

**KAJIAN BATIMETRI UNTUK PENENTUAN ALUR PELAYARAN DI  
PELABUHAN TELUK SABANG, SABANG, NANGROE ACEH DARUSSALAM**  
**Melisa Dwi Syaputri, Heryoso Setiyono, Petrus Subardjo**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698 Email :  
[melisa2syaputri@gmail.com](mailto:melisa2syaputri@gmail.com); [heryoso@yahoo.com](mailto:heryoso@yahoo.com); [petrussubardjo@gmail.com](mailto:petrussubardjo@gmail.com)

**Abstrak**

Pelabuhan Teluk Sabang berada di Pulau Weh yang merupakan pulau terluar Indonesia dan berada di Selat Malaka. Pada tahun 2009 pemerintah Sabang bersama BPKS membangun dermaga baru *multipurpose* berstandar internasional untuk mewujudkan kawasan perdagangan bebas di Sabang. Sarana dan prasarana perlu dikembangkan salah satunya adalah alur pelayaran kapal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui batimetri Perairan Teluk Sabang dan pasang surut untuk digunakan sebagai penentuan alur pelayaran yang aman di Pelabuhan Teluk Sabang. Penelitian ini menggunakan data operasi dan survei Dinas Hidro-Oseanografi di Perairan Teluk Sabang pada tanggal 19 April sampai 21 Mei 2011. Data batimetri dikoreksi menggunakan software Hydropro 2.3. Analisa harmonik pasang surut menggunakan metode Admiralty. Hasil penelitian menunjukkan Perairan Teluk Sabang memiliki kedalaman perairan antara -0,5 meter sampai - 152 meter di bawah permukaan laut. Perairan Teluk Sabang memiliki tipe pasang surut harian ganda, dimana nilai MSL 271 cm, HHWL 369 cm, LLWL 158 cm, dan Z0 176 cm. Alur pelayaran menuju dermaga Badan Pegusaha Kawasan Sabang (BPKS) memiliki lebar 100 m dengan kedalaman 9 meter, sedangkan lebar alur pelayaran menuju dermaga baru 215 meter dengan kedalaman 11.9 meter. Alur pelayaran menuju dermaga BPKS memiliki rute satu arah sedangkan menuju dermaga baru memiliki alur pelayaran dua arah. Pelabuhan Teluk Sabang dapat menampung kapal hingga bobot 30.000 ton.

**Kata Kunci:** Batimetri, Pasang Surut, Alur Pelayaran, Perairan Teluk Sabang.

**Abstract**

*Sabang Bay Port is placed at Weh island which is the outermost islands of Indonesia and lies in The Strait of Malacca as well. In 2009 the government and BPKS builded a new multipurpose dock of international standards to achieve free trade area in Sabang. As one of the International Free Port, the security in navigation for the ships that pass through Sabang Bay waters is really important to be considered. One way to do it is to carry out the infrastructure improvement that support the safety of navigation in the area waters. The purpose of this study was to obtain information bathymetric conditions Sabang Bay waters and analyze the components of tidal waters. The information will be used for the determination of shipping lanes, and can be used to be the safe when the ships want to go in or out the port of Sabang Bay as well. This study used data and survey operations from Hydro-Oceanographic Office in Sabang Bay waters on April 19 until May 21, 2011, with sounding time between April 21 to 24, 2011. Data used includes bathymetric data and tidal data. Bathymetric data corrected using software Hydropro 2.3. Tidal harmonic analysis using Admiralty methods. The results showed that Sabang Bay waters has type semidiurnal tide, which the value of the MSL 271 cm, 369 cm HHWL, LLWL 158 cm and 176 cm Z0. Shipping lanes depth value calculated using Z0 as a reference point. Shipping lanes to the dock of Board of Sabang Zone Businesses; Sabang, Indonesia (BPKS) has a width of 100 m with a depth of 9 meters, while the width of shipping lanes to the new dock is 215 meters with a depth of 11.9 meters. Shipping lanes to the dock of BPKS have one direction while heading the new dock has a shipping lanes in both directions. Sabang Bay Port can accommodate vessels up to a weight of 30,000 tons.*

