

PENENTUAN TIPE PASANG SURUT PERAIRAN PADA ALUR PELAYARAN MANOKWARI DENGAN MENGGUNAKAN METODE ADMIRALTY

Tidal Type Determination on Manokwari Shipping Channel by Using Admiralty
Method

Suhaemi¹, Syafrudin Raharjo², Marhan³

^{1,2,3}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua Manokwari, Indonesia

*Korespondensi: shmanaf@gmail.com

ABSTRAK

Komponen pasang surut perairan sangat penting bagi kepentingan pelabuhan, transportasi laut, industri perikanan, rekayasa pantai dan mitigasi kawasan pesisir. Ketinggian pasang surut yang terbentuk merupakan superposisi dari amplitudo komponen pasang surut akibat gaya tarik gravitasi matahari, bulan dan bumi terhadap massa air lautan. Komponen pasang surut yaitu K1, O1, P1, S2, M2, K2, M4, MS4. Penelitian ini bertujuan menentukan komponen dan tipe pasang surut pada alur pelayaran Manokwari-Papua Barat menggunakan metode admiralty. Bilangan Formzahl yang diperoleh yaitu 0.732 yang berarti bahwa perairan memiliki pasang surut Campuran Condong ke Harian Ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) yang berarti bahwa pasang surut yang terbentuk terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari dan antara pasang pertama dan pasang kedua memiliki ketinggian hampir sama dan kadang terjadi dua kali pasang dan satu kali surut atau sebaliknya dua kali surut satu kali pasang dalam sehari. Perubahan kedudukan air rata-rata *MSL* berbeda-beda disebabkan selain kondisi perairan baik garis pantai dan batimetri adalah akibat gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Tinggi muka laut rata-rata (*Mean Sea Level*) diperoleh 98 cm. Kisaran pasut besar terjadi pada kondisi purnama dan pasang surut rendah terjadi pada kondisi perbani (1,62-2,44 m). Level permukaan laut pada kondisi air pasang rata-rata (*Mean High Water Level*) amplitudo mencapai 279 cm dan pada kondisi air surut rata-rata (*Mean Low Water Level*) mencapai amplitudo -83 cm.

Kata kunci : Pasang Surut, Admiralty, Formzahl, mixed tide prevailing semidiurnal, MS

ABSTRACT

Tidal waters are very important for port interests, sea transportation, fisheries industry, coastal engineering and coastal area mitigation. Tidal height formed is a superposition of tidal amplitude due to the gravitational pull of the sun, moon and earth. The Tidal components are K1, O1, P1, S2, M2, K2, M4, MS4. This study aims to determine the components and types of tides in the shipping channel of Manokwari-West Papua using the admiralty method. Formzahl 0.732 number means the type of tidal that is formed is *mixed tide prevailing semidiurnal*, two high and low tide, two high and one low tide or two times low tide one high tide in a day. Mean Sea Level (MSL) was caused by water conditions, coastlines and bathymetry, the gravitational forces of the moon and sun. The MSL was obtained 98 cm. large tidal range occurs during full moon conditions and low tides occur during perbani (1.62-2.44 m). The amplitude *Mean High Water Level* level reaches 279 cm and *Mean Low Water Level* reaches -83 cm.

Key words : Tidal, Admiralty, Formzahl, mixed tide prevailing semidiurnal, MSL

PENDAHULUAN

Ibukota provinsi Papua Barat terletak di Manokwari dan merupakan pusat sejarah dan keanekaragaman hayati. Wilayah provinsi ini mencakup kawasan kepala burung pulau Papua dan kepulauan-kepulauan di sekitarnya. Di sebelah utara, provinsi ini dibatasi oleh Samudra Pasifik, bagian barat berbatasan dengan provinsi Maluku Utara dan provinsi Maluku, bagian timur dibatasi oleh Teluk Cenderawasih dengan sumberdaya alam yang cukup melimpah membentang dari timur semenanjung Kwatisore sampai utara pulau Rumberpon dengan panjang garis pantai ± 500 km, luas laut $\pm 1.385.300$ ha dengan ± 80.000 ha kawasan terumbu karang didalamnya, bagian selatan berbatasan dengan Laut Seram dan tenggara berbatasan dengan Provinsi Papua. Dengan demikian secara geografis dari aspek hidrooseanografi wilayah Manokwari rentan terhadap gangguan perubahan ekosistem.

Letak geografis Kabupaten Manokwari sangat strategis sebagai alur pelayaran karena berada pada jalur lalu lintas pelayaran perintis maupun nasional dan merupakan pintu gerbang bagi beberapa kabupaten tetangga di Provinsi Papua Barat. Sarana alur pelayaran manokwari mencakup Pelabuhan yang bersifat multifungsi yang melayani berbagai kepentingan termasuk di dalamnya melayani pelayaran kapal perintis, kapal barang dan kapal penumpang lainnya. Salah satu komponen lingkungan yang harus diketahui dalam kegiatan pelayaran adalah karakteristik pasang surut perairan.

Variasi permukaan laut secara umum terbagi 2 (dua), yaitu : non astronomi dan astronomi berkala perubahan permukaan laut (Byun, 2004 dalam Fadilah, 2013). Perubahan non astronomi, perubahan variasi massa air laut disebabkan oleh perubahan iklim dunia dan efek meteorologi mencakup atmosfer, tekanan, angin, arus, penguapan dan presipitasi. Perubahan Astronomi permukaan laut secara berkala

terutama terkait untuk pasang astronomi. Faktor non astronomi yang mempengaruhi tunggang air dan waktu datangnya air tinggi atau waktu air rendah adalah morfologi pantai, kedalaman perairan dan keadaan meteorologi serta faktor hidrografi lainnya (Setiadi, 1988).

Pasang surut selain fenomena gerakan paras laut yang periodik secara vertikal, juga gerakan arus pasang surut periodik secara horizontal. Pengetahuan tentang waktu, ketinggian dan arus pasang surut sangat penting bagi keperluan navigasi, pekerjaan rekayasa kelautan seperti pelabuhan, bangunan penahan gelombang, juga untuk keperluan lainnya seperti militer, penangkapan ikan, dan olahraga bahari. Perhitungan pasang surut, dapat dilakukan dengan metode Admiralty, dimana permukaan air laut rata-rata diperoleh dengan menghitung konstanta-konstanta pasang surut (komponen dinamik pasang surut).

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap harinya. Suatu perairan mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang surut harian tunggal (*diurnal tides*), namun jika terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, maka tipe pasang surutnya disebut tipe harian ganda (*semi diurnal tides*). Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara tipe tunggal dan ganda disebut dengan tipe campuran (*mixed tides*) dan tipe pasang surut ini digolongkan menjadi dua bagian yaitu tipe campuran dominasi ganda dan tipe campuran dominasi tunggal. Selain dengan melihat data pasang surut yang diplot dalam bentuk grafik, tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan formzahl (F). Karena sifat pasang surut yang periodik, maka pasang surut dapat diramalkan. Untuk meramalkan pasang surut, diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut. Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari

komponen tengah harian dan harian (Supriyono dkk, 2015).

Untuk menentukan tipe pasang surut pada suatu daerah maka perlu dilakukan analisa pasang surut. Analisa pasang surut memerlukan data amplitudo dan tinggi pasang surut yang mencakup satu siklus pasang surut yaitu 7 piantan, 15 piantan dan atau 29 piantan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pasang surut dengan menggunakan metode Admiralty. Kemudian menentukan jenis pasang surut di perairan mencakup alur pelayaran Manokwari. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat terutama bagi pengguna perairan ini dalam pelayaran atau transportasi.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan pasang surut dilakukan dengan menggunakan papan berskala (*peil schall*) dengan selang pembacaan pada rambu ukur setiap 1 jam dalam 24 jam dan dilakukan selama 15 hari. Pengamatan ini bertujuan untuk menghitung kedudukan air tertinggi (*high water spring*) dan ketinggian rata-rata permukaan (*low water spring*) sebagai faktor koreksi nilai kedalaman perairan. Metode yang digunakan dalam pengolahan data pasang surut ini adalah metode harmonik *British Admiralty* untuk menghitung konstanta harmonik yang terdiri atas: paras laut rata-rata (*mean sea level*), amplitudo dan fasa yang terdiri atas 9 (sembilan) komponen utama pasang surut, yaitu: M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1 (Anugera, dkk, 2009; Aditya D.P., Elis I., dkk, 2015); dengan keterangan sebagai berikut:

- M2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi bulan
 S2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi matahari
 N2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak bulan
 K2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak matahari

- O1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan
 P1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari
 K1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari dan bulan
 M4 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda M2
 MS4 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh interaksi antara M2 dan S2

Konstanta pasang surut ini digunakan untuk menghitung kedudukan muka air rata-rata dan kedudukan muka air rendah terendah. Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap hari. Secara kuantitatif, tipe pasang surut suatu perairan dapat ditentukan oleh perbandingan antara amplitudo unsur-unsur pasang surut tunggal utama dan unsur-unsur pasang surut ganda utama dengan menggunakan bilangan *Formzahl* yang mempunyai persamaan:

$$\text{Harga indeks Formzahl (F)} = \frac{A(O1) + A(K1)}{A(M2) + A(S2)}$$

Klasifikasi pasang surut (Fadilah, 2014; Musrifin, 2015) adalah :

1. Pasang surut harian ganda jika $F \leq 0,25$
2. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika $0,25 < F \leq 1,5$
3. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika $1,5 < F \leq 3$
4. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$

Untuk menghitung muka air surutan digunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} \text{HHWL (Higher High Water Level)} &= Z0 \\ &+ (M2 + S2 + K2 + K1 + O1 + P1) \\ \text{MHWL (Mean High Water Level)} &= Z0 \\ &+ (M2 + K1 + O1) \\ \text{MSL (Mean Sea Level)} &= Z0 \\ \text{MLWL (Mean Low Water Level)} &= Z0 - \\ &(M2 + K1 + O1) \\ \text{LLWL (Lowest Low Water Level)} &= Z0 - \\ &(M2 + S2 + K2 + K1 + O1 + P1) \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pasang perairan Manokwari diperoleh bertipe pasang surut campuran condong setengah harian (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Analisis admiralty yang dilakukan untuk perairan Manokwari diperoleh nilai bilangan *Formzahl* yaitu 0.732. Nilai ini mendeskripsikan bahwa pola pasang surut yang terbentuk pada perairan Manokwari adalah campuran dominan semidiurnal yang berarti bahwa pasang surut yang terbentuk dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari dan terkadang dua kali pasang satu kali surut dan sebaliknya satu kali pasang dua kali surut dalam sehari. Selain hasil analisis Admiralty, plot data pengamatan tersaji pada gambar 1 menunjukkan pola yang sama yaitu memperlihatkan terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi antara pasang pertama dan pasang berikutnya memiliki tinggi pasut yang tidak sama. Tabel 3 memperlihatkan terjadi variasi pasang surut yaitu dua kali pasang dan dua kali surut, dua kali pasang satu kali surut serta dua kali surut satu kali pasang.

Pengetahuan terkait kondisi perairan dan posisi dermaga kapal sangat penting diketahui yaitu perubahan kedalaman perairan mengikuti perubahan pasang surut, kedalaman perairan bertambah dengan kejadian pasang dan kedalaman akan berkurang saat terjadi surut. Seandainya kedalaman maksimum perairan pada kondisi surut rendah terendah adalah 4 meter, maka kapal yang memiliki draft kapal 4 meter atau lebih tidak bisa berlabuh ataupun melakukan penyebrangan.

Tabel 3 menunjukkan rentang pasut berada antara 1.7 - 2.4 meter, hal ini berarti perubahan kedalaman perairan maksimum adalah 2.4 meter. Pada kondisi pasang maksimum hasil pengamatan kedalaman alur pelayaran manokwari pada jarak 50 meter dari garis pantai kedalamannya 8 meter, ini berarti bahwa pada kondisi surut terendah kedalaman perairan menjadi 5,6 meter dan dermaga PELNI Manokwari kedalaman mencapai

(d) > 10 meter. Telah diketahui bahwa draft maksimum kapal PELNI adalah 5.9 meter. Dengan demikian kapal PELNI tidak akan bisa melewati alur pelayaran pada jarak 50 meter dari garis pantai.

Ketinggian pasang surut yang diperoleh merupakan superposisi dari amplitudo gelombang komponen pasang surut akibat gaya tarik gravitasi matahari dan gravitasi bulan terhadap massa air lautan yaitu mencakup 9 komponen pasang surut diantaranya K1, O1, P1, S2, M2, N2, K2, M4, MS4. Komponen pasang surut ganda oleh gravitasi bulan M2 dan komponen ganda oleh gravitasi matahari S2 memperlihatkan yang dominan jika dibandingkan dengan komponen pasang surut yang lainnya yaitu komponen M2 dengan amplitudo 91 cm dan komponen S2 sebesar 32 cm.

Komponen utama M2 atau komponen yang diakibatkan pengaruh gaya tarik menarik bulan dan bumi, merupakan komponen yang sangat berpengaruh pada pasang surut laut di perairan Manokwari dimana amplitudo dari M2 merupakan amplitudo yang tertinggi dibanding amplitudo komponen utama yang lain yaitu mencapai 91 cm. Hal ini menunjukkan pengaruh M2 sangat dominan di perairan Manokwari. Komponen utama N2 atau komponen yang diakibatkan pengaruh jarak bulan dan bumi, pengaruhnya pada pasang surut di perairan manokwari hampir sama dengan komponen M2 yaitu nilai amplitudonya 92 cm. Selanjutnya komponen akibat pengaruh deklinasi bulan amplitudonya mencapai 88 cm. Jika dibandingkan antara pengaruh perubahan jarak bulan N2 dan perubahan jarak matahari K2 terhadap massa air di bumi yaitu Komponen N2 jauh lebih mendominasi jika dibandingkan dengan komponen K2 yaitu N2 amplitudonya 92 dan K2 amplitudunya 9 cm.

Tabel 1. Amplitudo Komponen Pasut Utama Perairan Manokwari

Komponen Pasut	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
H(cm)	91	32	92	2	88	8	7	9	1
g(deg)	304	239	243	182	112	318	93	239	182

Sumber : Anlisis Data Primer, 2017

Kedudukan air terendah di bawah MSL dan kedudukan air tertinggi diatas MSL setiap bulannya memiliki ketinggian yang berbeda dan waktu yang berbeda pula, hal ini disebabkan selain kondisi perairan baik garis pantai dan topografi dasar perairan adalah akibat revolusi bulan terhadap bumi dan revolusi bumi terhadap matahari. Tabel 2, menunjukkan bahwa kisaran tinggi

muka laut rata-rata mencapai 98 cm. Tunggang pasang surut besar terjadi pada kondisi purnama dan tunggang pasang surut rendah terjadi pada kondisi perbani. Hasil pengamatan dan analisis data menunjukkan kondisi muka laut pada kondisi air pasang rata-rata (MHWL) mencapai amplitudo 279 cm dan muka laut pada kondisi air surut rata-rata (MLWL) mencapai amplitudo -83 cm.

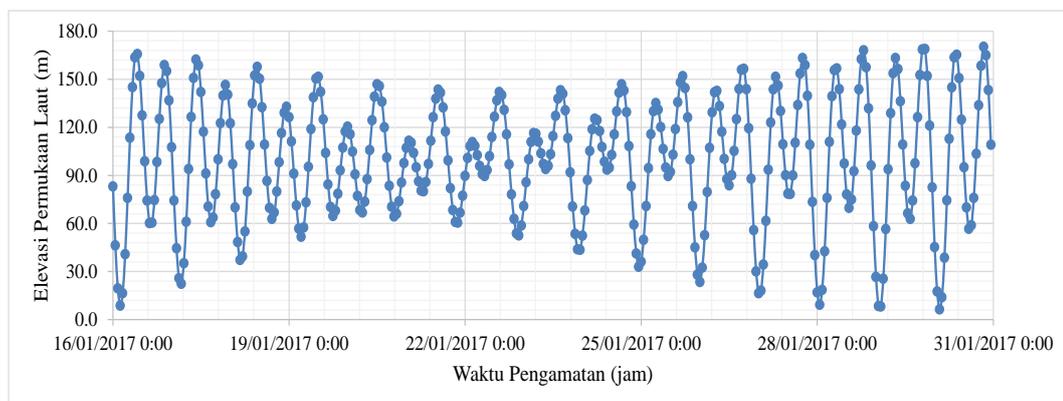
Tabel 2. Perubahan Muka Laut Perairan Manokwari

No	Kondisi Elevasi Muka Laut	Notasi	Tinggi (cm)	Keterangan
1	Higher High Water Level	HHWL	122	SPRING
2	Mean High Water Level	MHWL	81	NEAP TIDE
3	Mean Sea Level	MSL	0	TIDE
4	Mean Low Water Level	MLWL	-81	
5	Lowest Low Water Level	LLWL	-122	

Sumber : Anlisis Data Primer, 2017

Gaya tarik gravitasi menghasilkan pasut yang ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari. Variasi kisaran tunggang pasut antara 2,44 m pada saat pasang perbani (Neap Tide) hingga 1,62 m saat pasang purnama (Spring Tide). Hasil pengamatn dalam bentuk grafik (Gambar 1) periode januari

2017 nampak tidak terjadinya ketidak-samaan pasut saat menuju pasang tertinggi dan menuju surut terendah. Rentang waktu yang dibutuhkan dari kondisi surut terendah menuju pasang tertinggi yaitu 6-7 jam dan hampir sama dengan waktu yang dibutuhkan dari kondisi pasang tertinggi menuju surut terendah (6-7 jam).



Gambar 1. Pola Pasut Perairan manokwari Periode Januari 2017

Tabel 3. Rentang pasang surut perairan manokwari periode Januari-Desember 2016

Bulan	Kondisi Pasut	Tunggang Air(m)	Waktu Terjadi (Tgl/Bln/Thn: jam)	Keterangan
Januari	Pasang Maksimum	0.8291	12/01/2016 10:00	Satu kali
	Surut Terendah	-1.0805	11/01/2016 16:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1.9096		
Februari	Pasang Maksimum	0.7994	10/02/2016 10:00	Satu kali
	Surut Terendah	-0.9601	09/02/2016 16:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1.7595		
Maret	Pasang Maksimum	0.8107	29/03/2016 23:00	Dau kali
	Surut Terendah	-0.9497	30/03/2016 06:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1.7604		
April	Pasang Maksimum	0.8401	26/04/2016 22:00	Dau kali
	Surut Terendah	-1.0650	27/04/2016 05:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1.9051		
Mei	Pasang Maksimum	0.8513	25/05/2016 22:00	Dau kali
	Surut Terendah	-1.1121	26/05/2016 05:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1.9634		
Juni	Pasang Maksimum	0,8319	24/06/2016 22:00	Dau kali
	Surut Terendah	-1,1148	24/06/2016 04:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1,9467		
Juli	Pasang Maksimum	0,8307	23/07/2016 22:00	Dau kali
	Surut Terendah	-1,0636	23/07/2016 04:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1,8943		
Agustus	Pasang Maksimum	0,8183	21/08/2016 22:00	Dau kali
	Surut Terendah	-0,9464	21/08/2016 04:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1,7647		
September	Pasang Maksimum	0,7915	21/09/2016 11:00	Dau kali
	Surut Terendah	-0,8635	21/09/2016 17:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1,6550		
Oktober	Pasang Maksimum	0,8007	07/10/2016 11:00	Dau kali
	Surut Terendah	-0,9506	08/10/2016 18:00	pasang satu kali surut
	Rentang Pasut	1,7513		
Nopember	Pasang Maksimum	0,8140	04/11/2016 10:00	Dua kali
	Surut Terendah	-1,0724	05/11/2016 17:00	pasang satu kali surut
	Rentang Pasut	1,8864		
Desember	Pasang Maksimum	0,8403	04/12/2016 10:00	Dua kali
	Surut Terendah	-1,1197	04/12/2016 17:00	pasang dua kali surut
	Rentang Pasut	1,9600		

Sumber : Tide Model Driver

KESIMPULAN

1. Analisis admiralty yang dilakukan untuk perairan Manokwari diperoleh nilai bilangan Fhormzahl yaitu 0.732. Nilai ini mendes-kripsikan bahwa pola pasang surut yang terbentuk pada perairan Manokwari adalah Campuran Dominan Semidi-urnal (*mixed tide prevailing semidi-*

urnal) yang berarti bahwa pasang surut yang terbentuk dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari dengan tinggi pasang pertama dan tinggi pasang berikutnya memiliki amplitudo yang berbeda dan terkadang dua kali pasang satu kali surut atau sebaliknya dua kali surut dua kali pasang.

2. Komponen pasang surut ganda akibat bulan M2, komponen ganda akibat perubahan jarak bulan N2 terhadap bumi dan komponen tunggal akibat deklinasi bulan O1 memperlihatkan yang dominan yaitu masing 91 cm, 92 cm dan 88 cm.
3. Variasi kisaran tunggang pasut antara 1.62 m pada saat pasang perbani (*Neap Tide*) hingga 2.44 m saat pasang purnama (*Spring Tide*). Rentang waktu yang dibutuhkan dari kondisi surut terendah menuju pasang tertinggi dan kondisi pasang tertinggi menuju surut terendah relatif sama siklus 6-7 jam.
4. Nilai elevasi *chart datum* di alur pelayaran Manokwari berdasarkan analisis data pasang surut dan perhitungan dari komponen pasang surut terdapat elevasi permukaan laut yaitu HHWL (122 cm); MHWL (81 cm); MLWL (-81 cm) dan LLWL (-122 cm)
5. Kedalaman dermaga Manokwari pada kondisi surut terendah mencapai 10 meter dan Rentang pasut perairan Manokwari mencapai 2.4 meter. Dengan demikian meskipun kondisi perairan surut terendah kapal-kapal mampu berlayar dan berlabuh pada pelabuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Papua Manokwari yang telah memberikan dana penelitian Skim Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2017. Ucapan yang sama disampaikan pula kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua yang telah membantu mendukung dalam penulisan proposal hibah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah Dewi Mahatmawati., Mahfud Efendy., Aries Dwi Siswanto, 2009. *Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (MLR) Di Perairan Pantai Utara Jawa Timur Dengan Perairan Pantai Selatan Jawa Timur*. Jurnal Kelautan, Volume 2, No.1, ISSN : 1907-9931
- Aditya Dendy Pratama., Elis Indrayanti., Gentur Handoyo, 2015. *Peramalan pasang surut di perairan pelabuhan kuala stabas, krui, lampung barat*. Jurnal oseanografi. Vol 4, No 2, Hal 508 - 515
- Evie H. Sudjono., A. Setiawan., S. Hadi., N. S. Ningsih, 2011. *Study components of shallow water tide (over and compound tides) 1 dimensional channel model by using variational data assimilation method*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 3, No. 1, Hal. 1-12.
- Fadilah., Suripin., Dwi P. Sasongko, 2014. *Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty*. Maspari Journal Vol 6, No 1 :1-12
- Lailatul Qhomariyah dan Yuwono, 2016. *Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya)*. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 1 : F1-F3, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- M. Furqon Aizs Ismail., Ankiq Taofiqurohman, 2012. *Simulasi Numeris Arus Pasang Surut di Perairan Cirebon*. Jurnal Aku-

- atika*. Vol 3, No 1 : 1-10, ISSN 0853-2523
- Musrifin, 2012. *Analisis Dan Tipe Pasang Surut Perairan Pulau Jemur Riau*. Jurnal Penelitian Berkala Perikanan Terubuk, Vol. 40 :101 – 108, ISSN 0126 - 4265
- Musrifin, 2011. *Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Mesjid Dumai*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol 16 No 1: 48-55
- Supriyono., Widodo S Pranowo., Sofyan Rawi., Bambang Herunadi, 2015. *Analisa Dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty Dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan Dan Balikpapan)*. Jurnal Chart Datum. VOL 1, NO 1 : 8-18, ISSN 2460 – 4623
- Setiadi, R., Mihardja, K., Dadang, 1988. Makalah : Analisis Pasang-Surut di Daerah Cilacap dan Surabaya, PASANG-SURUT, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta