

## KAJIAN BATIMETRI DAN PASANG SURUT DALAM MENENTUKAN LOKASI INSTALASI TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DI SELAT LARANTUKA, FLORES TIMUR, NUSA TENGGARA TIMUR

Muchammad Iqbal Havis<sup>1</sup>, Indra Budi Prasetyawan<sup>1</sup>, Sugeng Widada<sup>1</sup> dan  
La Ode Nurman Mbay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang Telp/Fax (024)7474698 Semarang - 50276

<sup>2</sup>Pusat Pengembangan dan Perekayasaan Teknologi Kelautan Dan Perikanan,  
Jl. Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta- 14430

### Abstrak

Larantuka adalah suatu daerah di Kabupaten Flores Timur Nusa Tenggara Timur. Pada bagian sentral Selat Larantuka terdapat Sempitan Gonzales yang memiliki potensi arus laut untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi batimetri dan pasang surut di perairan Selat Larantuka, sehingga dapat ditentukan kesesuaian lokasi peletakan turbin PLTAL berdasarkan kedalaman. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Penyajian batimetri dalam bentuk peta dibuat menggunakan perangkat lunak Arc Map 10. Sedangkan proses interpolasi data kedalaman dan menampilkan kontur menggunakan perangkat lunak Surfer 11. Interpolasi yang digunakan adalah interpolasi kriging. Data pasang surut perairan diperlukan untuk mendapatkan nilai elevasi Chart Datum (Zo), Highest High Water Level (HHWL), Lowest Low Water Level (LLWL) dan Mean Sea Level (MSL) dengan metode admiralty. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan informasi bahwa kedalaman di seluruh area lokasi penelitian berkisar antara 1,77 – 95,69 meter dan terdapat cekungan dan gundukan pada dasar laut. Tipe pasang surut Selat Larantuka adalah campuran condong harian ganda dengan bilangan fromzahl 0,625. Nilai MSL, HHWL dan LLWL Selat Larantuka adalah 158,37 cm, 299,11 cm dan 17,62 cm. Kesesuaian lokasi untuk peletakan turbin PLTAL di Selat Larantuka adalah dari kedalaman 30,41 sampai 40 meter terhadap Zo yaitu pada bagian tengah Sempitan Gonzales.

**Kata Kunci :** Batimetri, Pasang Surut, Kriging, PLTAL, Selat Larantuka

### Abstract

Larantuka is a region in East Flores, East Nusa Tenggara. The central part of the Larantuka Strait, there is a narrow part called sempitan Gonzales, its potentially to built electrical power plants. The purpose of this study are to determine bathymetric profile and tidal type of Larantuka Strait. So that can be used to determine location of the PLTAL turbine by depth. The methods of this study is quantitative method. Presentation and procesing the bathymetry map using Arc Map 10 software. Interpolation process for the depth data and contour using Surfer 11 software. Interpolation process for depth data using kriging interpolation. Waters level data needed to get the value of elevation Chart Datum ( Zo ), Highest High Water Level ( HHWL ), Lowest Low Water Level ( LLWL ) and Mean Sea Level ( MSL ) by Admiralty method. Based on the results of this study was found that water depth in all areas of study sites ranged from 1,77 to 95,69 meters and morphology of the sea floor at the study sites are relatively bumpy and shown dinamic relief. Kriging interpolation method generate better contour than IDP and nearest neighbour to interpolate bathimetric data. And tidal type in Larantuka Strait is mixed tide prevailling semidiurnal with fromzahl number 0,625. MSL, HHWL and LLWL value in Larantuka Strait is 158,37 cm, 299,11 cm and 17,62 cm. Depth requirement for PLTAL turbine site are between 30,41 and 40 meters from Zo, around Gonzales narrow part.

**Keywords :** Bathymetry, Tide, Kriging, PLTAL, Larantuka Strait

### Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat memberikan dampak pada peningkatan kebutuhan energi, termasuk energi listrik. Namun terdapat kendala serius dalam usaha pemenuhan kebutuhan tersebut, yaitu ketersediaan energi fosil yang menjadi bahan bakar utama di sebagian besar pembangkit listrik semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan penelitian-penelitian untuk menemukan sumber energi alternatif pengganti energi fosil.

