasang Surut Perairan Indonesia .....	52

Gambar 30. Perbandingan Nilai Amplitudo Data Observasi dan Prediksi Komponen Harmonik Pasut Tanjung Priok .....	53
Gambar 31. Perbandingan Nilai Beda Fase Data Observasi dan Prediksi Komponen Harmonik Pasut Tanjung Priok .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Komponen Harmonik Pasang Surut yang Sangat Penting.....	12
Tabel 2. Komponen Harmonik dengan Metode Admiralty .....	13
Tabel 3. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan Formzahl.....	14
Tabel 4. Alat dan Bahan.....	24
Tabel 5. Susunan hasil pengamatan pasang surut menurut Skema 1 .....	33
Tabel 6. Konstanta Pengali Untuk Menyusun Skema 2.....	34
Tabel 7. Daftar Konstanta Pengali Skema 4 .....	34
Tabel 8. Faktor Analisa Untuk Pengamatan 29 hari (29 piantan).....	35
Tabel 9. Nilai Akhir Komponen Harmonik Pasang Surut .....	38
Tabel 10. Contoh Data Harian Lapangan.....	43
Tabel 11. Contoh Data Observasi .....	44
Tabel 12. Komponen Pasang Surut Perairan Tanjung Priok .....	46
Tabel 13. Komponen Pasang Surut Perairan Pantai Marina Ancol .....	47
Tabel 14. Contoh Data Harian Prediksi .....	47
Tabel 15. Hasil Perhitungan Komponen Pasang Surut .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Data Observasi.....	59
Lampiran 2. Data Observasi Yang Telah Disesuaikan Dengan Data Prediksi .....	69
Lampiran 3. Data Prediksi .....	80
Lampiran 4. <i>Level of Significance</i> .....	91
Lampiran 5. Grafik Perbandingan Elevasi Air Laut Tanjung Priok Maret 2004..	94



# I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Indriani *et al.* (2010) mengemukakan Pelabuhan Tanjung Priok yang berada di Teluk Jakarta merupakan Pelabuhan Internasional Indonesia yang menjadi pintu gerbang masuknya perdagangan barang-barang dalam negeri maupun luar negeri melalui transportasi laut. Akibat aktifitas pembangunan dan pelayaran di Pelabuhan Tanjung Priok yang sangat tinggi oleh sebab itu sangat dibutuhkan informasi pasang surut mengenai tipe pasang surut guna mendukung perencanaan pembangunan pelabuhan, perencanaan alur keluar masuk kapal untuk bongkar muat barang di pelabuhan serta kepentingan keselamatan pelayaran di perairan Tanjung Priok, Jakarta.

Menurut Triatmodjo (1999) dalam Fadilah *et al.* (2014) pasang surut adalah fluktuasi muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari.

Menurut Ongkosongo dan Suyarso (1989) pengetahuan mengenai pasang surut secara umum dapat memberikan informasi yang beraneka macam, baik untuk kepentingan ilmiah, maupun untuk pemanfaatan praktis secara luas seperti kegiatan pembuatan tambak, rekreasi, pembangkit listrik tenaga pasut, rekayasa pantai dan sebagainya. Pengetahuan mengenai tipe pasang surut yang ada di Indonesia dapat memberikan gambaran umum tentang berapa kali pasang atau surut dalam sehari yang diperlukan pada suatu lokasi untuk merencanakan aktifitasnya.

Informasi pasut pada umumnya diperoleh dari stasiun-stasiun pasut yang terletak di pelabuhan-pelabuhan. Indonesia memiliki dua instansi pemerintah yang menyediakan data pasang surut di pelabuhan yaitu BIG (Badan Informasi Geospasial) dan DISHIDROS (Dinas Hidro-Oseanografi) TNI-AL. Namun ketersediaan data pasut hasil pengukuran lapangan yang kontinu masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena besarnya usaha dan biaya yang dikeluarkan jika

melakukan pengukuran lapangan. Salah satu alternatif untuk mendapatkan data pasut adalah menggunakan model pasang surut global yang dapat memodelkan pasut di lokasi manapun di perairan laut dunia dan memberikan nilai amplitudo serta nilai fase dari pasang surut di suatu lokasi.

