

KARAKTERISTIK PASANG SURUT DI PERAIRAN KALIANGET KABUPATEN SUMENEP

Mifroul Tina Khotip¹, Aries Dwi Siswanto², Insafitri²

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

²Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

E-mail: Mifroul120341100007@gmail.com

ABSTRAK

Pelabuhan Kalianget menjadi salah satu pelabuhan penting di Kabupaten Sumenep. Optimalisasi fasilitas ini dipengaruhi oleh pasang surut, sehingga dalam perencanaan maupun pengelolaan fasilitas pelabuhan maupun operasional pelayaran perlu untuk mempertimbangkan kondisi pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan elevasi muka air pasang surut. Penelitian dilakukan di Perairan Kalianget, Kabupaten Sumenep pada bulan Nopember-Desember 2015. Data pasang surut primer diambil selama 15 hari di perairan Kalianget menggunakan papan skala dan data sekunder diperoleh dari BMKG Stasiun Tanjung Perak-Surabaya. Data diolah dan dianalisa menggunakan metode Admiralty dan Least-square. Hasil analisa kedua metode tersebut dibandingkan untuk mengetahui akurasi. Hasil analisa menunjukkan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (metode Admiralty : $F_{data\text{-primer}}$ 1,35 dan $F_{data\text{-sekunder}}$ 1,46; metode Least-square $F_{data\text{-primer}}$ 1,02 dan $F_{data\text{-sekunder}}$ 1,40). Nilai tertinggi dan terendah komponen harmonik pasang data primer dengan metode admiralty masing-masing M_2 , O_1 masing-masing sebesar 22 cm dan K_2 sebesar 2 cm, hasil analisa data sekunder berturut-turut komponen O_1 sebesar 24 cm dan K_2 sebesar 2 cm; sedangkan pada metode least square menggunakan data primer diperoleh nilai amplitudo tertinggi terdapat pada komponen K_1 sebesar 47 cm dan terendah terdapat pada komponen MS_4 sebesar 0,6 cm, pada data sekunder diperoleh nilai amplitudo terbesar pada komponen K_1 sebesar 100 cm dan terendah terdapat pada komponen M_4 dan MS_4 masing-masing sebesar 1 cm. Parameter elevasi muka air meliputi MSL, HWL, LWL, HHWL, MHWL, LLWL, MLWL dengan metode Admiralty berturut-turut 1,8 m; 2,8 m; 0,6 m; 2,4 m; 1 m; 0,02 m; 1 m (data primer) dan 1,4 m; 2,4 m; 0,3 m; 2 m; 1,6 m; 0,02 m; 1 m (data sekunder). Sedangkan dengan metode least square berturut-turut 1,8 m; 2,8 m; 0,6 m; 3,1 m; 2,2 m; 0,3 m; 1 m (data primer) dan 1,4 m; 2,4 m; 0,3 m; 4,2 m; 4 m; 0,2 m; 2 m (data sekunder). Hasil uji T menunjukkan terdapat perbedaan, baik komponen maupun elevasi muka air pasang surut karena diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan RMS Error 0,1 m (admiralty, least square; komponen pasang surut) dan 0,2 m, 0,3 m (admiralty, least square; elevasi muka air pasang surut).

Kata Kunci: Admiralty, elevasi muka air, least square, dan pasang surut

PENDAHULUAN

Pelabuhan Kalianget terletak di Kabupaten Sumenep Pulau Madura. Pelabuhan Kalianget digunakan oleh masyarakat setempat untuk penyebrangan ke pulau-pulau kecil yang ada di Kabupaten Sumenep. Fenomena pasang surut menjadi salah satu parameter penting untuk pengukuran dan penentuan bathimetri yang menjadi hal penting dalam penentuan alur pelayaran (Triatmodjo, 1999) untuk keselamatan pelayaran. Pasang surut merupakan proses naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda astronomi terutama oleh bumi, bulan dan matahari (Douglas 2001). Bulan lebih mempunyai pengaruh besar dibandingkan dengan matahari dalam menentukan pasang surut secara perhitungan matematis daya tarik bulan $\pm 2,25$ kali lebih kuat dibandingkan dengan matahari (Musrifin 2011).

