

ANALISIS PENGUKURAN BATIMETRI DAN PASANG SURUT UNTUK MENENTUKAN KEDALAMAN KOLAM PELABUHAN (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya)

Yose Rinaldy N , Arief Laila Nugraha, Sawitri Subiyanto^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan salah satu pelabuhan pintu gerbang di Indonesia, yang menjadi pusat distributor barang ke kawasan timur Indonesia, khususnya untuk provinsi Jawa Timur. Perkembangan lalu lintas perdagangan dan bertambahnya arus transportasi maka dilakukan usaha pengembangan fasilitas-fasilitas khususnya yang berkaitan dengan keselamatan navigasi kapal. Dalam hal ini dilakukan analisis pengukuran batimetri dan pengamatan pasang surut di perairan pelabuhan Tanjung Perak untuk menentukan kedalaman kolam pelabuhan secara berkala.

Data pasang surut selama 29 piantan dianalisis dengan metode *admiralty* dan pengukuran kedalaman kolam pelabuhan ditentukan berdasarkan *draft* (sarat kapal) kapal maksimum yang direncanakan. Kedua data tersebut akan dikombinasikan terhadap ruang kebebasan bruto sebesar 7% dari *draft* maksimum, dikarenakan pelabuhan Tanjung Perak didesain terlindung dari gelombang. Dengan memperhitungkan gerak osilasi kapal karena pengaruh alam seperti gelombang, angin, dan pasang surut; kedalaman kolam pelabuhan adalah 1,1 kali *draft* kapal pada muatan penuh di bawah elevasi muka air rencana.

Dasar perairan dari tiap kolam pelabuhan Tanjung Perak, rata-rata bermorfologi *flat to almost flat* (rata/hampir rata) dengan nilai kelerengan berkisar 1,278-1,547 % serta memiliki kedalaman 2,980-20,06 m. Sedangkan tipe pasang surut perairan pelabuhan Tanjung Perak adalah pasang surut harian tunggal (diurnal tide); dengan nilai datum yang didapat sebagai berikut: *MSL* 1,68 m, *LLWL* -0,22 m, *HHWL* 3,58 m, dan *Z₀* 1,33 m dengan selisih muka air laut tertinggi dan terendah sebesar 2,46 m.

Perairan kolam pelabuhan dibagi atas 5 bagian sesuai dengan desain kolam pelabuhan yang dibangun condong terlindung terhadap gelombang. Tiap kedalaman kolam pelabuhan I, II, III, IV, dan V yang dibutuhkan dengan acuan bobot kapal maksimum secara berturut-turut adalah sebesar 7,5589 m; 6,5638-7,5589 m; 9,5063 m; 8,0511 m; dan 6,5638-8,5326 m. Dimana data karakteristik kapal telah ditentukan dari pihak PT. PELINDO yang diizinkan beroperasi di tiap kolam pelabuhan. Kemudian berdasarkan data batimetri yang telah dikoreksi pasang surut, kolam pelabuhan I yang berada di bawah 7,5 m; harus dilakukan pengerukan. Untuk kolam pelabuhan II yang berada di bawah 6,5 m; harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan III yang berada di bawah 9,5 m harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan III yang berada di bawah 8 m harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan yang berada di bawah 6,5 m harus dilakukan pengerukan.

Kata Kunci: batimetri, pasang surut, *admiralty*, kolam pelabuhan, datum, *draft*

ABSTRAK

Port of Tanjung Perak port is one of the gates in Indonesia, which became the center of the distributor of goods to eastern Indonesia, especially to the province of East Java. The development of trade and increasing traffic flow then made efforts to develop transportation

^{*)} **Penulis Penanggung Jawab**

facilities, especially with regard to the safety of navigation of the ship. In this case analysis bathymetry measurements and observations in the tidal waters of the port of Tanjung Perak port to determine the depth of the pool on a regular basis.

Tidal data for 29 piantan analyzed by methods admiralty and port pool depth measurement is determined based on the draft (laden ship) ships planned maximum. These data will be combined gross weight to freedom space for 7% of maximum draft, as the port of Tanjung Perak designed sheltered from the waves. Consider the oscillatory motion with the ship because environmental influences such as waves, wind, and tides; port pool depth is 1.1 times the full load draft of the ship below the water table elevation plans.

Bottom waters of each pool Tanjung Perak harbor, have morphologies average flat to almost flat (flat / nearly flat) with values ranging from 1.278 to 1.547% slope and has a depth of 2.980 to 20.06 m. While the type of tidal waters of Tanjung Perak port is a single daily tidal (diurnal tide); with the datum value obtained as follows: 1.68 m MSL, LLWL -0.22 m, 3.58 m HHWL, and Z_0 by a margin of 1.33 m lau face highs and lows of 2.46 m.