Model pasut salah satunya adalah model pasut global TPXO 7.1 yang dikembangkan oleh *Oregon State University* (OSU), Amerika Serikat pada tahun 2003. Model TPXO 7.1 dapat dijalankan dengan perangkat lunak *Tidal Model Driver* (TMD). *Tidal Model Driver* (TMD) digunakan untuk melakukan ekstraksi konstanta pasut serta dapat melakukan prediksi ketinggian pasut di permukaan bumi dari model pasut dengan perangkat lunak MATLAB. Model pasut *Tidal Model Driver* (TMD) dapat mengekstraksi konstanta harmonik dan prediksi elevasi pasut pada lokasi dan waktu yang diberikan secara global. Ekstraksi serta prediksi konstanta pasut model TPXO 7.1 melibatkan 11 konstituen pasut yaitu M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, MM, MF dan M4 (Padman, 2005).

Model pasut TPXO 7.1 dapat memodelkan pasut di seluruh lokasi perairan di dunia. Model pasut TPXO 7.1 dapat diunduh dari internet dan telah divalidasi dengan data pasut dari satelit altimetri dan stasiun pasut pantai dan lautan (Shum *et al.*, 1997; Zahran *et al.*, 2006 dalam Umam 2013). Model ini memiliki akurasi dalam beberapa cm untuk daerah laut dalam dan akurasinya dapat sangat bervariasi di daerah perairan dangkal/paparan dan pantai dengan nilai maksimum perbedaan sebesar 1 m (Umam, 2013).

Teknik satelit altimetri memberikan keberlanjutan program pengamatan, memproses, memverifikasi dan mendistribusikan data sirkulasi laut dan variasinya untuk jangka waktu yang panjang. Satelit T/P didesain khusus untuk mengamati dan memahami dinamika laut (sirkulasi laut, pasut, dan lain-lain) dengan interval sampling 10 hari atau 237,975 jam. Karena cakupan pengamatannya global, data T/P juga mencakup seluruh perairan Indonesia.

Pemodelan pasut dengan teknik asimilasi mengaplikasikan metode inversi dalam mengkombinasikan informasi pemerolehan data pasut dari persamaan hidrodinamika dengan data yang diperoleh dari observasi langsung menggunakan *tide gauges* dan data dari satelit Topex/Poseidon global. Solusi inversi ini

menghasilkan medan pasut yang halus secara simultan dan 24 jam lebih baik dari pada model pasut lain karena melibatkan data altimetri dan data observasi langsung.

Data observasi diolah menggunakan metode admiralty karena metode ini tidak hanya mempertimbangkan faktor astronomis tetapi juga mempertimbangkan faktor meteorologis pada suatu lokasi sehingga dapat melihat variasi pasut yang terjadi berdasarkan bulanan dan musiman. Metode admiralty juga dapat digunakan untuk menganalisis data-data pendek selama 7, 15 dan 29 hari. Akan tetapi dibutuhkan ketelitian lebih dalam pengolahannya, tidak dapat digunakan untuk data-data panjang (> 29 hari), dan hanya menghasilkan sembilan komponen pasang surut.

Penelitian mengenai akurasi prediksi pasang surut menggunakan *software Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1 telah dilakukan di beberapa perairan di Indonesia salah satunya di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. Syahputra dan Nugraha (2016) menunjukkan hasil perbandingan data prediksi model pasang surut TMD dengan data pengamatan lapangan memiliki pola elevasi muka air yang sama dan tingkat *Root Mean Square Error* yang kecil atau memiliki tingkat akurasi yang baik untuk tipe perairan selat yaitu 1,8043%.