Pengamatan pasang surut air laut dilakukan untuk berbagai keperluan, baik bersifat praktis maupun keilmuan yang berdampak langsung atau tidak langsung bagi kehidupan manusia. Pengetahuan tentang pasang surut sangat diperlukan dalam transportasi laut, kegiatan di pelabuhan, pembangunan di wilayah pesisir pantai dan lain-lain. Pasang surut merupakan faktor utama yang mempengaruhi keberadaan peran-peran wilayah pantai sehingga perlu diperhitungkan dengan baik sebelum melakukan kegiatan di wilayah pantai (Fadilah *et al.* 2014). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk analisa pasang surut, diantaranya adalah metode harmonik yang mempertimbangkan bahwa variasi tinggi muka laut merupakan respon akibat resultan gaya-gaya pembangkit, pembangkit pasut yang periodik dalam waktu tertentu. Dengan melakukan pengamatan tinggi muka laut, maka sama dengan melakukan pengamatan terhadap gaya-gaya pembangkit pasut (Supriyono *et al.* 2015).

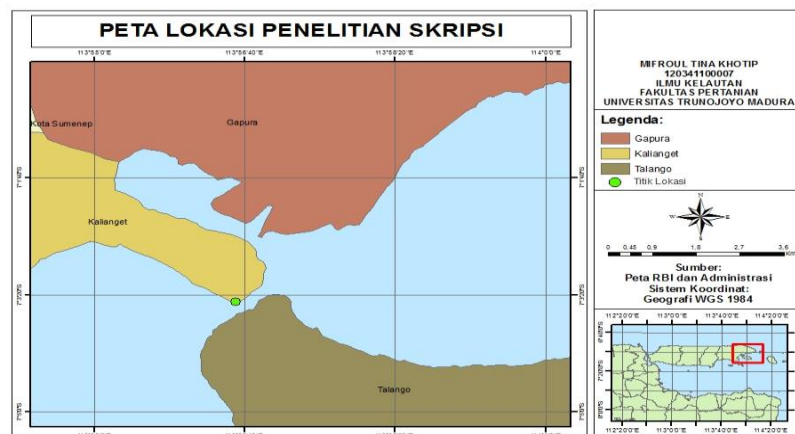
Tinggi dan urgensinya pemanfaatan perairan Kalianget sebagai alur pelayaran untuk penyebrangan ke pulau-pulau kecil di Kabupaten Sumenep menjadi salah satu alasan utama dalam penelitian ini,

sehingga perlu untuk mengetahui dan memahami dengan baik karakteristik pasang surut dengan menganalisa komponen-komponennya dan menghitung berbagai parameternya dengan menggunakan metode admiralty dan metode *least square*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi lebih detail tentang karakteristik pasang surut di perairan Kalianget sehingga dapat dijadikan salah satu bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan bagi pemerintah daerah setempat.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 November-11 Desember 2015 di perairan Kalianget dengan koordinat LS 7° 03' 26,29" dan BT 113° 56' 34,27" (Gambar 1). Data pasang surut diukur menggunakan papan skala selama 15 hari. Data sekunder pasang surut tahun 2015 diperoleh dari PT Garam Kalianget dan digunakan sebagai data pembanding.

Data pasang surut dianalisa menggunakan metode Admiralty (Gambar 2) dan *Least-square*. Hasil analisa dibandingkan, baik antara data primer dengan data sekunder, maupun hasil kedua metode tersebut dengan menggunakan metode statistika, sehingga dapat diketahui perbedaannya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian skripsi

Metode *Least-square* merupakan model matematik yang didasarkan pada analisa pasang surut metode harmonik yang dinyatakan dengan persamaan:

$$y(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^n H_i \cos(\omega_i t - g_i)$$

Dimana:

Y(t):kedudukan permukaan air laut hasil pengamatan

Z₀ : kedudukan permukaan air laut rata-rata (MSL)

ω_i : kecepatan sudut komponen pasut ke- i

t : waktu pengamatan

H_i : amplitudo komponen pasut ke i

g_i : fasa komponen pasut ke i

i : indeks yang menyatakan komponen pasut , i= 1,2,...,n

N : jumlah komponen pasut

Dengan metode *Least-square* didapatkan dengan persamaan linier menggunakan program komputer. Hasil outputnya adalah :