Water pools on 5 shared port with the appropriate port built design an insulated tilt against the waves. Each port pool depth I, II, III, IV, and V are required in a row is at 7.5589 m; 6.5638 to 7.5589 m; 9.5063 m; 8.0511 m; and from 6.5638 to 8.5326 m with a maximum boat weight mold was determined from the PT. PELINDO to operate in every port pool. Then based on bathymetric data has been corrected tidal for port pool I that is between 3.830 to 7.5 m; should be dredging. For the port pool II bathymetric data between 2.220 to 6.5 m; should be dredging. For the port pool III between 1.260 to 9.5 m should be dredging. In depth data for port pool IV be between 1.26 to 8 m should be dredging. The last for port pool V between 3.78 to 6.5 m should be dredging.

Keywords: bathymetry, tidal, admiralty method, port pool, georeference, draft

I. PENDAHULUAN

Pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi pasang tertinggi dan surut terendah (Triadmodjo, 1999). Daerah pesisir pantai tidak terlepas dengan sarana pendukung berupa bangunan pantai, dalam hal ini adalah pelabuhan. Dalam bangunan pelabuhan, ada satu aspek yang begitu penting untuk diperhatikan yaitu kolam pelabuhan. Dalam persinggahan kapal-kapal (aktivitas pelayaran di sepanjang pelabuhan), dibutuhkan kolam pelabuhan yang digunakan sebagai tempat bersandarnya kapal selama dalam pelabuhan (*berth time*), agar kapal dapat melakukan aktivitasnya tanpa terganggu oleh gelombang (Triadmodjo, 1999).

Dalam masa pembangunan pelabuhan Tanjung Perak saat ini, usaha-usaha pengembangan terus dilakukan oleh Pelabuhan Tanjung Perak yang diarahkan pada perluasan dermaga khususnya dermaga kontainer, perluasan dan penyempurnaan berbagai fasilitas yang ada, pengembangan daerah industri di kawasan pelabuhan, pembangunan terminal penumpang dan fasilitas-fasilitas lainnya yang berkaitan dengan perkembangan pelabuhan-pelabuhan modern. Sehingga sangat dibutuhkan analisis data khususnya data batimetri dan pasang surut di sepanjang perairan bagian utara Jawa Timur untuk mendukung rencana usaha pembangunan pelabuhan Tanjung Perak.

Penentuan kedalaman kolam dermaga diperoleh dari hasil penggabungan peta bathimetri dengan desain perencanaan dermaga. Oleh karena itu ketersediaan data batimetri dan komponen pasang surut yang aktual dan akurat pada penelitian ini, diharapkan mampu menyediakan informasi yang dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait sebagai referensi dalam rencana pengembangan pelabuhan Tanjung Perak khususnya dalam aspek penentuan kedalaman kolam pelabuhan di pelabuhan Tanjung Perak.

Penyajian data serta analisis kedalaman (data batimetri / pemeruman) dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer 9* adalah program yang dapat dengan mudah melakukan

interpolasi data hasil survei untuk membentuk kontur dan permukaan 3D. Penyajian data pasang surut dilakukan dengan perhitungan *admiralty* 29 hari untuk menghitung komponen dari tiga macam species pasang surut, yaitu *diurnal*, *semidiurnal*, dan *quarterdiurnal*.

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana mengolah serta menganalisa hubungan antara data batimetri dan pasang surut?
2. Bagaimana menentukan kedalaman kolam pelabuhan dengan hasil analisis data batimetri dan pasang surut?

Adapun maksud dan tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Memperoleh data kedalaman dan pasang surut perairan pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur,
2. Menganalisa data batimetri serta mengidentifikasi fluktuasi muka air laut dalam menentukan kedalaman kolam pelabuhan Tanjung Perak, dan
3. Memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai bahan kajian dan pertimbangan dalam kegiatan konservasi pelabuhan khususnya dalam aspek penentuan kedalaman kolam pelabuhan Tanjung Perak oleh pihak yang terkait.

Dalam penulisan tugas akhir ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur,
2. Penyajian data pasang surut dilakukan dengan perhitungan metode *Admiralty* 29 hari untuk menghitung komponen pasang surut,
3. Data batimetri akan dikorelasikan terhadap hasil komponen pasang surut dalam hal ini beberapa *chart datum* yang dibutuhkan,
4. Pembuatan model tiga dimensi batimetri dengan menggunakan *Surfer 9* dan
5. Penentuan kedalaman kolam pelabuhan dibuat berdasarkan korelasi antara hasil analisa batimetri dan pasang surut dengan daftar karakteristik kapal yang akan berlabuh di tiap kolam pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur.