Hal ini yang mendasari penelitian yang akan dilakukan di Pelabuhan Tanjung Priok untuk mengetahui akurasi data atau minimnya nilai kesalahan dari karakteristik pasut Pelabuhan Tanjung Priok yang dihasilkan dari model TPXO 7.1 dengan karakteristik pasut dari data pengamatan langsung pasang surut. Sehingga hasil pemodelan dapat merepresentasikan kondisi perairan yang sebenarnya atau tidak, agar dapat dipertimbangkan sebagai penyedia data pasang surut khususnya di Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Informasi pasang surut di Pelabuhan sangat penting guna mendukung perencanaan pembangunan pelabuhan, navigasi kapal, mengetahui elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut), perencanaan alur keluar masuk kapal untuk bongkar muat barang di pelabuhan serta kepentingan keselamatan pelayaran lainnya di perairan Tanjung Priok, Jakarta Utara.

Pengukuran pasang surut di Pelabuhan Tanjung Priok saat ini menggunakan alat *automatic gauge* yang terletak di kolam 3 pada Pelabuhan. Seiring berjalannya waktu tentunya pada alat ini dapat mengalami kerusakan alat, maupun penurunan kinerja perekaman dan sebagainya. Maka dari itu, diperlukan alternatif untuk mendapatkan data pasang surut.

Salah satu alternatif untuk mendapatkan data pasang surut di suatu lokasi yaitu menggunakan prediksi pasang surut *software Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1. Dalam hal ini diharapkan permasalahan di atas dapat diantisipasi. Namun perlu dilakukan validasi data terhadap model prediksi yang akan dipakai di Pelabuhan Tanjung Priok dengan menghitung *Root Mean Square Error* data.

Prediksi pasang surut menggunakan model TPXO 7.1 telah dilakukan di beberapa perairan Indonesia, namun di Pelabuhan Tanjung Priok belum diketahui bagaimana perbandingan elevasi air laut data pasang surut *Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1 dengan data observasi pasang surut di Pelabuhan Tanjung Priok dan bagaimana karakteristik pasut Pelabuhan Tanjung Priok yang dihasilkan dari model TPXO 7.1 dengan karakteristik pasut dari data pengamatan langsung pasang surut.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini :

1. Menganalisis karakteristik pasut di perairan Pelabuhan Tanjung Priok yang dihasilkan dari model TPXO 7.1 dan karakteristik pasut dari data pengamatan langsung pasang surut.
2. Menganalisa akurasi data pasang surut *Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1 dengan data observasi pasang surut.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini :

1. Dapat mengetahui karakteristik pasut Pelabuhan Tanjung Priok yang dihasilkan dari model TPXO 7.1 dan karakteristik pasut dari data pengamatan langsung pasang surut.
2. Mengetahui tingkat keakurasian data pasang surut *Tidal Model Driver* (TMD) model TPXO 7.1 dengan data observasi pasang surut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adibhusana MN, I Gede H, I Wayan GAK. 2016. Model Hidrodinamika Pasang Surut di Perairan Pesisir Barat Kabupaten Badung, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 2 : 54-59.
- Adibrata S. 2007. Analisis pasang surut di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Akuatik Sumberdaya Perairan*. 1(1): 1-6.
- Azis MF. 2006. Gerak air di laut. *Oseana*. 31(4): 9-21.
- Dunbar B, Hardin M. 1992. *Topex/Poseidon*. United States : NASA/CNES. 12 hal.
- Fadilah, Suripin, Sasongko DP. 2014. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*. 6(1): 1-12.
- Fraga SDCM. 2015. Analisis Pasang Surut Pelabuhan Dili Dari Model Pasang Surut Global TPXO 7.1 dan Pengamatan Langsung [Skripsi]. Yogyakarta : Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. 59 hal.
- Goel A. 2011. ANN-Based Approach for Predicting Rating Curve of an Indian River. *ISRN Civil Engineering*. 4 hal.
- Hasibuan RD, Surbakti H, Sitepu R. 2015. Analisis Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode Least Square dan Penentuan Periode Ulang Pasang Surut Dengan Metode Gumbel Di Perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut. *Jurnal Maspari*. 7(1): 35-48.
- Hasibuan PG. 2009. Analisis Surut Astronomis Terendah Di Perairan Sabang, Sibolga, Padang, Cilacap, dan Benoa Menggunakan Superposisi Komponen Harmonik Pasang Surut [Skripsi]. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 80 hal.
- Indriani, Netty K, Muhammad H. 2010. Simulasi Pemodelan Arus Pasang Surut di Luar Kolam Pelabuhan Tanjung Priok Menggunakan Perangkat Lunak SMS 8.1. *Maspari Journal*. 01 : 79-83.
- Khan N, Kalair A, Abas N, Haider A. 2017. Review Of Ocean Tidal, Wave And Thermal Energy Technologies. *Renewable and Sustainable Energy*. 72: 590-604.
- Korto J, Jasin MI, Mamoto JD. 2015. Analisis Pasang Surut Di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim Dengan Metode Admiralty. *Jurnal Sipil Statik*. 3(6): 391-402.