**Keywords:** Bathymetry, Tides, Shipping Lanes, Sabang Bay waters.

## **1. Pendahuluan**

Pelabuhan Teluk Sabang berada di Pulau Weh yang merupakan pulau terluar Indonesia yang berada di Selat Malaka berbatasan langsung dengan negara tetangga yaitu Malaysia, Thailand, dan India. Posisi tersebut sangat strategis karena dilalui jalur internasional. Berdasarkan data dari Badan Pegusaha Kawasan Sabang (2013), sekitar 150.000 kapal melewati Selat Malaka setiap bulannya. Pada tanggal 21 Desember 2000 diterbitkan UU No. 37 tentang Kawasan Perdagangan Bebas dan Pelabuhan Bebas Sabang. Menurut Hoeve dan Shadily (1980), Pelabuhan bebas adalah pelabuhan yang dibebaskan dari pengawasan pabean oleh pemerintah sehingga kapal mana pun dapat masuk dan berniaga tanpa pembayaran bea masuk dan keluar. Sehingga aktifitas kegiatan di pelabuhan tersebut berdenyut dengan masuknya kapal-kapal dari luar negeri ke kawasan Sabang. Pada tahun 2009 pemerintah Sabang bersama BPKS (Badan Pegusaha Kawasan Sabang) membangun dermaga baru multipurpose berstandar internasional untuk mewujudkan kawasan perdagangan bebas di Sabang. Pembangunan sarana dan prasarana yang menunjang keselamatan navigasi di wilayah perlu dilakukan. Sarana dan prasarana perlu dikembangkan salah satunya adalah alur pelayaran kapal. Penentuan alur pelayaran membutuhkan beberapa data pendukung yaitu batimetri, pasang surut dan ukuran kapal yang akan masuk ke pelabuhan tersebut.

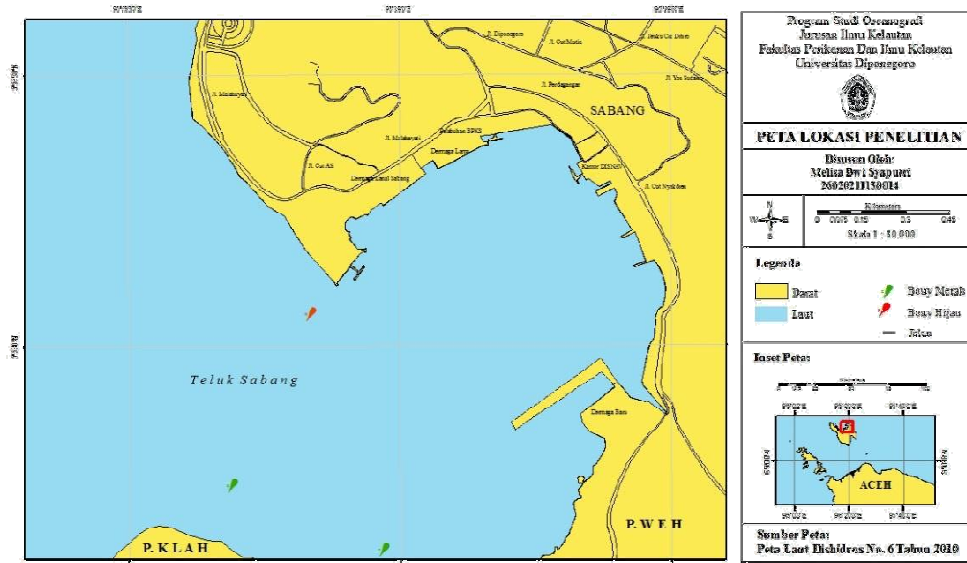
Dalam penentuan alur pelayaran diperlukan survei batimetri. Menurut Anwar et al (2009), survei batimetri adalah pengumpulan data dengan metode penginderaan/rekaman dari permukaan dasar laut yang dibuat berdasarkan hasil *sounding* (pengukuran kedalaman) yang dihubungkan dengan hasil pengukuran elevasi pasang surut, orientasi medan, dan hasil pengukuran geodetik. Untuk mendapatkan nilai kedalaman perairan yang akurat diperlukan data pasang surut untuk koreksi data kedalaman. Hal ini diperlukan karena pergerakan pasang surut bersifat periodik, sehingga terjadi perubahan ketinggian permukaan laut pada saat melakukan survei batimetri.