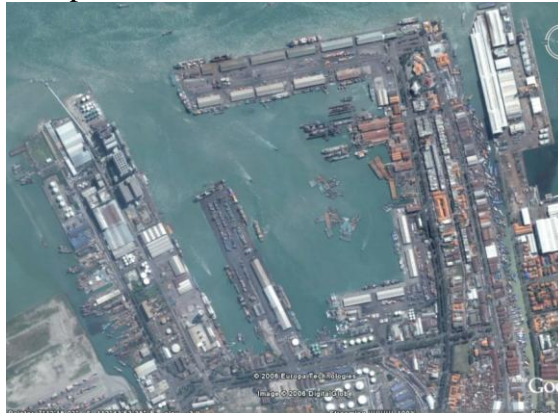
II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian, antara lain:
 - a. Perangkat Keras (*hardware*)
 - Laptop Acer (*Pentium*® *Dual-Core CPU T4200 @2.00 GHz (2 CPUs), ~2.0 GHz, Windows 8*)
 - *GPS Handheld Garmin*
 - Kamera
 - Papan bak ukur sebagai alat pengamatan muka air laut
 - b. Perangkat Lunak (*software*)
 - *Microsoft Office 2007 (Word dan Excel)*
 - *ARC GIS 9.3.*
 - *Map Source version 6.13.7*
 - *Surfer 9*
2. Bahan yang digunakan:
 - Data batimetri kolam pelabuhan Tanjung Perak (tahun 2012 – 2013)
 - Data Pengamatan Pasang Surut bulan 5 tahun 2013
 - Peta Navigasi Alur Pelayaran Pelabuhan Surabaya dan Gresik Tahun 2009
 - Data Karakteristik kapal (pengelola PT. PELINDO pusat)
 - Citra Pelabuhan Tanjung Perak (September 2012)

Penelitian ini dilaksanakan di pelabuhan Tanjung Perak, yang terletak di kelurahan Perak Timur, kecamatan Pabean Cantian, kabupaten Surabaya, provinsi Jawa Timur. Pada penelitian

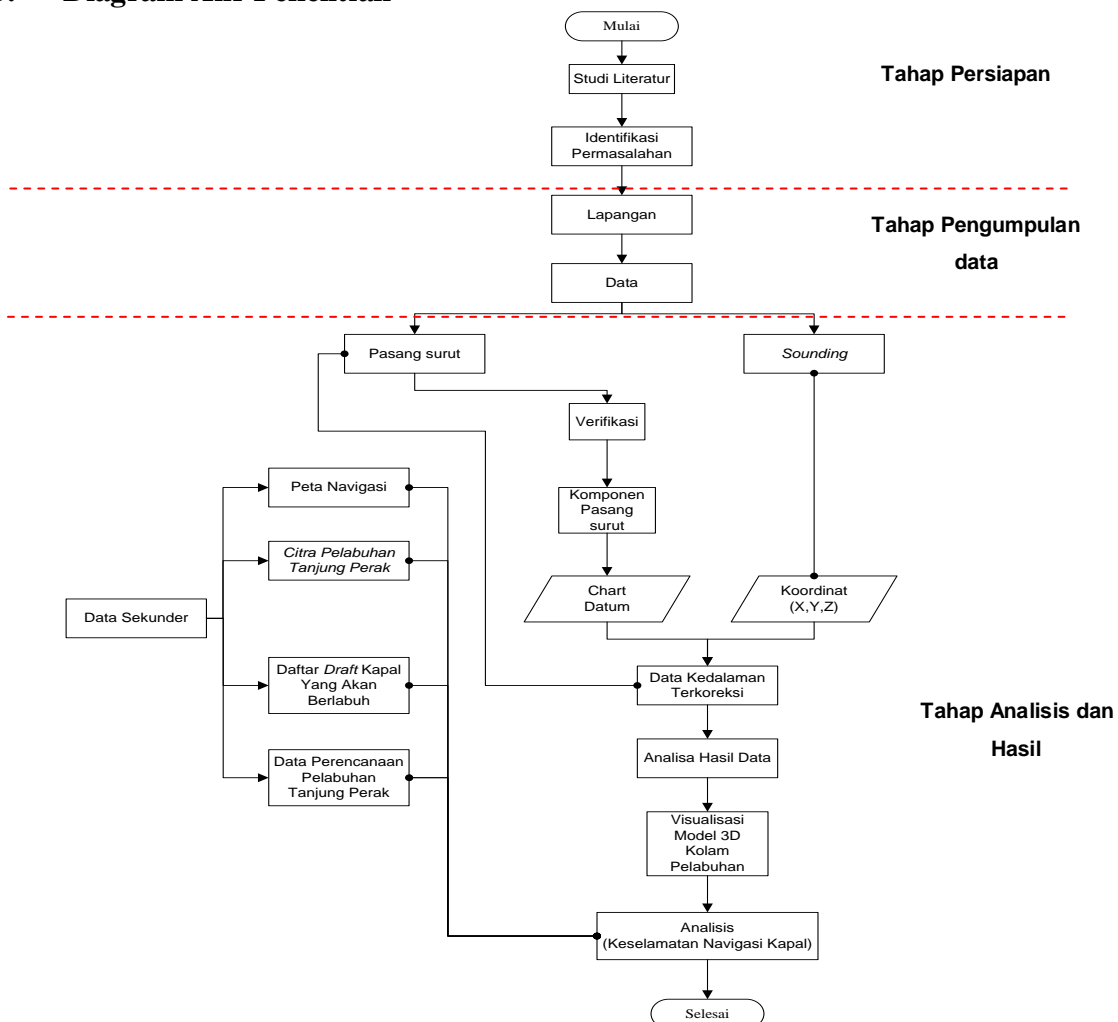
ini area spesifikasi penelitian terbagi atas 5 kolam pelabuhan Tanjung Perak, yaitu:

1. Kolam Pelabuhan 1 meliputi: Dermaga Nilam Timur, Berlian Barat, dan Berlian Utara
2. Kolam Pelabuhan 2 meliputi: Dermaga Jamrud Barat, dan Nilam Timur
3. Kolam Pelabuhan 3 meliputi: Dermaga Jamrud Utara
4. Kolam Pelabuhan 4 meliputi: Jamrud Selatan
5. Kolam Pelabuhan 5 meliputi: Berlian Timur dan Mirah



Gambar 1. Citra Pelabuhan Tanjung Perak (September 2012)

2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

2.4. Metode Pengukuran Batimetri

Pada saat pengambilan data maka data yang teramati disebut titik fiks perum yang memiliki informasi posisi dan kedalaman. Data hasil pengukuran batimetri yang dilakukan tidak dapat langsung digunakan (diolah) karena masih mengandung kekurangan data (koreksi pasang surut dan transduser) yang akan didapatkan pada saat pengolahan data pasang surut (komponen pasang surut), untuk mewujudkan tampilan kedalaman yang sebenarnya. Besarnya koreksi pasang surut adalah nilai kedalaman (yang telah terkoreksi transduser) yang akan dikoreksi dengan nilai reduksi pada kedudukan permukaan laut saat pengukuran berlangsung. Rumusan koreksi pasang surut laut dirumuskan sebagai berikut:

$$r_t = (TWL_t - (MSL + Z_0)) \dots\dots\dots(1)$$

(Soeprapto, 1999 dalam Benni 2012)

keterangan:

- r_t : Besarnya reduksi pada data pengukuran (kedalaman)
- TWL_t : Tinggi kedudukan muka laut pada waktu pengukuran
- MSL : Tinggi kedudukan muka air laut rata-rata
- Z_0 : Tinggi kedudukan muka surutan

Setelah semua data kedalaman dilakukan koreksi pasang surut, langkah selanjutnya ialah melakukan koreksi transduser. Dimana pada langkah ini, data pengukuran terlebih dahulu ditambahkan terhadap nilai sarat (*draft*) atau kedalaman transduser pada badan kapal, kemudian hasil tersebut dikurangkan terhadap nilai koreksi pasang surut untuk mendapatkan nilai kedalaman yang sebenarnya dengan rumusan sebagai berikut:

$$D = d_T - r_t \dots\dots\dots(2)$$

(Soeprapto, 1999)

Keterangan:

- D : Kedalaman sebenarnya
- d_T : Data kedalaman setelah penambahan terhadap nilai kedalaman transduser
- r_t : Besarnya reduksi pada data pengukuran (kedalaman)

2.4.2. Pengamatan Pasang Surut

Pengamatan pasang surut diperoleh dari pengamatan di lokasi pekerjaan selama 29 hari, yang kemudian diolah dan dianalisis dengan metode admiralty untuk menentukan elevasi muka air laut. Dalam tahap ini penentuan komponen pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode, yaitu: metode Admiralty. Pada metode Admiralty, nilai konstanta-konstanta pasang surut yang diperoleh adalah $S_0, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4, MS_4, K_2,$ dan P_1 dengan menggunakan tabel perhitungan *admiralty* pada perangkat lunak *Microsoft Office Excel 2010*. Dimana data pasang surut akan ditampilkan pada lembar lampiran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kedalaman yang diperoleh, akan dikorelasikan terhadap *draft* (dalamnya letak transduser atau disejajarkan terhadap sarat (*draft*) kapal) sedalam 0,5 meter dengan menambahkan data pengukuran kedalaman dengan sarat (*draft*) kapal. Data yang telah terkoreksi oleh transduser/*draft* kapal, akan dikoreksi kembali terhadap koreksi pasang surut. Data batimetri kolam pelabuhan yang telah terkoreksi secara keseluruhan menghasilkan rentang data kedalaman sebagai berikut:

Tabel 1. Rentangan Data Kedalaman Kolam Pelabuhan Tiap Dermaga

Kolam Pelabuhan	Syarat Kapal	Data Batimetri		
		Kedalaman minimal	Kedalaman maksimal	Rata-rata
I	7,558 m	3,830 m	12,940 m	10,225 m

II	6,563 – 7,558 m	2,220 m	13,240 m	10,490 m
III	9,506 m	1,260 m	20,060 m	16,476 m
IV	8,051 m	2,980 m	13,380 m	9,716 m
V	6,563– 8,532 m	3,780 m	13,040 m	9,718 m

Data pasang surut yang diperoleh selama 29 hari (piantan) diolah dengan menggunakan metode Admiralty. Dimana dengan menggunakan metode admiralty, akan menghasilkan nilai-nilai konstanta harmonik pasang surut yaitu: M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 dan P_1 . Dari nilai-nilai tersebut akan diperoleh tinggi muka air rata-rata (MSL-Mean Sea Level), surut terendah (LLWL-Lowest Low Water Level), pasang tertinggi (HHWL-Highest High Water Level), muka surutan (Z0); dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Nilai-nilai Komponen Harmonik Pasang Surut Perairan Pelabuhan Tanjung Perak Panjang Data : 29 hari (piantan)

Panjang Data : 29 hari (piantan)										
Lokasi	Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur						21 Mei 2012 – 18 Juni 2012			
Satuan Data	Centimeter (cm)						Zona Waktu : GMT + 7			
Posisi	112° 44' 100" – 112° 32' 40" BT 7° 11' 50" – 70° 13' 20" LS						Metode Admiralty			
	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A	1,6 8	0,14	0,12	0,10	0,33	0,89	0,11	0,06	0,03	0,11
g°	0,0 0	324,36	88,2 1	331,07	243,71	161,74	35,8 1	299,92	88,2 1	243,7 1

Tabel 3. Hasil Perhitungan Chart Datum (MSL, LLWL, HHWL, Z0)

Chart Datum	Tinggi (m)
MSL	1,68
LLWL	-0,22
HHWL	3,58
Z0	1,33

3.1. Data Batimetri

Tabel di bawah ini akan menunjukkan hasil perhitungan kelerengan serta tipe profil dasar perairan tiap kolam pelabuhan:


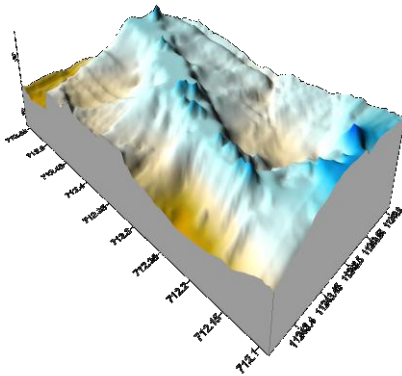

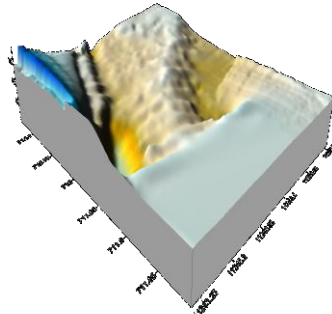
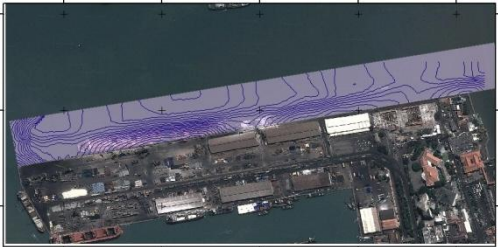
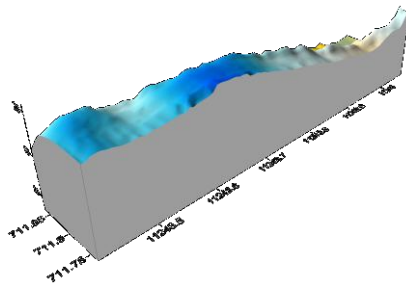
Tabel 4. Nilai Kelerengan dan Tipe Profil Dasar Perairan

Kolam	Dermaga	Rentang Data Kedalaman (meter)	Tipe Profil Kelerengan
I	Nilam Timur	1,278 %	flat to almost flat (rata/hampir rata)
	Berlian Barat		


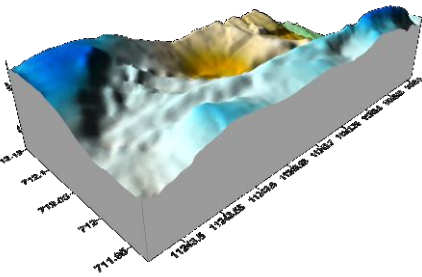
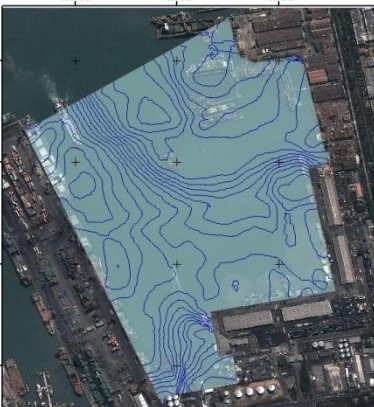
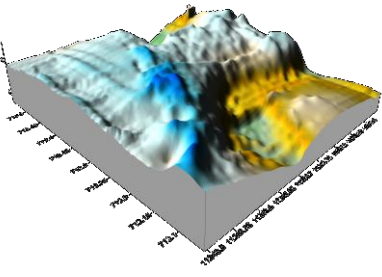
	Berlian Utara		
II	Jamrud Utara	1,547%	<i>flat to almost flat</i> (rata/hampir rata)
	Nilam Timur		
III	Jamrud Utara	1,377%	<i>flat to almost flat</i> (rata/hampir rata)
IV	Jamrud Selatan	1,46%	<i>flat to almost flat</i> (rata/hampir rata)
V	Mirah	1,299%	<i>flat to almost flat</i> (rata/hampir rata)
	Berlian Timur		

3.3.2. Kontur dan Model Tiga Dimensi Tiap Kolam Pelabuhan

Tabel 4. Kontur dan Model Tiga Dimensi Tiap Kolam Pelabuhan

KOLAM	KONTUR	MODEL 3 DIMENSI
I		
II		
III		

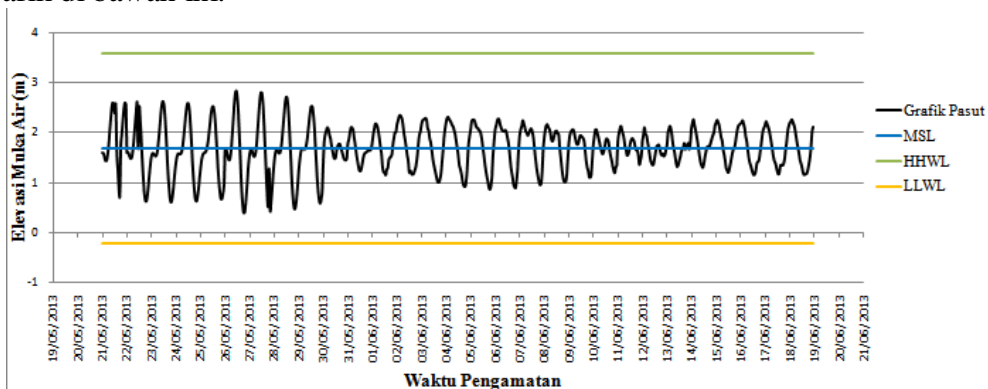
Tabel 3. Kontur dan Model Tiga Dimensi Tiap Kolam Pelabuhan (lanjutan)

KOLAM	KONTUR	MODEL 3 DIMENSI
IV		
V		

3.3. Analisis Tipe dan Fluktuasi Duduk Tengah Pasang Surut

Tipe pasang surut dapat ditentukan dengan menggunakan rumus bilangan *Formzahl*, yaitu hasil pembagi antara jumlah amplitudo komponen pasang surut K_1 dan O_1 dengan jumlah amplitudo M_2 dan S_2 . Berdasarkan hasil perhitungan bilangan *Formzahl* diketahui nilai besaran bilangan *Formzahl* adalah 4,70. Sehingga tipe pasang surut pada perairan pelabuhan Tanjung Perak adalah tipe pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), dimana dalam satu hari terjadi satu kali air tinggi dan air rendah dengan periode pasang surut rata-rata 24 jam 50 menit.

Berdasarkan data pengamatan pasang surut selama satu bulan, pola fluktuasi duduk tengah atau *mean sea level* (MSL) di perairan pelabuhan Tanjung Perak dapat diketahui berdasarkan gambar grafik di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Fluktuasi Muka Air Laut

3.4. Analisis Kedalaman Kolam Pelabuhan Berdasarkan Syarat Kapal

Dari beberapa cara penentuan kedalaman perairan di depan dermaga, Pada penelitian ini digunakan chart datum *Lowest Low Water Level* (LLWL) sebagai acuan untuk memberikan keamanan kapal dalam beraktivitas dan dapat bersandar dengan aman di depan dermaga dan bergerak selama berada di kolam pelabuhan pada tiap dermaga. Rumusan yang dipakai adalah:

$$D = LLWL + d_{max} + (7\% \times d_{max}) \dots\dots\dots(4.1)$$

Berikut tabel 4.5.di bawah ini menunjukkan perhitungan kedalaman kolam pelabuhan di depan dermaga berdasarkan *draft* kapal maksimum yang akan berlabuh di tiap dermaga dengan ketinggian maksimum data kedalaman (profil / morfologi dasar perairan pelabuhan).

Tabel 5. Perhitungan Kedalaman Berdasarkan Syarat Aman Kapal yang akanBerlabuh

Kolam Pelabuhan	Kedalaman LLWL (m)	Parameter (m)		Kedalaman Aman Kapal (m)
		d_{max} (m)	$7\% \times d_{max}$ (m)	
I	-0,22	7,27	0,508	7,558 m
II		6,34 - 7,27	0,443 - 0,508	6,563 – 7,558 m
III		9,09	0,636	9,506 m
IV		7,73	0,541	8,051 m
V		6,34 - 8,18	0,443- 0,572	6,563– 8,532 m

(Sumber: Hasil Penelitian 2013 dan PT. PELINDO)

Keterangan:

LLWL : parameter acuan datum

d_{max} : *draft* (sarat) kapal maksimum

$7\% \times d_{max}$: ruang kebebasan ($7\% \times draft$ kapal maksimum)

3.5. Analisis Kedalaman Kolam Pelabuhan Berdasarkan Hasil Batimetri

Berdasarkan hasil data batimetri yang telah dikoreksi terhadap fluktuasi muka air laut (pasut), maka kedalaman aman kapal di kolam pelabuhan dapat teridentifikasi.Tabel 6.di bawah ini, akan menjelaskan kategori visualisasi data batimetri terhadap syarat aman kapal yang akan berlabuh.

Tabel 6. Hubungan Syarat Kapal dengan Data Batimetri

Kolam Pelabuhan	Syarat Kapal	Data Batimetri		
		Kedalaman minimal	Kedalaman maksimal	Rata-rata
I	7,558 m	3,830 m	12,940 m	10,225 m
II	6,563 – 7,558 m	2,220 m	13,240 m	10,490 m
III	9,506 m	1,260 m	20,060 m	16,476 m
IV	8,051 m	2,980 m	13,380 m	9,716 m
V	6,563– 8,532 m	3,780 m	13,040 m	9,718 m

(Sumber: Hasil Penelitian 2013 dan PT. PELINDO)

Dari tabel 6.di atas menjelaskan hubungan antara data batimetri dengan syarat dimensi kapal, akan menentukan kedalaman kolam pelabuhan yang aman selama beraktivitas di area kolam pelabuhan dari tiap dermaga di Pelabuhan Tanjung Perak. Sehingga dapat dianalisa pada data kedalaman kolam pelabuhan I yang berada di bawah 7,5 m; harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan II yang berada di bawah 6,5 m; harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan III yang berada di bawah 9,5 m harus dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan IV yang berada bawah 8 m harus

dilakukan pengerukan. Pada data kedalaman kolam pelabuhan V yang berada di bawah 6,5 m harus dilakukan pengerukan.

IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data pengamatan pasut secara tidak langsung selama 29 hari (21 Mei 2013 – 18 Juni 2013) di perairan pelabuhan Tanjung Perak yang diolah dengan menggunakan metode *admiralty*, didapatkan nilai dari model *chart datum* sebagai berikut:

- Nilai Z_0 = 1,33 m
- Nilai HHWL = 3,58 m
- Nilai LLWL = -0,22 m
- MSL = 1,68 m

Hubungan antara *chart datum* yang didapatkan dengan data batimetri adalah bahwa Nilai Z_0 dan MSL digunakan sebagai koreksi pasang surut terhadap data kedalaman untuk menunjukkan (mendekati) model kedalaman yang sebenarnya. Sedangkan Nilai HHWL digunakan untuk mengetahui muka air laut pasang tertinggi terhadap bangunan dermaga. Kemudian untuk nilai LLWL, pada penelitian ini merupakan parameter utama yang digunakan dalam menentukan kedalaman kolam pelabuhan. Sedangkan untuk ruang kebebasan *draft* (sarat) kapal dalam bergerak (bebas dari faktor gelombang), diberikan penambahan kedalaman sebesar 7% dari *draft* (sarat) kapal maksimum yang akan berlabuh.

2. Hasil perhitungan serta analisis terhadap hubungan antara komponen pasang surut dengan data batimetri dalam menentukan kedalaman kolam pelabuhan di perairan pelabuhan Tanjung Perak menunjukkan, bahwa kedalaman yang dibutuhkan untuk kolam pelabuhan I, II, III, IV, dan V secara berturut-turut adalah sebesar 7,5589 m; 6,5638–7,5589 m; 9,5063 m; 8,0511 m; dan 6,5638–8,5326 m. Untuk lebih spesifik, syarat dimensi kapal (*draft*) dalam keadaan bobot maksimum (penuh) yang diperkenankan beraktivitas di kolam pelabuhan I, II, III, IV, dan V secara berturut-turut adalah sebesar 6,50 m – 7,50 m; 6,10 m - 7,50 m; 9,0 m – 9,5 m; 7,20 m – 7,70 m; dan 6,10 m - 8,50 m.

4.2. Saran

Dari beberapa kesimpulan di atas, maka dapat dikemukakan beberapa saran untuk digunakan di masa yang akan datang, antara lain:

1. Perlu diadakan perawatan, pengawasan serta pengecekan kedalaman secara rutin dan secara berkala terhadap dasar perairan dari tiap kolam pelabuhan (dermaga) dan perekaman pasang surut dengan baik dan teratur.
2. Penggunaan *chart datum* sebagai referensi kedalaman kolam dermaga maupun jalur pelayaran sebaiknya menggunakan *chart datum* yang memberikan kedalaman yang aman bagi kapal yang akan berlabuh (bersandar) maupun bergerak di sekitar dermaga dalam hal ini LLWL (muka surutan terendah).
3. Untuk penentuan kedalaman kolam pelabuhan, ditentukan berdasarkan *draft* kapal maksimum yang akan berlabuh di tiap dermaga.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, N.D. 1949. *Tides: List of harmonic constants*. International Hydrographic Bureau, Monaco.
- Chapra, S.C. , dan R.P. Canela. 1991. *Metode Numerik untuk Teknik: dengan penerapan pada komputer pribadi*. Terjemahan oleh S. Sardy dan Lamyarni, I.S. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Dahuri, R., Jacob Rais, Sapta Putra Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. P.T. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Horikawa, K. 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of Tokyo Press.
- Illahude, A.G. 1999. *Pengantar Ke Oseanologi Fisika*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI, Jakarta.
- Ingmanson, D.E and J. William. 1989. *Oceanography: An Introduction*. Wudsworth Publisher Company. Belmont California.
- Keckler, D. 1994. *Surfer for Windows User Guide*. Golden Software, inc. Colorado.
- Kenneth, J. P. 1982. *Marine Geology*. Printice- Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Komar, P. D. 1998. *Beach Processes and Sedimentation*. Second Edition, Printice Hall. New Jersey.
- Kramadibrata, Suedjono. 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Ganeca Exact. Bandung
- Kunzendorf, H. 1986. *Marine Mineral Eksplorasi*. Elsevier Oceanography Series, 41.
- Largueche, F.Z.B. 2006. *Estimating Soil Contamination with Kriging Interpolation Method American Journal of Applied Sciences: Vol.3, No. 6. Hal:1894-1898.*
- Nur Yuwono. 1992. *Dasar – dasar Perencanaan Bangunan Jetty*. Vol. 2. Laboratorium Hidraulika dan Hidrolika, PAU-IT-UGM. Yogyakarta.
- Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. *Pasangsurut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI. Jakarta. 257 hlm.
- Pariwono, J.I. 1987. *Kondisi Pasang Surut di Indonesia*. Kursus Pasang Surut, P3O – LIPI, Jakarta.
- Pipkins, B.W., D.S. Gorsline, D.E. Cassey 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.
- Santoso, B. 1988. *Penyajian Peta Laut untuk Keperluan Navigasi Pelayaran yang Ditinjau dari Segi Kartografi*. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi. Fakultas Teknik. UGM. Yogyakarta. 89 hlm. (tidak terpublikasikan)
- Setiyono, H. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shamsudduha, M. 2007. *Spatial Variability and Prediction Modeling of Groundwater Arsenic Distributions in the Shallowest Alluvial Aquifers in Bangladesh* Journal of Spatial Hydrology.
- Siebold, E. and W.H. Barger. 1993. *The Sea Floor. An Introduction to Marine Geology*. Second Edition. Springer-Varlag Berlin. Jerman. 350 hlm.
- Sjamsir Mira, dkk. 1984. *Penyelidikan Sea Surface Topography dengan beberapa metode*. Laporan Penel. No. 7838284.
- Soeprapto. 2001. *Survei Hidrografi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 202 hlm.
- Soeprapto. 1999. *Pasut Laut dan Chart Datum*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 196 hlm.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Rawi, S. 1993. *Survei dan Pemetaan Wilayah Pantai*. Dinas Hidro Oseanografi, MABES TNI AL. Jakarta

- Suryadi, A. 2002. *Analisa Harmonik Pasang Surut di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan Metode Admiralty*. Jurusan Ilmu Kelautan. Skripsi. FPIK Undip. Semarang. 50 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1994. *Pelabuhan*. Beta offset. Yogyakarta
- Van Beers, W.C.M, dan J.P.C. Kleijnen. 2004. *Kringing Interpolation in Simulation: A Surfer*. Proceedings of Winter Simulation Conference.
- Yang, C.S, S.P. Kao, F.B. Lee dan P.S. Hung. 2004. *Twelve Different Interpolation Methods: A Case Study of Surfer 8.0*. Proceedings of XXth ISPRS Congress. Commission II. Istanbul.