

KAJIAN BATIMETRI BAGI KEPENTINGAN PENAMBAHAN KEDALAMAN KOLAM PELABUHAN DI PERAIRAN TEGAL

Donny Arifyanto, Heryoso Setyono, Gentur Handoyo*)

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email : heryoso@yahoo.co.id

ABSTRAK

Perairan Tegal merupakan wilayah pesisir bagian utara dari Kota Tegal, Jawa Tengah yang dimanfaatkan sebagai area pelabuhan. Pelabuhan Tegal merupakan pelabuhan nasional yang mempunyai kegiatan utama yaitu perbaikan kapal atau docking untuk kapal berukuran kecil sampai sedang. Kegiatan lain yang dilakukan oleh Pelabuhan Tegal yaitu aktivitas bongkar muat, namun hanya dapat dilakukan oleh kapal yang mempunyai draft kapal maksimal 3 meter karena perairan yang dangkal. Menanggapi hal tersebut, pemerintah Kota Tegal berupaya untuk melakukan pengembangan pelabuhan supaya pelabuhan yang baru dapat melakukan kegiatan docking dan bongkar muat dengan maksimal. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi tentang karakteristik pasang surut dan kondisi batimetri yang disajikan dalam bentuk peta serta menentukan kedalaman tambahan supaya kapal kapasitas 5000 DWT dapat masuk ke dalam kolam pelabuhan. Metode yang digunakan yaitu metode kualitatif yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data yang mendalam, suatu data yang mengandung makna. Data pasut diolah menggunakan metode admiralty dan kedalaman perairan dihitung dari muka surutan (LLWL) dengan menggunakan Singlebeam Echosounder. Hasil penelitian menunjukkan perairan Tegal mempunyai tipe pasang surut campuran dominan ganda dengan muka air rata – rata (MSL) 152,6 cm dan muka surutan sekaligus air rendah terendah (LLWL) 100,71 cm. kedalaman perairan berkisar antara 0,7 – 3 meter dan disarankan untuk menambah kedalaman 6,8 – 8,8 meter.

Kata Kunci: *Pasang Surut, Batimetri, Draft, Kolam Pelabuhan, Pelabuhan Tegal*

ABSTRACT

Tegal waters is a coastal area of the northern part of Tegal City, Central Java, which is used as the port area. Port of Tegal is a national port that has the main activity ie. ship repair or ship docking for small to medium sized. Other activities undertaken by the Port of Tegal is loading and unloading activities, but it can only be done by a vessel that has a 3 meters maximum draught because of the shallow waters. In response, the government of Tegal attempt to develop the new port so that the port can perform docking and unloading activities to the maximum performance. The purpose of this research is to obtain an information about the characteristics of the tide and bathymetry conditions which are presented in the map and determine the additional depth so that ships with the capacity of 5000 DWT can enter the port basin. The method used is a qualitative method which is used to obtain in-depth data, the data implies. Tide data is processed using the method of admiralty and water depth is calculated from the lowest water level (LLWL) using Singlebeam echosounder. The results show that Tegal waters have the mixed prevailing semidiurnal tidal type with average water level (MSL) 152,6 cm and the lowest low water level (LLWL) 100,71 cm. Water depths ranged from 0,7 - 3 meters and it is advisable to add a depth of 6,8 to 8,8 meters.

Keywords: *Tide, Bathymetry, Draught, Port Basin, Tegal Port*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 17.504 pulau (Kemendagri, 2008 *dalam* Kelautan dan Perikanan dalam Angka, 2011) dan memiliki garis pantai sepanjang 104.000 km (Bakosurtanal, 2006 *dalam* Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2011). Umumnya wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Wilayah pantai biasanya dimanfaatkan sebagai kawasan pusat

pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata, dan sebagainya (Triatmodjo, 1999).

Salah satu bentuk pemanfaatan pantai yaitu didirikannya pelabuhan. Dalam Peraturan Pemerintah No. 69 tahun 2001 Tentang Kepelabuhanan, Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairandisekitarnya dengan batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Pelabuhan Tegal yang terletak di wilayah utara Kota Tegal, Jawa Tengah merupakan pelabuhan dengan kegiatan utama yaitu *docking*. Kegiatan bongkar muat barang belum maksimal karena dangkalnya kolam dan alur pelabuhan. Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah membuat pemerintah Tegal tergugah untuk mengembangkan kegiatan operasional bongkar muat Pelabuhan Tegal sebagai upaya mengfungsikan sebagai Pelabuhan Niaga, sehingga muncul Peraturan Menteri Perhubungan No. 89 tahun 2013 tentang rencana induk pelabuhan Kota Tegal, rencana pengembangan pelabuhan Kota Tegal terdiri dari beberapa pembangunan antara lain reklamasi, dermaga, kolam putar, bangunan pemecah gelombang, dll.

Kawasan Pelabuhan Tegal merupakan pelabuhan yang masih aktif, banyaknya kapal yang keluar masuk sudah tidak hal yang asing lagi. Sehubungan dengan pengembangan Pelabuhan Niaga kota Tegal yang direncanakan kapal-kapal besar dengan kapasitas 5.000 DWT bisa masuk ke Pelabuhan Tegal. Selama ini Pelabuhan Tegal juga sudah digunakan untuk lalu lintas kapal. Namun, maksimal kapasitas kapal yang bisa masuk ke pelabuhan hanya sekitar 500 - 700 DWT. Hal itu karena kedalaman perairan hanya sekitar 1-3 meter (Anonim, 2010).

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Mengetahui karakteristik pasang surut di Pelabuhan Tegal.
- 2) Mengetahui kondisi batimetri di Pelabuhan Tegal.
- 3) Menentukan penambahan minimal untuk kolam pelabuhan yang didasarkan pada chart datum dan draft kapal yang direncanakan

dengan batasan masalah yaitu:

- 1) Gerak kapal akibat gelombang dan *squat* diabaikan
- 2) Analisa sedimen dan sedimentasi diabaikan
- 3) Wilayah yang dikaji hanya area rencana kolam pelabuhan

ISI

Materi Penelitian

Penelitian ini membutuhkan beberapa pengambilan data lapangan yaitu ketinggian pasang surut air laut yang diambil secara langsung di Pelabuhan Tegal selama 15 hari. Data ini kemudian diolah dengan metode *admiralty* sehingga didapat konstanta harmonik yang digunakan untuk perhitungan *chart datum*. Ketinggian pasang surut, *Mean Sea Level* (MSL) dan *chart datum* kemudian dijadikan sebagai nilai koreksi data kedalaman yang diambil menggunakan *Echosounder Singlebeam*. Setelah mendapatkan data pasang surut, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data rencana kapasitas kapal yang akan berlabuh di kolam pelabuhan, data pendukung penelitian yaitu berupa peta rencana lokasi pelabuhan dari kantor Syahbandar setempat.

Metode Pengambilan Data

Pengambilan data pasang surut dilakukan secara langsung selama 15 hari dengan interval 1 jam di stasiun pasut terdekat yang diikat pada *benchmark* +2 m. Untuk mendapatkan data kedalaman perairan, diambil dengan cara pemeruman langsung seluas 425 m x 595 m. Data rencana kapasitas kapal yang masuk ke pelabuhan dan peta rencana induk pelabuhan didapat dari kantor Syahbandar setempat.

Metode Pengolahan Data

Untuk analisa data pasang surut digunakan metode *admiralty*, menurut Ongkosongo dan Suyarso (1989) hasil dari metode ini didapat nilai komponen-komponen harmonik pasang surut antara lain M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , K_1 , P_1 , O_1 , M_4 dan MS_4 , sehingga mendapatkan tipe pasang surut dengan persamaan *Formzahl*, nilai *Mean Sea Level* (MSL), dan *Lowest Low Water Level* (LLWL) dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (3-1)$$

$$MSL = S_0 \quad (3-2)$$

$$LLWL = S_0 - \sum_{i=1}^n A_i \quad (3-3)$$

Keterangan :

- F : Bilangan Formzahl
- S_0 : Muka air rerata (*Mean Sea Level*)
- A_i : Amplitudo komponen pasang surut ke-i
- $M_2, S_2, K_1, O_1, K_2, P_1$ adalah komponen – komponen harmonik pasang surut.

Data kedalaman dari *echosounder* belum termasuk kedalaman sebenarnya, menurut Soeprapto (1999) data tersebut dikoreksi terlebih dahulu agar kedalaman yang dihasilkan merupakan kedalaman yang dihitung dari *chart datum*. Penelitian ini menggunakan *chart datum* LLWL. Nilai koreksi dapat dicari dengan persamaan di bawah ini :

(3-5)

Keterangan :

- r_t : Besar nilai koreksi
- TWL_t : Kedudukan permukaan laut pada waktu t
- MSL : Muka air laut rata - rata (*Mean sea level*)
- Z_0 : Jarak MSL ke *chart datum*

Jika nilai reduksi sudah didapat maka selanjutnya menghitung nilai kedalaman sebenarnya atau kedalaman dari LLWL dengan persamaan :

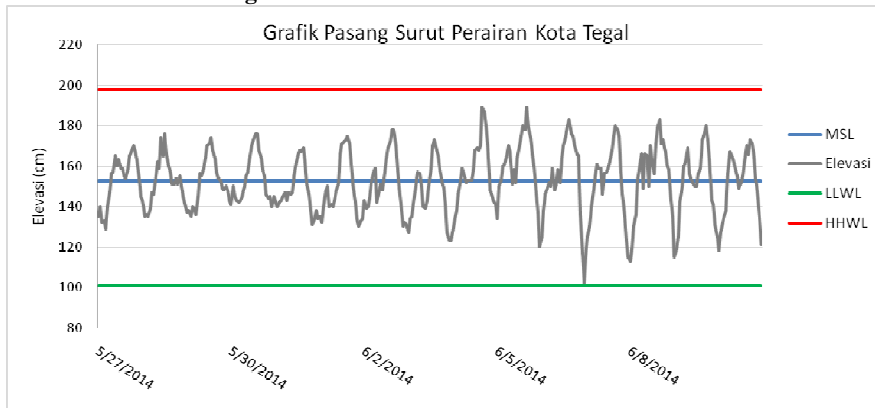
(3-6)

Keterangan :

- D : Kedalaman sebenarnya
- dT : Kedalaman terkoreksi transduser
- r_t : Besar nilai koreksi

Menurut Triatmodjo (1996) penentuan kedalaman kolam pelabuhan berdasarkan ukuran kapal yaitu 1,1 kali draft kapal pada muatan penuh dibawah elevasi muka air rencana dimana konstanta 1,1 didapat dari pengaruh gerak osilasi kapal. Kedalaman kolam pelabuhan berdasarkan *chart datum* LLWL menurut Paquette (1982) harus ditambah dengan 5 feet (1,524 meter).

Hasil Penelitian
Hasil Analisis Harmonik Pasang Surut



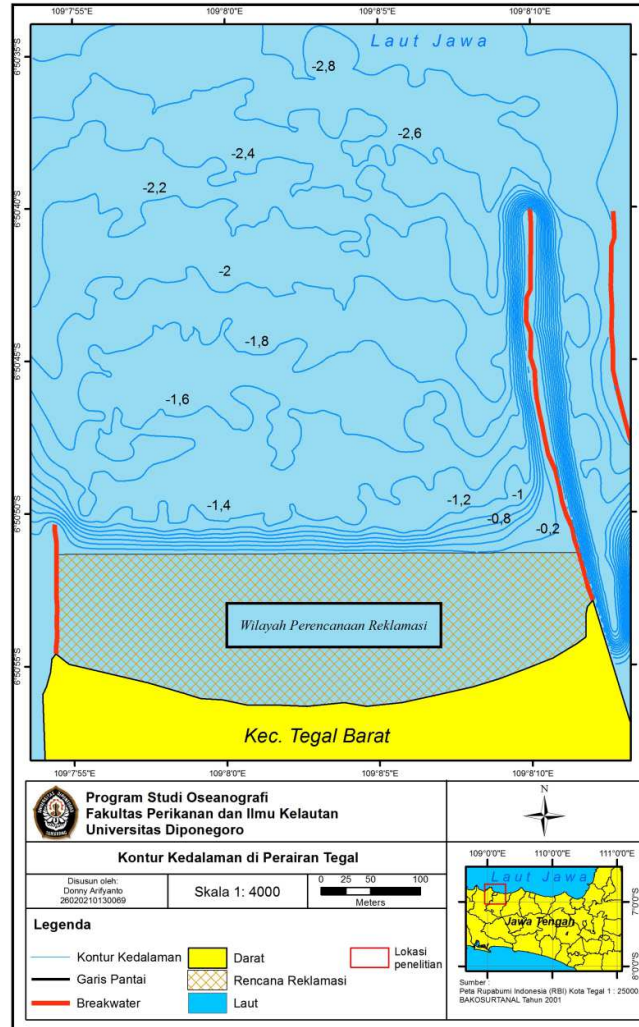
Gambar 1. Grafik pasang surut

Tabel 1. Hasil analisa harmonik pasang surut 27 Mei – 10 Juni 2014 di perairan Tegal.

Kontanta Harmonik Pasang Surut (cm)									
S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
152,6	11,25	8,83	4,86	13,64	4,38	1,77	0,27	2,39	4,5
F		LLWL (cm)		MSL (cm)		Z ₀ (cm)			
0,897		100,71		152,6		51,89			

(Sumber: Pengolahan Data, 2014)

Kontur Kedalaman Perairan



Gambar 2. Kontur kedalaman perairan Tegal

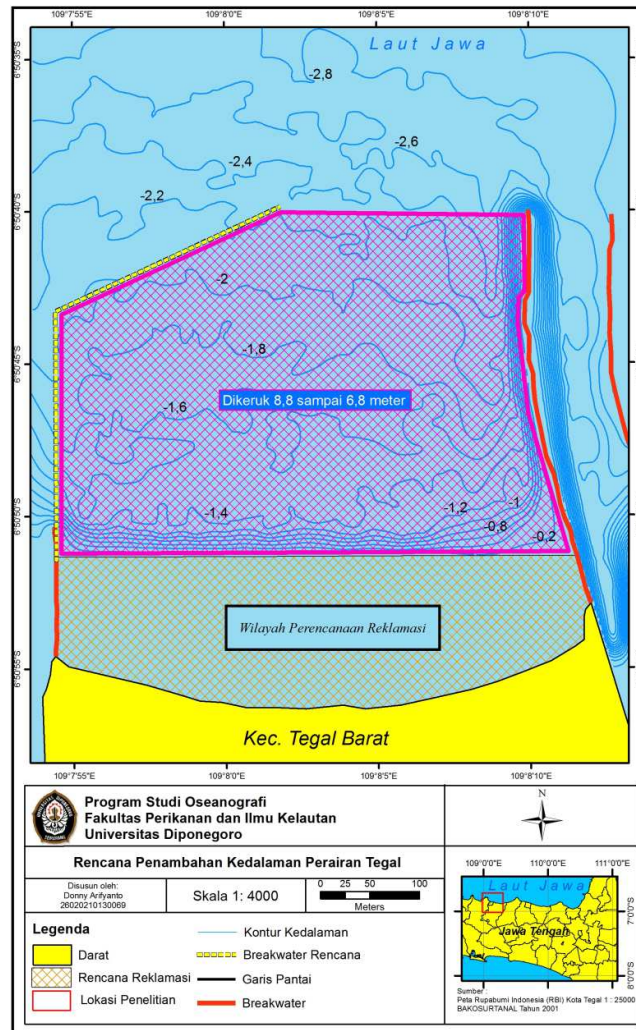
Kedalaman kolam yang dibutuhkan

Perencanaan kedalaman tambahan dibutuhkan kedalaman rencana berdasarkan draft kapal terbesar yang akan singgah di Pelabuhan Tegal, dalam penelitian ini kapal terbesar yaitu dengan kapasitas 5000 DWT dengan kebutuhan kedalaman kolam sebesar 9 meter.

Kedalaman Tambahan

Tabel 2. Kedalaman perairan tambahan yang dibutuhkan kapal

No.	Kedalaman awal dari LLWL (m)	Kebutuhan kedalaman (m)	Kedalaman Tambahan (m)
1.	0,2 sampai < 2,2	9,0	8,8 – 6,8
2.	2,2 sampai < 2,4	9,0	6,8 – 6,6



Gambar 3. Rencana penambahan kedalaman kolam Pelabuhan Tegal

Pembahasan Pasang Surut

Analisa data pasang surut menggunakan metode *admiralty* menghasilkan bilangan Formzahl sebesar 0,897. Dalam klasifikasi tipe pasang surut, bilangan 0,897 berada pada $0,25 \leq F \leq 1,25$ yang mempunyai arti bahwatipe pasang surut di perairan Tegal termasuk ke dalam tipe pasang surut campuran dengan dominan ganda. Pariwono (1985) juga menyakini bahwa perairan Tegal termasuk ke dalam tipe pasang surut campuran dengan dominan ganda.

Selain berdasarkan Pariwono (1985), Triatmodjo (1999) juga mempertegas pola dari tipe pasang surut pada perairan Tegal mempunyai kemiripan dengan pola pasang surut campuran dominan ganda. Tipe pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut namun mempunyai perbedaan pada periode dan tingginya.

Untuk konstanta harmonik yang didapat, nilai dari komponen K_1 adalah yang lebih dominan diantara yang lain dengan amplitudonya yaitu 13,64 cm. Ini menunjukkan bahwa pasang surut di perairan Tegal lebih disebabkan oleh komponen K_1 yang menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) termasuk komponen spesies *diurnal* yang mempunyai fenomena perubahan deklinasi bulan dan matahari. Deklinasi sendiri menurut Pariwono dalam Ongkosongo dan Suyarso (1989) adalah sudut yang dibentuk dari benda langit terhadap bidang eliptika atau ekuator bumi. Sedangkan untuk pengaruh lainnya berasal dari komponen M_2 yang sebesar 11,25 cm yang termasuk dalam komponen spesies *Semi-diurnal* dengan fenomena gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi. Untuk konstanta S_2 yang merupakan pengaruh dari gravitasi matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi tidak sebesar pengaruh M_2 yaitu 8,83 cm. konstanta lainnya seperti N_2 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 mempunyai pengaruh yang kecil yaitu dibawah 5 cm.

Dari analisa pasang surut metode *admiralty* didapat nilai MSL sebesar 1,52 m dan mempunyai jarak sebesar 0,52 m terhadap LLWL yang mempunyai ketinggian 1,007 m. Dari acuan dokumen SNI

7646-2010, nilai LLWL ini dijadikan sebagai *chart datum* pada perencanaan kedalaman kolam di Pelabuhan Tegal.

Kedalaman Perairan

Pengambilan data kedalaman sudah direncanakan dengan membuat suatu lajur pemeruman yang mempunyai tujuan agar data yang diambil sesuai dengan apa yang dibutuhkan dan menurut dengan standar yang ada. Dalam perencanaan lajur pemeruman terdapat 16 pias utama yang tegak lurus dengan garis pantai, dan pada pengambilan lapangan dilakukan pula pemeruman 16 pias. Jarak antar pias pada rencana pemeruman yaitu sebesar 27 meter, namun pada pengambilan lapangan terjadi ketidaksesuaian antara rencana dan pelaksanaan dikarenakan kondisi yang tidak diduga, contoh kejadian tidak terduga yaitu terdapatnya jaring ikan yang dipasang pada daerah penelitian sehingga mengakibatkan lebar pias kurang sesuai dengan rencana.

Sesudah melakukan pengambilan data kedalaman laut menggunakan *echosounder single beam*, harus dilakukan koreksi perhitungan. Koreksi data kedalaman yang telah dilakukan yaitu koreksi terhadap kedalaman transduser (jarak tenggelam transduser dari permukaan air laut). Pada kegiatan pengambilan data ini mempunyai kedalaman 30 cm dari permukaan air laut, sehingga data yang dihasilkan *echosounder* harus ditambah dengan kedalaman koreksi transduser sebesar 0,3 m.

Setelah melakukan koreksi terhadap kedalaman transduser, dilakukan lagi koreksi terhadap pasang surut pada saat itu untuk mengetahui posisi vertikal kapal terhadap kedudukan nol palem pasang surut serta *chart datum* yang disepakati, maka hasil dari perhitungan koreksi merupakan kedalaman yang dihitung dari *chart datum* LLWL yang berkisar antara 0,7 – 3 meter tanpa ada cekungan atau gundukan yang dalam.

Kedalaman Kolam

Sama halnya dengan Pelabuhan Tegal, Pelabuhan Teluk Lamong yang diteliti oleh Benyamin (2008) mempunyai masalah kedalaman yang belum sesuai sehingga perlu diadakan penelitian untuk menentukan kedalaman minimal kolam pelabuhan. Pemecahan masalah dilakukan dengan menentukan *chart datum* dan kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan dengan solusi berbentuk penambahan kedalaman sebesar -9 meter

Kedalaman kolam pelabuhan merupakan hal yang sangat penting untuk kegiatan di pelabuhan, karena jika terjadi kapal kandas saat air rendah, maka terdapat suatu antrian yang panjang, dan antrian tersebut bisa berlangsung selama kapal yang kandas belum bisa keluar dan dapat keluar saat terjadi air tinggi. Ini bisa menjadi kerugian bagi pihak pelabuhan dan pihak perusahaan terkait.

Berdasarkan data yang didapat dari PT. Pelindo III Cabang Tegal, ukuran kapal terbesar yaitu 5000 DWT dengan draft 6,8 meter dan kedalaman aman kapal menurut Triatmodjo (1996) yang sudah dipertimbangkan dengan gerak osilasi kapal dan dikombinasikan dengan pendapat dari Paquette (1982) yang menambahkan kebutuhan kedalaman dengan 5 feet sehingga didapat kebutuhan untuk kapal 5000 DWT di perairan Tegal yaitu 9 meter. Dengan demikian, perlu dilakukan penambahan kedalaman pada kedalaman 0,2 sampai < 2,2 meter sebesar 8,8 – 6,8 meter seluas 152.276 m².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Pengukuran Karakteristik Pasang dan Batimetri bagi Kepentingan Penambahan Kedalaman Kolam Pelabuhan Perairan Tegal dapat disimpulkan bahwa:

- 1) *Chart datum* (LLWL) di Perairan Tegal yaitu sebesar 1,007 meter
- 2) Kedalaman di perairan Tegal berkisar antara 0,7 – 3 meter.
- 3) Penambahan kedalaman di kedalaman 0,2 sampai < 2,2 meter yaitu sebesar 8,8 – 7,0 meter seluas 152.276 m².

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Master Plan Pelabuhan Umum Tegal. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Benyamin, A.J. 2008. Penentuan Chart Datum dengan Menggunakan Komponen Pasut untuk Penentuan Kedalaman Kolam Dermaga. Surabaya: ITS
- Haryono dan S. Narni. 2004. Karakteristik Pasang Surut Laut di Pulau Jawa. Jurnal Forum Teknik Vol. 28 No. 1. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 2006. Pengantar Oseanografi. Depok: Universitas Indonesia.
- Iskandar, T. 2009. Prediksi Pasang Surut Laut di Selat Malaka dengan Menggunakan Model Hamsom. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2011. Kelautan dan Perikanan Dalam Angka. Jakarta: DKP.

- Latief, H. 2002. Oseanografi Pantai Volume 1. Bandung: Departemen Geofisika dan Meteorologi Institut Teknologi Bandung.
- Musrifin. 2011. Pemetaan Kedalaman Dan Pola Arus Pasang Surut Muara Sungai Masjid Dumai. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol 39 No.1. Riau: Universitas Riau.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Jakarta: Djambatan.
- Nurjaya, I.W. 1991. Penuntun Praktikum Dasar – dasar Oseanografi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ongkosongo, Otto S.R. dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Pariwono, J.I. 1989. Gaya Penggerak Pasang Surut dalam: Pasang Surut. Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI.
- Paquette, R.J. 1982. Transportation Engineering Planning and Design. United States of American: John Wiley & Sons Inc.
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. Survey Hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Soeprapto. 1999. Pasut Laut dan Chart Datum. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2010. Survei Hidrografi Menggunakan Single Beam. Jakarta: Badan Standar Nasional. SNI 7646:2010.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Bandung: CV. Alfabeta.
- Timothy, A.K. and B. Joe. 2010. Bathymetry – The Art and Science of Seafloor Modelling for Modern Application. ESRI.
- Triatmodjo*, B. 1996. Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.
- , B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wibisono, M. S. 2005. Ilmu Kelautan. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.