## **2. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian menggunakan data utama dan data pendukung. Data utama yang digunakan dalam penelitian menggunakan data hasil pengukuran operasi survei dari Dinas Hidro-Oseanografi di Perairan Teluk Sabang yaitu, data batimetri menggunakan Atlas Deso 15 *Single Beam Echosounder* dan data pasang surut menggunakan *Automatic Water Level Recorder* Thalimedes. Sedangkan data pendukung sebagai pelengkap data utama untuk mendukung penelitian meliputi Peta Laut No. 6 tahun 2010 dan data ukuran kapal yang berlabuh dilihat dari kekuatan/kapasitas dermaga pada lokasi penelitian.

## **3. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, yaitu merupakan metode ilmiah (scientific) karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkret / empiris, obyektif, terukur, rasional, sistematis. Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009). Dalam penelitian ini akan diketahui gambaran batimetri dan pasang surut di perairan Teluk Sabang. Data yang sudah didapat tersebut kemudian dilakukan pengolahan untuk mendapatkan hasil berupa peta batimetri dan grafik pasang surut serta peta alur pelayaran di Pelabuhan Teluk Sabang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Peta Laut Dishidros No.6 Tahun 2010).

### Batimetri

Pemeruman menggunakan *Echosounder SingleBeam Atlas Deso 15* dengan menggunakan perahu motor kecepatan 4 knots untuk mengurangi eror karena *squat* dan *settlement*. DGPS Sea Star digunakan untuk mengetahui posisi pada saat melakukan pemeruman. Penentuan posisi kapal pada saat melakukan pengukuran kedalaman bertujuan untuk mencegah kapal keluar dari lajur yang sudah direncanakan.

Data dari hasil pemeruman selanjutnya diolah menggunakan *software Hydropro 2.3*. *Software Hydropro 2.3* digunakan untuk mengkoreksi data kedalaman terhadap data pasang surut, yaitu dengan nilai *chart datum* atau *Z0* hasil pengamatan data pasang surut. Data yang telah dikoreksi kemudian diekstrak dalam format t (waktu) ,x,y dan z (x,y merupakan titik koordinat dan z adalah nilai

Keterangan: kedalaman).

: besarnya reduksi yang diberikan kepada hasil pengukuran kedalaman pada waktu t  
 : kedudukan permukaan laut sebenarnya pada waktu t (Soeprapto, 2001)  
 MSL : muka air laut rata-rata (Soeprapto, 2001)  
 : kedalaman muka air surutan di bawah MSL  
 SetAaelah itu ditentukan kedalaman sebenarnya: Keterangan: D : Kedalaman sebenarnya  
 dT : Kedalaman terkoreksi transduser  
 rt : reduksi pasang surut air laut

Data kedalaman yang sudah dikoreksi kemudian diolah menggunakan *software ArcGIS 10.1* dengan menggunakan metode interpolasi *kriging* untuk mendapatkan kontur batimetri. *Krigging* merupakan metode interpolasi yang menggunakan kombinasi linier untuk memperkirakan nilai

diantara dua sampel data (Ctech Development Corporation, 2004). Hasil interpolasi berupa grid-grid yang memiliki nilai kedalaman yang sama kemudian dihubungkan dalam satu garis kontur. Bentuk permukaan dasar laut (*seabed surface*) di lokasi penelitian ditampilkan dengan dibuat model 3D menggunakan *software* Surfer 10 dan untuk melihat penampang melintang morfologi dasar perairan perlu dibuat sayatan berjumlah lima buah dan dibuat secara manual dilihat dari garis kontur yang menyentuh garis sayatan kemudian digambar di kertas milimetr blok dan kalkir.

### Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan selama 29 piantan dari tanggal 21 April – 19 Mei 2011 menggunakan *Automatic Water Level Recorder* Thalimedes dengan interval pengamatan 15 menit. Posisi stasiun pasut 05° 53' 15.71095" LU dan 95° 18' 57.98860" BT.

Data pasut selama 29 piantan, diolah dengan menggunakan analisa harmonik pasut metode *Admiralty* untuk mendapatkan nilai komponen pasut (S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, P1) menggunakan *software* Excel 2013. Konstanta harmonik pasut yang merupakan hasil dari pengolahan data pasut dapat digunakan untuk penentuan tipe pasut yang terjadi di suatu perairan dengan menentukan perbandingan antara unsur-unsur pasang surut tunggal utama dengan unsur-unsur pasang surut ganda utama menggunakan bilangan formzahl.

### Alur Pelayaran

Perencanaan alur pelayaran ditentukan oleh kapal terbesar yang akan masuk ke pelabuhan dan kondisi meteorologi dan oseanografi. Berdasarkan data sekunder yang didapat dari Pelabuhan Teluk Sabang, dermaga lama atau BPKS dapat menampung kapal dengan kapasitas 3.000 DWT s/d 10.000 DWT dan dermaga baru (*multipurpose*) dapat menampung kapal dengan kapasitas 5.000 DWT s/d 30.000 DWT. Berdasarkan tabel karakteristik kapal (tabel 1) kapal dengan bobot 10.000 memiliki *draft* terbesar 8 meter dan lebar kapal (*breadth*) 20.1 meter sedangkan kapal dengan bobot 30.000 memiliki *draft* terbesar 10.9 meter dan lebar kapal (*breadth*) 28.3 meter. Untuk menghitung kedalaman alur pelayaran digunakan dasar perhitungan dengan formula menurut Triatmodjo (1999):

$$H = d + s + c \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

H = Kedalaman alur pelayaran (m)

d = *Draft* kapal

s = *squat* atau Gerak vertikal kapal karena gelombang (toleransi max 0,5 m)

c = *Clearance* atau Ruang kebebasan bersih minimum 0,5 m

Lebar alur biasanya dihitung pada kaki sisi-sisi miring saluran atau pada kedalaman yang direncanakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu Triatmodjo (1999) :

1. Lebar, gerakan dan kecepatan kapal;
2. Traffic kapal (satu atau dua alur);
3. Kedalaman alur;
4. Apakah alur sempit atau lebar ;
5. Stabilitas tebing alur;
6. Angin, gelombang, arus dan arus melintang dalam alur.

Tidak ada rumus yang menjabarkan secara eksplisit dari faktor-faktor tersebut tetapi beberapa kriteria telah ditetapkan secara implisit. Pada alur untuk satu jalur, lebar alur dapat ditentukan dengan mengacu pada gambar 6 sedangkan alur untuk dua jalur dapat mengacu pada gambar 7. Berikut perhitungan menurut Bruun (1981) :

Lebar Alur Satu Alur :

$$(4)$$

Lebar Alur Dua Alur :

$$L = 7.6 \times B \dots\dots\dots (5)$$

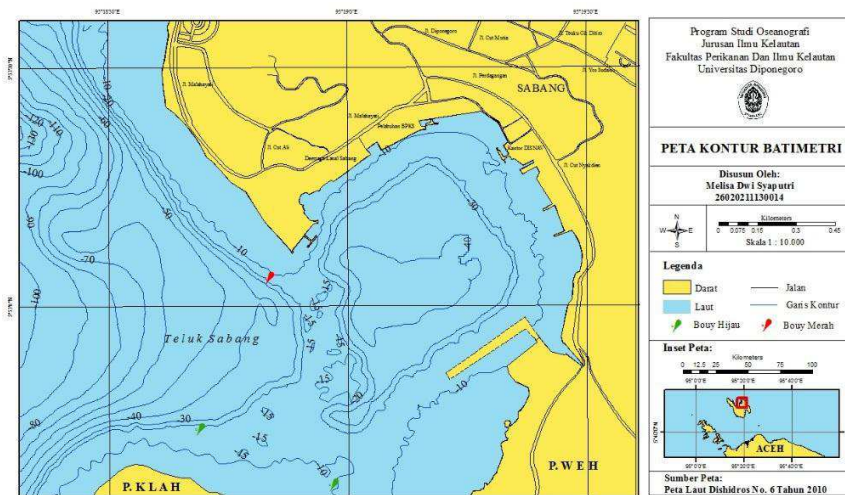
Dimana :

L = kedalaman alur pelayaran (m)

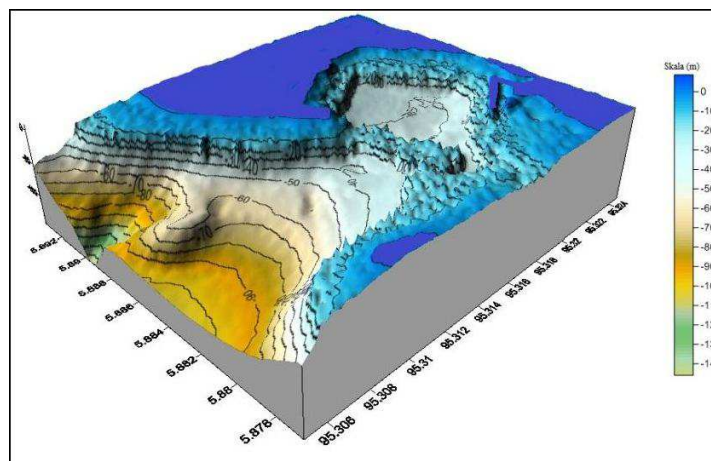
B = lebar kapal (*breadth*)

#### 4. Hasil dan Pembahasan Batimetri

Hasil pengolahan batimetri dalam bentuk peta kontur ditunjukkan pada gambar 20 dimana nilai kontur minimum 0 meter sebagai garis pantai dan nilai kontur maksimum -120 meter. Garis-garis kontur batimetri memiliki kecenderungan pola sejajar terhadap garis pantai. Pada daerah penelitian terdapat cekungan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kurva tertutup pada garis kontur di daerah mulut Teluk. Daerah teluk memiliki morfologi yang cukup landai dengan kedalaman sekitar -10 meter sampai -40 meter. Di bagian luar teluk memiliki morfologi yang beragam ada beberapa cekungan dan ada yang landai (gambar 20) dan kontur berkisar antara -40 meter sampai -120 meter. Sebelum memasuki Teluk Sabang, terlebih dahulu harus melalui sebuah undakan (*drempel*) yang dalamnya -15 meter.



Gambar 2. Kontur Batimetri Perairan Teluk Sabang (Pengolahan Data Lapangan, 2015).



Gambar 3. Model Tiga Dimensi (3D) Teluk Sabang (Pengolahan Data Lapangan, 2015).

**Pasang Surut**

Dari perhitungan dengan menggunakan nilai-nilai komponen harmonik tersebut akan didapatkan nilai Muka Air Rata-Rata (*Mean Sea Level*), Air Rendah Terendah (*Lowest Low Water Level*), Air Tinggi Tertinggi (*Highest High Water Level*), dan muka air surutan (*Zo*). Pada table 3 dan 4 di bawah ditampilkan konstanta harmonik pasang surut dan nilai-nilai elevasi utama dalam pasang surut.

Tabel 1. Konstanta Harmonik Pasang Surut Pelabuhan Teluk Sabang

Konstanta Harmonik	A (Cm)	g (°)
S <sub>0</sub>	271	
M <sub>2</sub>	49	289
S <sub>2</sub>	24	334
N <sub>2</sub>	12	273
K <sub>1</sub>	11	329
O <sub>1</sub>	4	291
M <sub>4</sub>	1	146
MS <sub>4</sub>	2	217
K <sub>2</sub>	6	334
P <sub>1</sub>	4	329

Sumber : Pengolahan Data, 2015.

Tabel 2. Nilai Elevasi Muka Air

Keterangan	Elevasi (cm)
HHWL	369
MHWL	249
MSL	271
MLWL	104
LLWL	158
Z <sub>0</sub>	176
Tidal Range	145

Sumber: Pengolahan Data, 2015.

Bilangan Formzahl yang diperoleh dari hasil analisa komponen harmonik pasang surut sebesar 0.210 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Teluk Sabang adalah bertipe harian ganda ( $F = 0 - 0.25$ ). Tipe pasang surut harian ganda ditandai dengan dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Grafik pasang surut disajikan pada gambar 19.





Gambar 4. Grafik Pasang Surut Teluk Sabang (Pengolahan Data Lapangan, 2015).