- Kristianti IP. 2008. Studi Pola Transpor Sedimen Tersuspensi di Perairan Teluk Namosain Kupang (Studi Kasus Saat Monsun Timur) [Skripsi]. Semarang : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. 156 hlm.
- Lisnawati LA, Rochaddi B, Ismunarti DH. 2013. Studi Tipe Pasang Surut di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 2(2): 61-67.
- Ongkosongo OSR, Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P3O). 257 hal.
- [OSU] Oregon State University. 2018. *Indonesian Seas Inverse Tidal Solution*. <http://www-po.coas.oregonstate.edu/~poa/wwwpo/research/po/research/tide/ind.html>. [15 Februari 2018].
- Padman L. 2005. *Tide Model Driver (TMD) Manual*. USA. Earth and Space Research. 1-13 hal
- Pelindo. 2016. Profil Perusahaan PT. Pelabuhan Tanjung Priok. <http://www.priokport.co.id/index.php/company/profile>. [12 Januari 2018]
- Poerbandono, Djunarsjah E. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : Refika Aditama. 91 hal.
- Ramdhan M. 2011. Komparasi Hasil Pengamatan Pasang Surut Di Perairan Pulau Pramuka Dan Kabupaten Pati Dengan Prediksi Pasang Surut Tide Model Driver. *Jurnal Segara*. 7(1): 1-10.
- Reiner M, Anugroho AD, Prasetyawan IB. 2017. Karakteristik Pola Arus Dan Kondisi Kualitas Perairan Di Pantai Marina Ancol, Jakarta. *Jurnal Oseanografi*. 6(2) : 349-358.
- Sangkop N, Mamoto JD, Jasin MI. 2015. Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulu Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty. *Tekno*. 13(63): 60-69.
- Sarwono J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu. 308 hal.
- Sudjono EH, Hadi S, Ningsih N, Setiawan A. 2011. Studi Komponen Pasang Surut Perairan Dangkal (Over And Compound Tides) Model Kanal 1 Dimensi Dengan Menggunakan Metoda Asimilasi Data Variasional. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 3(1): 1-12.
- Surbakti H. 2012. Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 15(1): 35-39.

- Surbakti H. 2000. Pemetaan Pasang Surut Serta Analisis Komponen Pasang Surut di Seluruh Perairan Indonesia [skripsi]. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 136 hal.
- Syahputra H, Nugraha BA. 2016. Analisis Perbandingan Akurasi Model Prediksi Pasang Surut: Studi Kasus Di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. *Maspari Journal*. 8(2): 119-126.
- Triatmodjo B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta. 253 hlm
- Umam RK. 2013. Pemodelan Pasang Surut Perairan Pulau Jawa Menggunakan Perangkat Lunak Tidal Model Driver Dan Model Pasut Global TPXO 7.1 [skripsi]. Yogyakarta : Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. 66 hal.
- Widyantoro BT. 2014. Karakteristik Pasang Surut Laut Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. 20(1): 65-72.
- Wyrtki K. 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. California : International Cooperation Administration Contract ICAC. 225 hlm
- Yulianto V, Petrus S, Baskoro R. 2014. Penentuan Daerah Reklamasi dilihat dari Genangan Rob Akibat Pengaruh Pasang Surut di Jakarta Utara. *Jurnal Oseanografi*. 3(4) : 493 – 503.
- Zakaria A. 2015. Model Periodik Dan Stokastik Data Pasang Surut Jam-Jaman Dari Pelabuhan Panjang. *Rekayasa*. 19(1): 67-84.