1. Tinggi mean sea level (MSL)

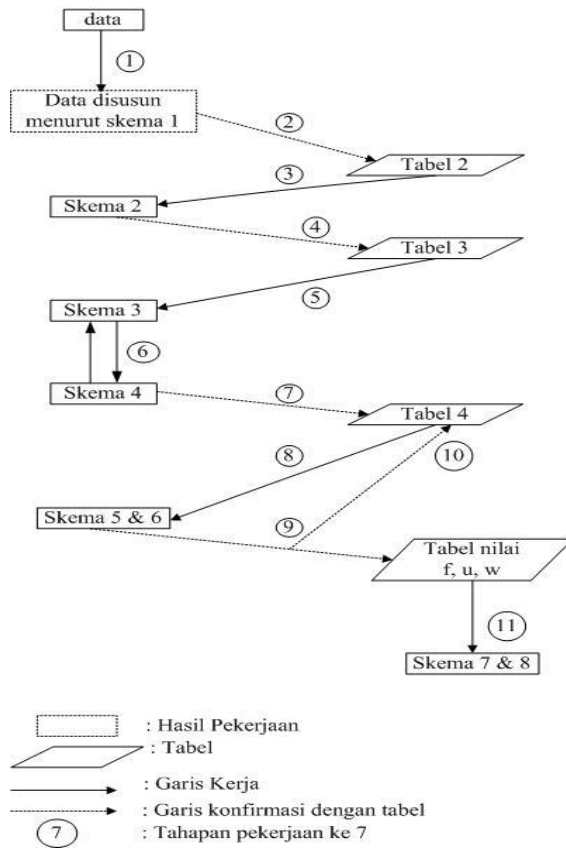
$$Z_0 = A_{k+1}$$

2. Amplitudo dari tiap-tiap komponen pasang surut

$$H_n = \sqrt{A^2n + B^2n}$$

3. Lag fase tiap-tiap komponen pasang surut

$$g_n = \arctg \left(\frac{B_n}{A_n} \right)$$

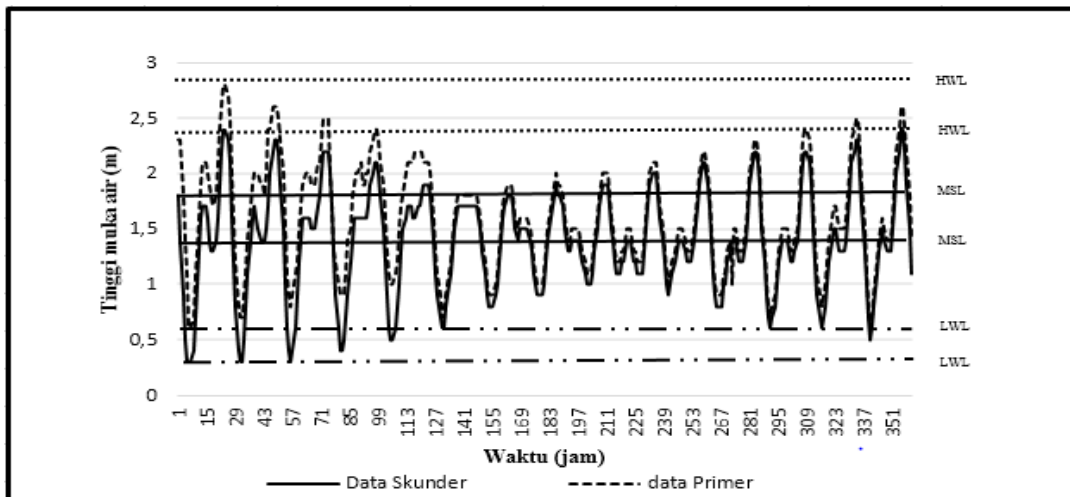


Gambar 2. Alur perhitungan data pasang surut menggunakan metode admiralty (Hidayat 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil olah data dan analisa data pasang surut (Gambar 3) menunjukkan ada perbedaan nilai antara data primer dan data sekunder. Pada data primer diperoleh nilai MSL 1,8 m, HWL 2,8 m dan LWL 0,6 m, sedangkan pada data sekunder berturut-turut diperoleh nilai MSL 1,4 m, HWL 2,4 m, LWL 0,3 m. Tipe pasang surut (Gambar 3) dengan pengamatan visual pada grafik pasang surut selama 15 hari menunjukkan terjadi dua kali pasang dan dua kali surut setiap harinya dengan waktu dan ketinggian yang berbeda antara pasang yang satu dengan pasang yang lainnya dalam satu hari.

Hasil perhitungan dari data primer menggunakan metode admiralty diperoleh bilangan Fomzahl sebesar 1,35, sehingga dapat dikategorikan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Nilai konstanta pasut tertinggi terdapat pada komponen M_2 dan O_1 dengan nilai 22 cm dan komponen terkecil terdapat pada komponen K_2 dengan nilai 2 cm (Tabel 1).



Gambar 3. Grafik pasang surut selama 15 hari

Hasil pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty pada data sekunder diperoleh nilai bilangan Formzahl 1,46 sehingga dapat dikategorikan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dengan dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu satu hari. Nilai komponen pasang tertinggi terdapat pada komponen O₁ sebesar 24 cm dan terendah terdapat pada komponen K₂ sebesar 2 cm (Tabel 1).

Hasil analisa menggunakan metode *Least-square* untuk data primer dan sekunder menunjukkan nilai berbeda dengan hasil analisa dengan metode Admiralty (Tabel 1). Nilai bilangan Formzahl pada data primer sebesar 1,02 dan data sekunder sebesar 1,4, sehingga diklasifikasikan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Nilai komponen pasang surut tertinggi pada data primer terdapat pada komponen K₁ sebesar 47 cm dan terendah terdapat pada komponen MS₄ sebesar 0,6 cm. Nilai komponen tertinggi pada data sekunder terdapat pada komponen pasang K₁ dengan nilai 100 cm dan terendah terdapat pada M₄ dan MS₄ dengan nilai 1 cm (Tabel 1).

Tabel 1. Tabel komponen pasang surut menggunakan metode admiralty dan least square

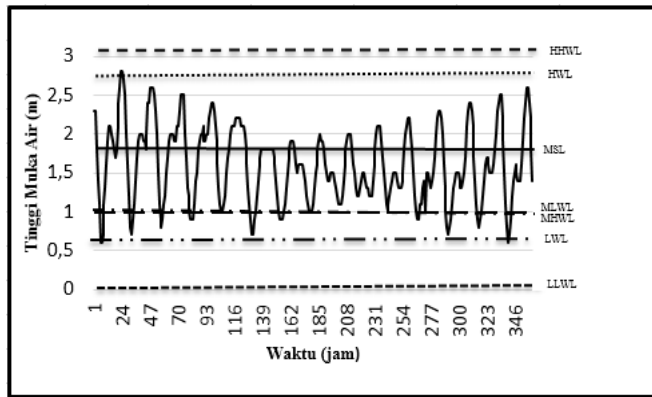
Komponen pasang surut	Metode/ Sumber data			
	Admiralty		Least Square	
	Primer (cm)	Sekunder (cm)	Primer (cm)	Sekunder (cm)
S0	184	140	181	138
M2	22	21	36	43
S2	10	10	25	42
N2	19	17	10	18
K2	2	2	10	42
K1	21	22	46	100
O1	22	24	16	19
P1	7	7	12	59
M4	11	11	1	1
MS4	15	15	0,5	1

Perairan Kalianget memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda karena bilangan formzahl terletak antara $0,25 < F \leq 1,50$. Musrifin (2011) menjelaskan bahwa pasang surut dengan tipe campuran condong ke harian ganda berarti dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi tinggi pasang surut yang satu berbeda dengan tinggi pasang surut yang kedua. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dimana terlihat jelas bahwa puncak gelombang pasang (pasang tertinggi) yang satu berbeda dengan yang lainnya. Pasang surut campuran condong harian ganda (mixed tide, prevailing semi diurnal) umumnya terjadi di perairan di daerah Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur (Wyrski (1961) dalam Siswanto 2012).

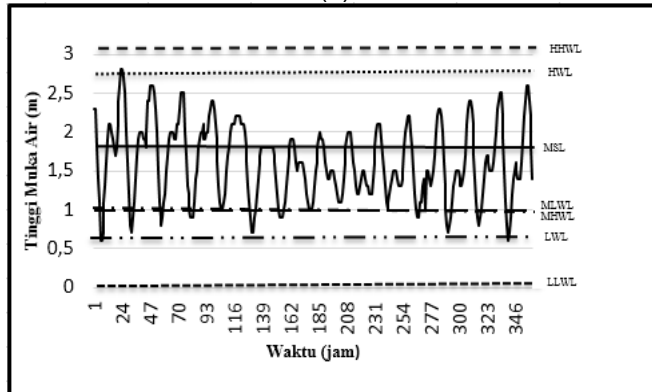
Tabel 2. Tabel elevasi muka air menggunakan metode admiralty

Elevasi muka air	Metode sumber data			
	Admiralty		Least square	
	Primer (m)	Sekunder (m)	Primer (m)	Sekunder (m)
F	1,35	1,46	1,02	1,4
MSL	1,8 m	1,4 m	1,8 m	1,4 m
HHWL	2,4 m	2 m	3,1 m	4,2 m
MHWL	1 m	1,6 m	2,2 m	4 m
LLWL	0,02 m	0,02 m	0,3 m	0,2 m
MLWL	1m	1 m	1 m	2 m
HWL	2,8 m	2,4 m	2,8 m	2,4 m
LWL	0,67 m	0,3 m	0,67 m	0,3 m

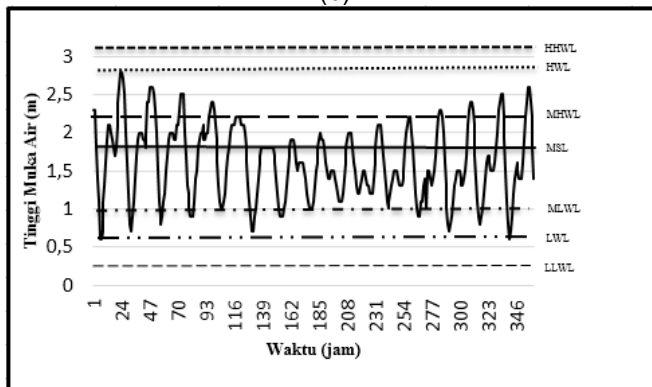
Rahmawati *et al.* (2015) menjelaskan bahwa kondisi perairan dengan tipe pasang surut condong ke harian ganda menunjukkan bahwa perairan tersebut lebih didominasi oleh satu atau dua siklus pasang surut selama satu hari dengan ketinggian air pada saat pasang maupun surut yang berbeda diantara siklus tersebut, tetapi dalam waktu tertentu terkadang terjadi satu siklus pasang surut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dinamika pasang surut seperti rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, dan revolusi bumi terhadap matahari. Faktor lainnya seperti kedalaman dan luas perairan, topografi dasar laut, lebar dan bentuk selat dan teluk juga berpengaruh terhadap pasang surut yang bersifat lokal (Wyrski 1961) dalam Siswanto (2012).



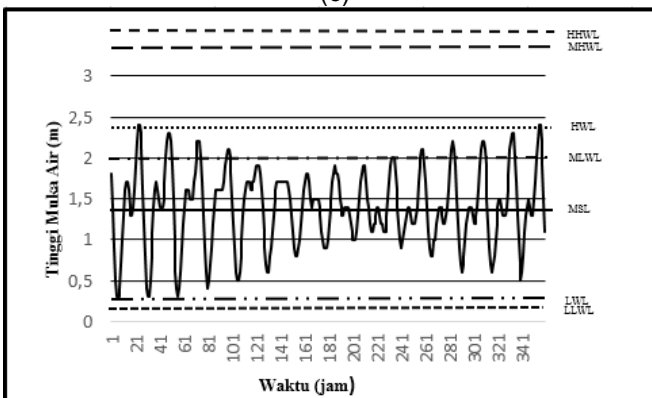
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Grafik elevasi muka air dengan metode admiralty (a) data primer dan (b) data sekunder grafik elevasi muka air dengan metode *least square* (c) data pimer dan (d) data sekunder.

Perbandingan komponen pasang surut menggunakan metode admiralty

Nilai komponen pasut tertinggi pada metode admiralty terdapat pada komponen N_2 dan O_1 dengan nilai 22 cm sedangkan pada metode *least square* nilai komponen tertinggi terdapat pada komponen K_1 dengan nilai 47 cm. Nilai komponen pasut terendah pada metode admiralty terdapat pada komponen

K2 dengan nilai 2 cm sedangkan pada metode *least square* terdapat pada komponen MS4 dengan nilai 0,6 m (Tabel 3).

Tabel 3. Tabel perbandingan komponen pasang surut dengan metode admiralty dan *least square*

Komponen pasang surut	Metode	
	Admiralty (cm)	<i>least square</i> (cm)
S0	184	181
M2	22	36
S2	10	25
N2	19	10
K2	2	10
K1	21	46
O1	22	16
P1	7	12
M4	11	1
MS4	15	0,5

Setelah dilakukan dengan uji statistik menggunakan uji T dapat disimpulkan dalam selang kepercayaan 95% cukup bukti untuk menyatakan bahwa ada perbedaan antara komponen pasang surut dengan metode admiralty dan komponen pasang surut dengan metode *least square* karena F hitung lebih besar daripada F tabel. Nilai Rms error untuk komponen pasang surut dengan metode admiralty diperoleh hasil 0,1 m sedangkan pada metode *least square* diperoleh nilai Rms error sebesar 0,1 m. Setelah dilakukan uji T diketahui terdapat perbedaan antara komponen pasang surut dari metode admiralty dan metode *least square* karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan RMS Error 0,1 m untuk metode admiralty dan 0,1 m untuk metode *least square*.

Perbandingan elevasi muka air pasang surut menggunakan metode admiralty dan *least square*

Hasil analisa untuk melihat perbedaan nilai elevasi muka air pasang surut (Tabel 4) menunjukkan perbedaan meskipun tidak signifikan. Data yang digunakan untuk membandingkan elevasi muka air antara metode admiralty dan metode *least square* yaitu data primer. Nilai bilangan formzahl dengan metode admiralty sebesar 1,3, sedangkan dengan metode *least square* nilai bilangan formzahl yaitu 1,02 (Tabel 2), meskipun dari masing-masing metode menghasilkan nilai bilangan formzahl yang berbeda tetapi masih dalam satu tipe yang sama yaitu tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda karena nilai bilangan formzahl terletak antara $0,25 < F \leq 1,5$ (Fadilah *et al* 2014). Setelah dilakukan uji T diketahui terdapat perbedaan antara elevasi muka air dari metode admiralty dan metode *least square* karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan RMS Error 0,2 m untuk metode admiralty dan 0,3 m untuk metode *least square*.

Tabel 4. Tabel perbandingan elevasi muka air dengan metode admiralty dan metode *least square*

Elevasi muka air	Metode	
	Admiralty (cm)	<i>Least square</i> (cm)
F	1,35	1,02
MSL	1,8 m	1,8 m
HHWL	3,1 m	3,4 m
MHWL	1 m	2,2 m
LLWL	0,02 m	0,3 m
MLWL	1 m	1 m
HWL	2,8 m	2,8 m
LWL	0,67 m	0,67 m

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Karakteristik pasang surut di perairan Kalianget termasuk dalam tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda, yaitu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.
2. Perhitungan data pasang surut di perairan Kalianget menggunakan metode admiralty diperoleh hasil *mean sea level* (MSL) 1,8 m, *high water level* (HWL) mencapai 2,8 m, *low water level* (LWL) mencapai 0,6 m, *higher high water level* (HHWL) 2,4 m dan *lower low water level* (LLWL) 0,02 m, sedangkan pada metode *least square* diperoleh hasil *mean sea level* (MSL) 1,8 m, *high water level* (HWL) mencapai 2,8 m, *low water level* (LWL) mencapai 0,6 m, *higher high water level* (HHWL) 3,1 m dan *lower low water level* (LLWL) mencapai 0,3 m.

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut dan modifikasi pada *script matlab* sehingga metode *Least square* dapat dikembangkan lagi untuk analisa arus pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- Douglas, R. M. (2001). *Physical Oceanography*. Department of Geophysical Science. University of Chicago, Illinois.
- Fadilah, Suripin, P., & Sasongko, D. (2014). *Menentukan tipe pasang surut dan muka air rencana perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah menggunakan metode Admiralty*. *Maspari Journal*, 6(1), 1-12.
- Hidayat, S. (2010). *Analisis harmonik pasang surut dengan metode admiralty*, Institut Pertanian Bogor.
- Musrifin (2011). *Analisis Pasang Surut Perairan Muara mesjid Dumai*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 48-55.
- Rahmawati, W., Handoyo, G., & Rochaddi, B. (2015). *Kajian elevasi muka air laut di perairan pantai kartini jepara*. *Jurnal oseanografi*, 4(2), 487-491.
- Siswanto, A. D. (2012). *Studi karakteristik pasang surut di perairan Selat Madura pasca jembatan Suramadu*. Seminar Nasional: kedaulatan pangan dan energi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.
- Supriyono, Pranowo, W. S., Rawi S., & Herunaidi, B. (2015). *Analisa dan perhitungan prediksi pasang surut mrnggunakan metode admiralty dan metode Least square (studi kasus perairan Tarakan dan Balikpapan)*. *Jurnal Chart Datum*, 1(1), 8-18.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. UGM. Yogyakarta. Hal 99-101.