Larantuka adalah suatu daerah di Kabupaten Flores Timur Nusa Tenggara Timur. Pada bagian sentral Selat Larantuka terdapat Sempitan Gonzales dengan kondisi arus yang berpotensi untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL). Dalam rencana membangun PLTAL di Selat Larantuka diperlukan data kedalaman, dan elevasi pasang surut wilayah tersebut

Berdasarkan situs [Indonesiaferry.co.id](http://Indonesiaferry.co.id), Selat Larantuka adalah jalur lalu-lintas kapal antar pulau di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sehingga jenis turbin yang sesuai untuk PLTAL Selat Larantuka adalah turbin jenis tenggelam (*Seafloor Turbine*). Penempatan turbin jenis ini lebih tepat diaplikasikan dan tidak berpengaruh terhadap keselamatan lalu-lintas kapal.

Perolehan data tersebut maka dilakukanlah pengambilan data kedalaman di selat Larantuka untuk mengetahui dasar perairan guna menempatkan turbin PLTAL. Penyajian batimetri dalam bentuk peta menggunakan perangkat lunak *Arc Map 10*. Interpolasi data kedalaman menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*. Data pasang surut perairan Selat Larantuka diolah dengan perhitungan *admiralty* untuk mendapatkan nilai elevasi *Chart Datum (Zo)*, *Highest High Water Level (HHWL)*, *Lowest Low Water Level (LLWL)* dan *Mean Sea Level (MSL)*. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menentukan elevasi permukaan laut. Di mana nilai *Zo* dan *MSL* digunakan untuk koreksi kedalaman perairan.

## Isi

### Metode

Data kedalaman didapatkan dari pemeruman menggunakan *echosounder* Odom Hydrotac yang mempunyai pemancar *singlebeam* atau satu *transducer*. Pada saat melakukan pemeruman diperlukan GPS Trimble dan laptop untuk penentuan posisi titik-titik perumdan sebagai alat kontrol.

Proses pemeruman dilakukan sesuai dengan jalur rencana pemeruman yang sudah direncanakan, dengan estimasi luas area  $\pm 3,37 \times 8,06$  km<sup>2</sup>, jarak antar jalur 40 meter, jarak titik perum 20 meter dan kecepatan kapal 7 knot. Nilai kecepatan rambat gelombang sounding yang digunakan adalah 1580 m/s. Kapal diarahkan untuk mengikuti jalur rencana pemeruman dan diusahakan selurus mungkin dengan jalur rencana pemeruman.

Data kedalaman yang akurat adalah data yang sudah melalui koreksi terhadap elevasi muka air laut yang berubah setiap waktu. Untuk itu nilai kedalaman terbaca *echosounder* kemudian dikoreksi dengan nilai dari reduksi yang sesuai dengan kedudukan permukaan laut saat dilakukan pengukuran.

$$rt = (TWL_t - (MSL + Zo)) \quad (1)$$

(Soeprapto, 1999 dalam Simanjuntak, 2012)

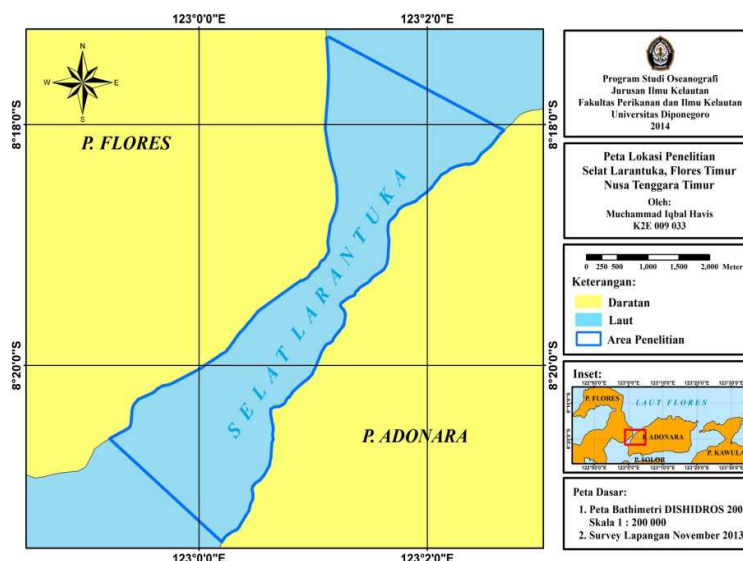
Simbol *rt* menunjukkan reduksi (koreksi) pada waktu *t*, *TWL<sub>t</sub>* adalah *True Water Level* pada waktu *t*, *MSL* adalah *Mean Sea Level* atau rerata tinggi permukaan laut, dan *Zo* adalah kedalaman muka surutan di bawah *MSL*. Setelah itu menentukan nilai kedalaman yang sebenarnya dengan persamaan:

$$D = dT - rt \quad (2)$$

(Soeprapto, 1999 dalam Simanjuntak, 2012)

Simbol *D* adalah kedalaman sebenarnya, *dT* adalah kedalaman terkoreksi terbaca, dan *rt* adalah reduksi pasang surut air laut. Perhitungan koreksi kedalaman dilakukan menggunakan *Ms Excel*. Data kedalaman yang diperoleh diinterpolasi menggunakan metode *kriging* dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*.

Data pasang surut didapatkan dari pengukuran menggunakan palem ukur pasang surut. Palembang ini berupa papan dengan interval 2 cm tiap bar. Palembang ukur diletakkan pada koordinat 122,9895° E dan -8,34278° S. Palembang ukur tidak dikaitkan pada dermaga melainkan di perairan bebas untuk menghindari pengaruh aktifitas kapal di dermaga. Untuk menjaga keseimbangannya digunakan 4 buah pasak besi sepanjang 1 meter. Dalam pengamatannya dilakukan menggunakan teropong dua lensa karena jarak sekitar 10 meter dari bibir pantai. Pengamatan dilakukan selama 15 hari, dengan pengambilan data setiap 1 jam.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data pasang surut yang digunakan dalam koreksi kedalaman adalah data pasang surut yang diolah menggunakan metode *admiralty*. Metode ini digunakan untuk mencari komponen – komponen pasang surut  $M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, P_1$  dan  $O_1$  yang akan digunakan untuk menentukan karakteristik pasang surut di perairan tersebut (Djaja, 1989). Nilai  $MSL, LLWL, HHWL$  dan  $Zo$  diperoleh dari konstanta hasil analisis data pasang surut dengan menggunakan persamaan :

$$MSL = A(S_0) \quad (3)$$

$$LLWL = A(S_0) - [A(M_2) + A(S_2) + A(N_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2) + A(M_4) + A(MS_4)] \quad (4)$$

$$HHWL = A(S_0) + [A(M_2) + A(S_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(K_2)]$$

$$(5) Z_0 = S_0 - 1,2 (M_2 + S_2 + K_2)$$

(6)

(Ongkosono dan Suyaso, 1989)

Bilangan *Formzahl* ( $F$ ) yang menunjukkan tipe pasang surut di daerah penelitian dihitung menggunakan persamaan:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} \quad (7)$$

(Defant, 1958 dalam Poerbandono dan Djunarsjah, 2005)

Penggolongan tipe pasang surut berdasarkan pada klasifikasi pasang surut menurut Defant (1958) dalam Poerbandono dan Djunarsjah (2005) berdasarkan bilangan fromzahl.

Menurut LPEM-FEUI (2010) hanya kapal barang dengan tonase di bawah 2000 yang diperbolehkan sandar di pelabuhan-pelabuhan NTT termasuk pelabuhan Larantuka dan hanya pelabuhan Tenau yang dapat disandari kapal dengan tonase sampai 10000. Namun demikian Selat Larantuka sering dilewati oleh kapal barang dengan tonase di atas 10000. Bahkan menurut *website Spirit Cruises*, rute wisata kapal pesiar Seabourne Odyssey dengan tonase 30000 melewati Larantuka. *Draft* kapal barang dengan tonase 10000 adalah 8,5 meter dan *draft* untuk kapal penumpang dengan tonase 30000 adalah 8,5 meter. Dengan demikian syarat kedalaman yang dibutuhkan minimal untuk peletakkan Instalasi adalah  $LLWL + \text{tinggi instalasi} + \text{margin keamanan} + \text{draft kapal}$ .

- *Interval LLWL* dari  $MSL$  adalah  $1,58 - 0,17 = 1,41$  meter;
- Tinggi instalasi turbin PLTAL sabella adalah 17 meter;
- margin keamanan untuk peletakkan turbin adalah 3,5 meter;
- Estimasi *draft* kapal terbesar yang melewati Selat Larantuka adalah 8.5 meter;
- Kedalaman minimal =  $1,41 + 17 + 3.5 + 8,5 = 30,41$  meter.

Kisaran kedalaman maksimal untuk peletakkan turbin PLTAL diletakkan dari 40-50 meter (Fraenkel, 2002). Berdasarkan dari data tersebut maka kisaran syarat kedalaman yang memungkinkan untuk peletakkan instalasi turbin PLTAL Selat Larantuka adalah dari kedalaman 30,41 sampai 40 meter terhadap  $Z_0$ .

**Hasil**

Hasil pengolahan data pasang surut adalah data ketinggian muka air dalam bentuk grafik pasang surut perairan (Gambar 2), komponen pembangkit pasang surut (Tabel 1) dan hasil perhitungan dari konstanta pembangkit pasang surut (Tabel 2). Data hasil pasang surut disajikan dalam satuan sentimeter (cm).

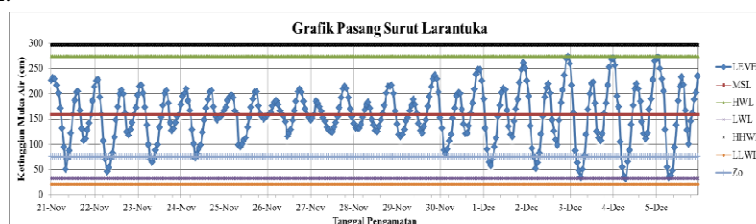
**Tabel 1.** Konstanta Pasang Surut Metode *Admiralty*

No	Konstanta	Nilai Amplitudo (cm)	Fase ( $g^0$ )
1	$S_0$ (MSL)	158,37	-
2	M2	54,96	331
3	S2	22,18	19
4	N2	6,60	328
5	K2	5,99	19
6	O1	19,79	301
7	M4	5,10	3
8	MS4	3,33	64
9	K1	28,44	306
10	P1	9,38	306

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Komponen Pasang Surut

No	Nama	Nilai
1	Formzahl	0,625
2	HHWL	299,11 cm
3	LLWL	17,62 cm
4	$Z_0$	73,51 cm

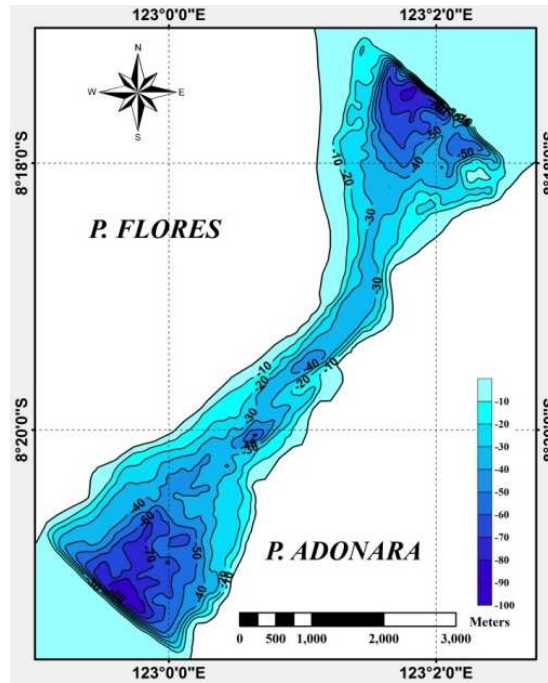
Nilai *Formzahl* pada tabel 5 menunjukkan tipe pasang surut Selat Larantuka termasuk pasang surut campuran condong ke harian ganda. Terlihat dengan jelas pada grafik pasang surut yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



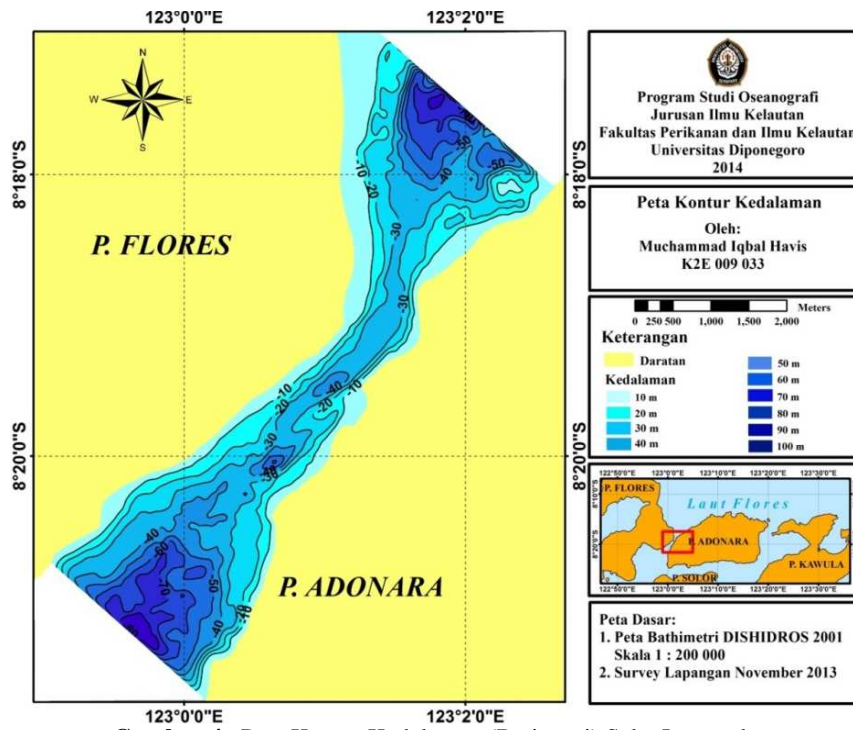
**Gambar 2.** Grafik Pasang Surut Pantai Paloh Larantuka

Data kedalaman laut hasil pemeruman menunjukkan bahwa kedalaman perairan di lokasi penelitian berkisar antara 1,77–95,69 meter.

Garis kontur kedalaman yang dihasilkan dari interpolator *kriging* dengan perangkat lunak *Surfer 11* ditunjukkan pada gambar 3. Gambar 4 menunjukkan kontur yang di *overlay* dengan peta dasar menghasilkan Peta Batimetri Selat Larantuka.

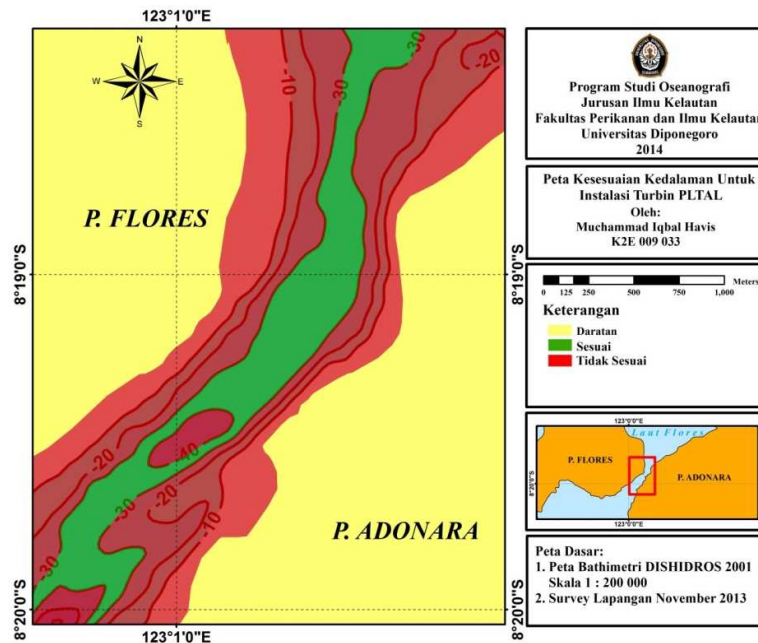


Gambar 3. Kontur Hasil Interpolasi Kriging



Gambar 4. Peta Kontur Kedalaman (Batimetri) Selat Larantuka

Berdasarkan syarat kedalaman tinggi instalasi, interval LLWL dari MSL perairan, margin keamanan dan kedalaman *draft* kapal. Hasilnya seperti terlihat pada Peta Kesesuaian Kedalaman untuk Instalasi Turbin PLTAL (Gambar 5), bahwa daerah dengan warna hijau adalah daerah yang direkomendasikan untuk peletakkan instalasi turbin PLTAL.



Gambar5. Peta Kesesuaian Kedalaman untuk Instalasi Turbin PLTAL (30,41 sampai 40 meter terhadap Zo)

### Pembahasan

Tipe pasang surut Selat Larantuka adalah campuran condong ke harian ganda dengan bilangan *fromzhal* sebesar 0,625. Menurut Defant (1958) dalam Poerbando dan Djunarsjah (2005), tipe pasang surut campuran condong harian ganda ditunjukkan oleh nilai bilangan *fromzhal* antara 0,25 sampai 1,50.

Morfologi dasar laut Selat Larantuka (Gambar 4) tergolong curam pada kedalaman setelah 10 meter kemudian pada kedalaman 30 – 40 meter bagian Sempitan Gonzales tergolong landai. Kontur kedalaman dari 10 – 30 meter memperlihatkan jarak yang lebih rapat dibandingkan kontur kedalaman 30 – 40 meter bagian Sempitan Gonzales. Sesuai dengan pernyataan Purwaamijaya (2008) bahwa, garis kontur yang rapat menunjukkan keadaan muka tanah yang terjal dan garis kontur yang jarang menunjukkan keadaan permukaan tanah yang landai.

Kondisi pada bagian tengah Selat Larantuka (Gambar 7) memiliki kedalaman 30,41 sampai 40 meter terhadap Zo. Kondisi tersebut sesuai untuk peletakan turbin PLTAL. Karena menurut Christopher *et al.* (2013), kedalaman minimal yang dibutuhkan untuk peletakan turbin Sabella D10 adalah 30,41 meter.

### Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kedalaman di seluruh area lokasi penelitian berkisar antara 1,77 – 95,69 meter. Morfologi dasar laut lokasi penelitian relatif bergelombang dengan terdapat cekungan dan gundukan. Tipe pasang surut di Selat Larantuka adalah campuran condong harian ganda dengan bilangan *fromzhal* 0.625. Nilai MSL HHWL dan LLWL Selat Larantuka adalah 158,37 cm, 299,11 cm dan 17,62 cm. Kesesuaian lokasi untuk peletakan turbin PLTAL di Selat Larantuka adalah dari kedalaman 30,41 sampai 40 meter terhadap Zo, di bagian tengah sekitar Sempitan Gonzales;

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pergerakan kapal (*platform*) terhadap nilai bacaan *sounding* untuk menganalisis error pembacaan nilai kedalaman. Dan juga perlu dilakukan pemetaan mengenai sedimen dasar di posisi peletakan turbin PLTAL lebih spesifik, yaitu dengan menganalisis karakteristik sedimen di perairan tersebut. Hal ini dilakukan untuk mempertimbangkan pengaruh sedimen dasar terhadap turbin PLTAL.

**Daftar Pustaka**

- Christopher, J. A., D. Diane and L. Fabien. 2013. Ocean Energy in Indonesia - Study of Two Potential Site. CLS Argos Indonesia, Jakarta, 44 p.
- Djaja, R. 1987. Pengamatan Pasang Surut Laut untuk Penentuan Datum Ketinggian. *Dalam*: O. S. R. Ongkosongo dan Suyarso. Pasang – Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, hlm. 149 – 191.
- Fraenkel, P. L. 2002. Power from Marine Currents. Marine Currents Turbines Ltd., London, 2:1-14.
- Keckler, D. 1994. Surfer for Windows User's Guide. Golden Software Inc., Colorado, 450 p.
- Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat (LPEM-FEUI). 2010. Transportation of Goods in East Nusa Tenggara: Problem and Cost. LPEM-FEUI, Jakarta, 42 p.
- Ongkosono, O. S. R dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI, Jakarta, 257 hlm.
- Poerbandono, dan E. Djunarsah. 2005. Survey Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Purwaamijaya, I. M. 2008. Teknik Survei dan Pemetaan. Jilid III. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, 173 hlm.
- Simanjuntak, B. L. 2012. Analisis Bathimetri dan Komponen Pasang Surut untuk Menentukan Kedalaman Tambahan Kolam Dermaga di Perairan Tanjung Gundul Bengkayang, Kalimantan Barat. [Skripsi]. Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.