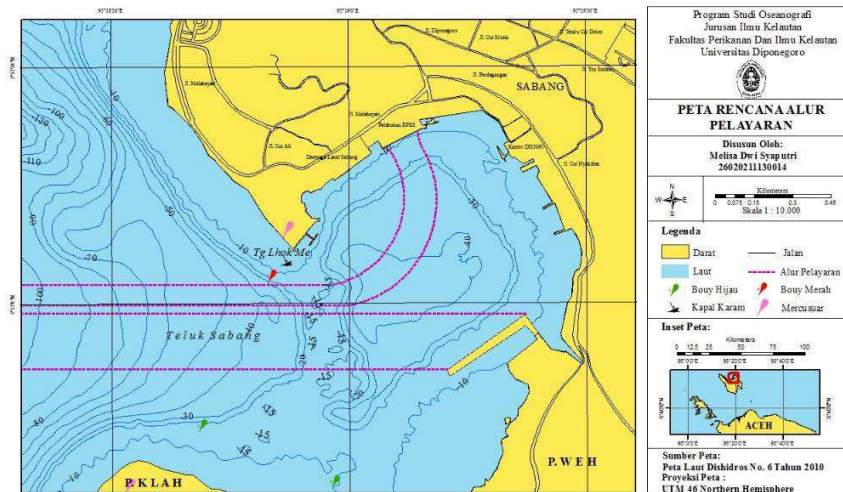
### **Alur Pelayaran**

Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal yang akan masuk dan keluar pelabuhan. Alur pelayaran harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang dan arus. Di Pelabuhan Teluk Sabang karena posisi pelabuhan berada di dalam teluk maka pengaruh arus dan gelombang kecil sehingga sangat strategis untuk kapal berlabuh. Alur pelayaran menuju Teluk Sabang dipengaruhi oleh kedalaman, keberadaan karang, kerangka kapal yang tenggelam dan rambu-rambu pelayaran. Berdasarkan kondisi tersebut, maka peta batimetri yang dihasilkan akan dijadikan sebagai acuan untuk rencana pertimbangan alur pelayaran yang akan berlabuh di Pelabuhan Teluk Sabang. Berdasarkan *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) tahun 2010, alat pemandu pelayaran dalam bentuk suar berupa pelampung dan lampu-lampu di taruh pada sisi kanan dan kiri alur yang berfungsi sebagai petunjuk alur pelayaran dan untuk menandai sisi aman untuk melewati suatu bahaya navigasi. Pelampung di sisi kanan kapal berwarna hijau dan pelampung berwarna merah di sisi kiri pada saat kapal menuju arah pelabuhan. Pada malam hari alur pelayaran juga dipandu mercusuar yang berada di Pulau Klah dan di Tanjung Lhok Me. Berdasarkan data operasi survei dari Dinas Hidro-Oseanografi di Perairan Teluk Sabang tahun 2011 terdapat sebuah kerangka kapal yang berada pada posisi  $05^{\circ} 53' 5.396''$  LU -  $95^{\circ} 18' 51.762''$  BT yang dapat membahayakan alur pelayaran karena berada di perairan dangkal dengan kedalaman kurang dari 10 meter.

Pada gambar 24 menjelaskan mengenai alur pelayaran. Di Pelabuhan Teluk Sabang terdapat beberapa dermaga. Dua dermaga umum antara lain, dermaga BPKS di bagian utara dan dermaga baru di sisi selatan. Dermaga BPKS dapat menampung kapal penumpang, kargo maupun tanker dengan bobot 10.000 ton dengan *draft* kapal 8 meter dan dermaga baru dapat menampung kapal penumpang, kargo maupun tanker dengan bobot 30.000 ton dengan *draft* kapal 10.9 meter. Alur pelayaran menuju dermaga BPKS memiliki lebar 100 m dengan kedalaman 9 meter. Sedangkan lebar alur pelayaran menuju dermaga baru 215 meter dengan kedalaman 11.9 meter. Alur pelayaran menuju dermaga BPKS memiliki rute satu arah sedangkan menuju dermaga baru memiliki alur pelayaran dua arah. Alur pelayaran menuju dermaga baru memiliki lebar dan kedalaman yang lebih besar karena kapal-kapal yang melalui alur tersebut bobotnya lebih besar dibandingkan alur pelayaran menuju dermaga BPKS. Dapat dinyatakan bahwa kedalaman merupakan faktor utama dalam alur pelayaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Anita (2014), Pelabuhan Tanjung Priok memiliki kedalaman sekitar 12 meter sampai 14 meter yang dapat dilalui oleh kapal kargo dengan bobot mencapai 50.000 ton. Alur pelayaran di Pelabuhan Tanjung Priok

memiliki alur pelayaran dua arah selebar hampir 300 meter.

Sesuai dengan kriteria Pelabuhan Teluk Sabang dapat dilalui kapal dengan bobot mencapai 30.000 ton dengan kedalaman alur 9 meter dan lebar alur 100 meter.



Gambar 5. Peta Rencana Alur Pelayaran (Pengolahan Data Lapangan, 2015).

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data pasang surut menggunakan metode Admiralty diketahui bahwa tipe pasang surut di Teluk Sabang merupakan pasang surut bertipe harian ganda dengan nilai  $MSL = 271$  cm;  $HHWL = 369$  cm;  $LLWL = 158$  cm;  $Z_0 = 176$  cm. Nilai kedalaman untuk alur dihitung dengan menggunakan  $Z_0$  sebagai titik acuan. Kedalaman berkisar -0.5 meter sampai dengan -152 meter dan termasuk dalam kategori lereng yang miring dan berombak. Alur pelayaran menuju lama atau dermaga Badan Pegusaha Kawasan Sabang (BPKS) memiliki lebar 100 m dengan kedalaman 9 meter, sedangkan lebar alur pelayaran menuju dermaga baru 215 meter dengan kedalaman 11.9 meter. Alur pelayaran menuju dermaga BPKS memiliki rute satu arah sedangkan menuju dermaga baru memiliki alur pelayaran dua arah. Pelabuhan Teluk Sabang dapat menampung kapal hingga bobot 30.000 ton.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL, Jakarta Utara atas fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini.

## Daftar Pustaka

- Anwar, M. R., Gagoek. S. P dan Isa. M. 2009. Perencanaan Teknis Dermaga Pelabuhan Tanjung Awar-Awar Tuban Jawa Timur. Jurnal Rekayasa Sipil, Malang. Volume 3, No.1 – 2009 ISSN 1978 – 5658.
- Arnita, D. 2014. Strategi Pelabuhan Tanjung Priok sebagai International Hub Port: Studi Banding Dengan Pelabuhan Singapura. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bishop, J. M. 1984. Applied Oceanography. A Willey-Interscience Publication. John Willey & Sons. New York, USA.
- Badan Pegusaha Kawasan Sabang. 2013. [www.bpks.go.id](http://www.bpks.go.id) (04 Mei 2015)
- Bruun, P. 1981. Port Engineering. Gulf Publishing Company, London
- BSN. 2010. Standar Nasional Indonesia (SNI) Survei Hidrografi menggunakan Singlebeam

Echosounder, Cibinong.

- Djaja, R. 1989. Pengamatan Pasang Surut Laut Untuk Penentuan Datum Ketinggian *dalam* Ongkosongo dan Suyarso (Ed.). Pasang – Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Dronkers, J. J. 1964. Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Hamilton. 1979. Tectonic of the Indonesian Region. United States Government Printing Office, Washington D.C.
- Hoeve, I B V dan Shadily, H. 1980. Ensiklopedia Indonesia, Jilid 7. PT Ichtiar Baru van Hoeve, Jakarta
- IALA. 2010. Maritime Buoyage System and Other Aids to Navigation.
- IHO. 1998. Standards for Hydrographic Surveys. Special Publication No. 44, 4<sup>th</sup> Edition.
- IHO. 2005. Manual on Hydrography. Publication M-13 1<sup>st</sup> Edition. International Hydrographic Bureau, Monaco.
- Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan. Penerbit ITB, Bandung.
- Illahude, A. G. 1999. Pengantar Ke Oseanografi Fisika. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Latief, Hamzah. 2002. Oseanografi pantai. Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Nontji, A. 2005. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Ongkosono, O. S. R. dan Suyarso. 1989. Pasang - Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI, Jakarta.
- Penrose J D, Siwabessy P J W, Gavrilov A, Parnum I, Hamilton L J, Bickers A, Brooke B, Ryan D A and Kennedy P. 2005. Acoustic Techniques For Seabed Classification. Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management, Technical Report 32
- Pipkin, B.W., D.S. Gorsline., R.E. Casey and D.E. Hammond. 1987. Laboratory Exercises in Oceanography. Second Edition. W.H. Treeman and Company, New York.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Querellou. 1980. General Fishery Advisory and Training Services Project. Food and Agriculture Organization of the United States. Rome.
- Setiyono, H. 1996. Kamus Oseanografi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Simon, B. 2007. La Marée - La marée océanique et côtière. Edition Institut océanographique.
- Soeprapto. 2001. Survei Hidrografi. Gadjah Mada University Oress, Yoyakarta.
- Surinati, D. 2007. Pasang Surut dan Energinya. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI, Jakarta.
- Sugiyono. 2009. Memahami Penelitian Kualitatif. Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, Bambang. 2009. Perencanaan Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta.