

**PERBANDINGAN PENERAPAN HASIL METODE ADMIRALTY DAN LEAST SQUARE
UNTUK PERAMALAN PASANG SURUT DI SELAT BINTAN, KEPULAUAN RIAU**
*COMPARISON OF THE APPLICATION OF ADMIRALTY AND LEAST SQUARE METHODS
RESULTS FOR FORECASTING TIDE IN THE BINTAN STRAIT, KEPULAUAN RIAU*

Sinta Junia Wulandari¹, Try Febrianto^{1,4}, Mario Putra Suhana¹, Risandi Dwirama Putra²,
Dony Apdillah^{1,3,4*}

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji,
Tanjungpinang

²Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang

³Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang

⁴Pusat Penelitian Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang

*Corresponding author e-mail: donyapdillah@umrah.ac.id

Submitted: 06 August 2021 / Revised: 28 December 2022 / Accepted: 29 December 2022

<http://doi.org/10.21107/jk.v15i3.11406>

ABSTRACT

The Bintan Strait is an area where some of the community's activities are influenced by tidal phenomena, such as; sea transportation for shipping, crossing, and traditional fishing. This study aims to analyze the characteristics of the tide include; sea level elevation, harmonic constant value, tidal type and tidal forecast for the next year. The calculation of the harmonic constants is carried out using the Admiralty and Least Square methods. This research has been carried out from March to July 2021. Primary data collection of high water level is carried out with the Tide Master instrument for 7 days. In addition to primary data, secondary data used for 22 days of high water levels from BIG (Geospatial Information Agency). The Admiralty and Least Square methods are operated using Microsoft Excel software, while for tidal forecasting analysis using MIKE21 and World Tides software. The results show that the Formzahl Admiralty and Least Square numbers are 0.35 and 0.97, respectively, with the types of tides being mixed tide prevailing semidiurnal. The MSL values for each method of Admiralty and Least Square obtained values of 154.11 cm and 118.37 cm, MHWL = 233.47 and 268.31, LLWL = 43.11 and 254.56, MHWS = 230.22 and 215.52, MLWS= 78.01 and 21.22, MLWL= 74.75 and -31.57. The results of the forecasting test for the next 3, 6 and 12 months using the Admiralty method produced the smallest RMSE of 0.664.

Keywords: Admiralty, Least Square, Tides, Bintan strait

ABSTRAK

Selat Bintan merupakan sebuah daerah dimana sebagian aktivitas masyarakatnya dipengaruhi fenomena pasang surut, seperti; transportasi laut untuk keperluan pelayaran, penyeberangan, maupun penangkapan ikan tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasut meliputi; elevasi muka air laut, nilai konstanta harmonik, tipe pasut dan peramalan pasang surut untuk satu tahun kedepan. Perhitungan konstanta harmonik dilakukan dengan metode Admiralty dan Least Square. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juli 2021. Pengumpulan data primer tinggi level muka air dilakukan dengan instrumen Tide Master selama 7 hari. Selain data primer digunakan data sekunder tinggi level air selama 22 hari berasal dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Metode Admiralty dan Least Square dioperasionalkan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, sedangkan untuk analisis peramalan pasut menggunakan perangkat lunak MIKE21 dan World Tides. Hasil penelitian menunjukkan bilangan Formzahl Admiralty dan Least Square masing-masing sebesar 0.35 dan 0.97 dengan tipe pasang surut keduanya adalah campuran condong keharian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal). Nilai MSL untuk masing-masing metode Admiralty dan Least Square diperoleh nilai sebesar 154.11 cm dan 118,37 cm, MHWL= 233,47 dan 268,31, LLWL= 43,11 dan 254,56, MHWS= 230,22 dan 215,52, MLWS= 78,01 dan 21,22, MLWL= 74,75 dan -31,57. Hasil uji

peramalan pada waktu 3, 6 dan 12 bulan kedepan pada metode Admiralty menghasilkan RMSE terkecil sebesar 0,664.

Kata kunci: Admiralty, Least Square, Pasang surut, Selat Bintang

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir yang kaya akan sumber daya hayati laut dapat dikelola dan dikembangkan seperti pengembangan potensi perikanan dan sarana pendukungnya. Informasi fenomena pasang surut (pasut) diperlukan dalam upaya perencanaan dan pengembangan potensi perairan dan sarana pendukungnya. Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya paras (*sea level*) laut secara berkala yang ditimbulkan oleh gaya tarik bulan dan matahari terhadap massa air di bumi (Baigo Hamuna et al., 2018; Kurniawan et al., 2019; Saputra et al., 2021; Sudirman Adibrata, 2007; Wicaksono et al., 2016). Pengaruh gaya tarik bulan 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari (Fadilah et al., 2014; Kurniawan et al., 2019).

Kajian perhitungan dan analisis pasut dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya menggunakan metode Admiralty (Eko Supriyadi et al., 2018; Khairunnisa et al., 2021) dan Least Square (Soares et al., 2019; Supriyono et al., 2015). Kajian mengenai perhitungan kedua metode ini telah dilaporkan untuk penentuan tipe pasut dan pendugaan nilai konstanta harmonik (Ulum & Khomsin, 2013). Metode Admiralty memiliki kelebihan dapat digunakan untuk menganalisis data-data berjangka waktu pendek (29, 15, 7, 5) hari namun tetap menyajikan sembilan komponen pasang surut (Novian Sangkop et al., 2015). Pendekatan perhitungan metode Admiralty dapat menggunakan bantuan tabel dan skema dengan menggunakan perangkat lunak *microsoft excel* sehingga lebih efisien (Pasaribu et al., 2022). Sementara itu metode Least Square merupakan pendekatan yang digunakan untuk menganalisa komponen pasut dengan perhitungan rerataan kuadrat terkecil, amplitudo dan fase komponen dari persamaan harmonik pasut dalam jangka waktu tertentu (Supriyono et al., 2015; Yoganda et al., 2019). Kelebihan metode Least square menghasilkan analisis pasut yang lebih teliti dan memperoleh nilai amplitudo dan fase yang lebih baik karena

pendekatan ini bekerja dengan input data pasut yang lebih panjang (Supriyono et al., 2015).

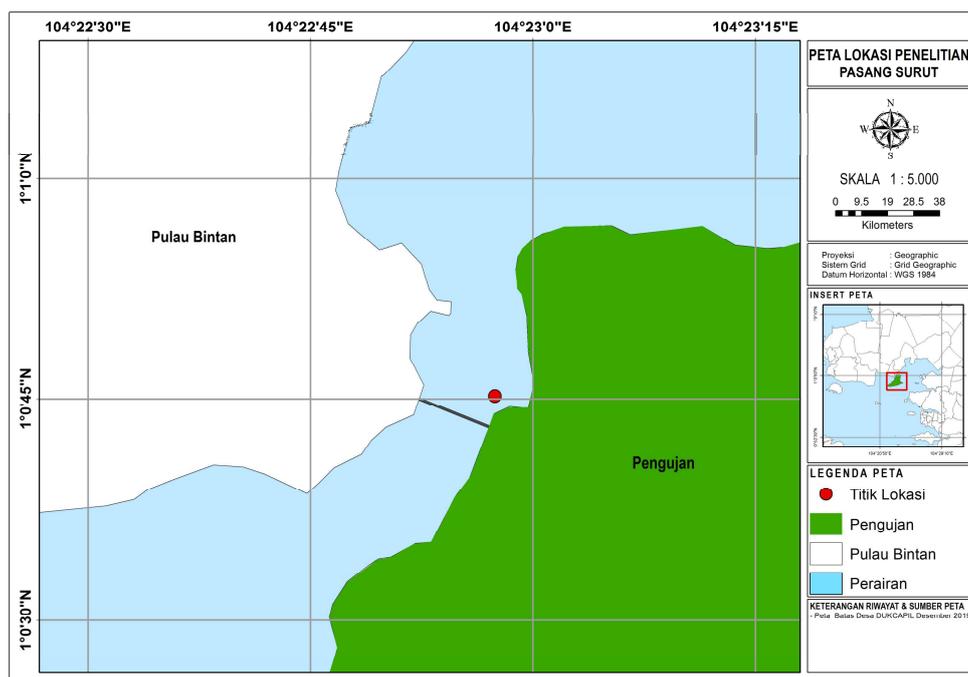
Peramalan pasang surut pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak MIKE21 dan Word Tides. MIKE21 merupakan salah satu perangkat lunak yang mampu menghitung nilai konstanta harmonik pasang surut dengan pendekatan admiralty, sedangkan perangkat lunak World Tides merupakan salah satu program berbasis komputer dengan bahasa pemrograman MATLAB, menggunakan Graphical User Interface (GUI) yang bekerja berbasis metode Least Square (Pasaribu et al., 2022).

Selat Bintang merupakan perairan yang diapit oleh dua buah Pulau, yakni Pulau Bintang dan Pulau Pengujan. Selat ini sangat dipengaruhi fenomena pasang surut, merupakan sentra kegiatan masyarakat sehari-harinya seperti; transportasi antar pulau, pelayaran dan penangkapan ikan tradisional, sehingga informasi kondisi pasut sangat penting dalam menunjang aktivitas mereka. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasang surut meliputi; tinggi level muka air, nilai konstanta harmonik, tipe pasang surut dan peramalan tingi pasang surut untuk satu tahun kedepan menggunakan metode Admiralty dan Least Square. Hasil penelitian ini menyajikan kondisi pasut detil sebagai acuan untuk aktivitas pelayaran tradisional masyarakat.

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Maret hingga Juli 2021 di Selat Bintang, Provinsi Kepulauan Riau, pada titik koordinat *longitude* 104.382821° dan *Latitude* 1.012499°. Peta lokasi penelitian ini disajikan pada (**Gambar 1**). Analisis data dilakukan di Laboratorium Oceanography, Computation & Modelling Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber perolehan data tinggi level air berasal data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan lapangan selama 7 hari (piantan) dengan menggunakan instrumen *Tide Master Valeport No. 52852*. Spesifikasi rinci instrumen disajikan pada **Tabel 1**,

sedangkan data sekunder diperoleh dari data Badan Informasi Geospasial (BIG) selama 22 piantan, diunduh dari website <http://tides.big.go.id/pasut/indekx.html> dengan interval waktu 1 jam.

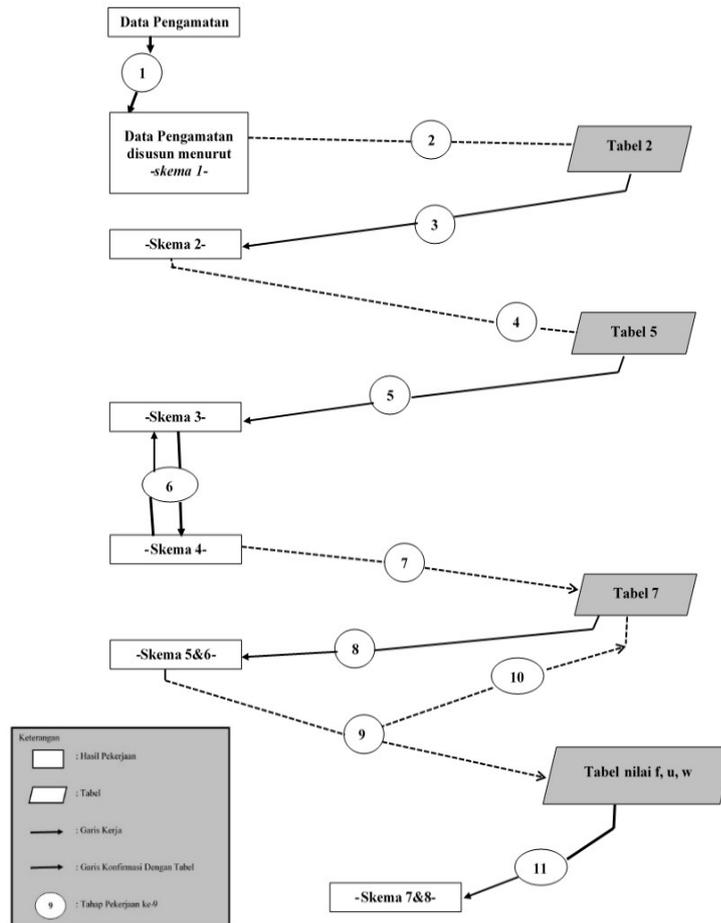
Tabel 1. Spesifikasi Tide Master Valeport No. 52852

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Transducer	Pengukur regangan berventilasi, bahan stainless
Jangkauan	Standart 10dbar (10m) dengan Panjang kabel 20m
Akurasi	±0.1%
Calibrasi	<i>Held within logging unit</i>
Display	OLED Display 128x64
Daya Internal	4 sel "C" battery
Daya Eksternal	9-20 Volt DC
Memory	512 MB SD Card
Dimensi:	<i>Housing</i> 47mm x 110mm x 197mm
Berat:	1.1 kg

Analisis Data Metode Admiralty

Perhitungan komponen pasut dapat ditentukan dengan menggunakan metode *Admiralty*, proses perhitungan parameter pasut mencari amplitudo (A) dan fase (g°) dipecahkan secara

bertahap dengan tabel-tabel dan skema (Supriyono et al., 2015; Surbakti, 2012; Khairunnisa et al., 2021). Penyusunan tabel dan skema dilakukan pada perangkat lunak *Microsoft excel*. Pendekatan penghitungan metode *Admiralty* menggunakan tabel dan skema disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Skema Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Metode Least Square

Pengolahan pasang surut pada metode *Least Square* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Word Tides*. Tinggi muka air pasang surut merupakan penjumlahan dari komponen yang membentuknya dan dapat dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut (Supriyono *et al.*, 2015):

$$h(t) = (h_0 + h_1 t) + \sum_{k=1}^n R_k \cos(\omega_k t + \phi_k)$$

Dimana: t = waktu dalam satuan jam atau hari; $h(t)$ = tinggi muka laut padawaktu t ; $(h_0 + h_1 t)$ = tinggi muka air rata-rata pada t ; h_0 = tinggi muka air pada $t=0$; h_1 = trend/gradient perubahan tinggi muka air persatuan waktu; R_k dan ϕ_k = amplitudo dan fasa komponen harmonik ke- k , atau dikenal sebagai komponen pasut; ω_k = frekuensi harmonik pasut komponen ke- k .

$$\sum_{k=1}^n [h_t - h(t)]^2 = \text{minimal}$$

Hasil akhir dari analisis metode *Least Square* ini berupa nilai amplitudo dan fase dari

sembilan komponen harmonik pasang surut, yaitu M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1.

Bilangan Formzahl

Prediksi pasang surut dianalisis dengan menggunakan perhitungan nilai bilangan *formzahl* (F) menggunakan persamaan berikut:

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2}$$

Klasifikasi pasang surut berdasarkan bilangan *formzahl* menurut Ahmad *et al.*, (2017) sebagai berikut:

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 $F > 3$

Elevasi Muka Air Laut

Penentuan perhitungan elevasi muka air disajikan dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Elevasi Muka Air

- HAT (<i>Hige Astronomical Tide</i>)	= $Z_0 + (all\ Constituents)$
- MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	= Z_0
- HHWL (<i>Higher High Water Level</i>)	= $Z_0 + (M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$
- MHWS (<i>Mean High Water Spring</i>)	= $Z_0 + (M_2+S_2)$
- MHWL (<i>Mean High Water Level</i>)	= $Z_0 + (M_2 +K_1+O_1)$
- MLWL (<i>Mean Low Water Level</i>)	= $Z_0 - (M_2+K_1+O_1)$
- LLWL (<i>Lowest Low Water Level</i>)	= $Z_0 - (M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$
- CDL (<i>Chart Datum Level</i>)	= $Z_0 - (M_2+S_2+K_1+O_1)$
- LAT (<i>Lowesr Astronomical Tide</i>)	= $Z_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4)$

Peramalan dan Uji Akurasi Pasut

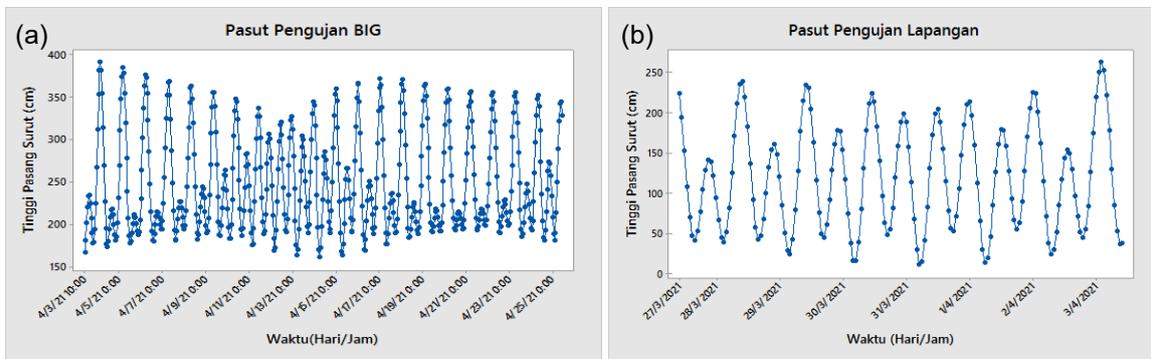
Peramalan pasut metode *Admiralty* dilakukan menggunakan perangkat lunak *MIKE21* dengan input data tinggi level air dan koordinat titik (Syahputra & R. Bambang Adhitya Nugraha, 2016), sedangkan peramalan pasut berbasis metode *Least Square* menggunakan perangkat lunak *World Tides* (Rizki Effendi et al., 2107; Shara Denafiar et al., 2017). Perangkat lunak *World Tides* berbasis komputer dengan bahasa pemrograman MATLAB menggunakan *Graphical User Interface* (GUI), yaitu sebuah *interface* yang operasionalnya ramah pengguna. Hasil peramalan pasut kemudian diuji dengan melihat tingkat kesalahan peramalan dengan menggunakan persamaan *Root Mean Square Error* (RMSE) (Hendri et al., 2012), model peramalan terbaik memiliki nilai RMSE terkecil (Widyastuti et al., 2016).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{oi} - a_{pi})^2}{m}}$$

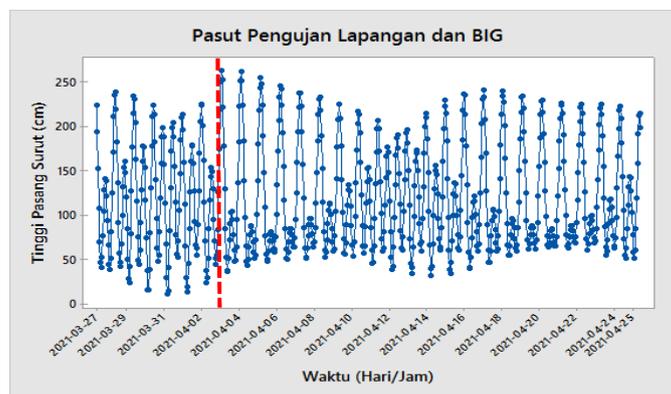
Dimana : Nilai a_o = nilai data observasi ke - i ; Nilai a_p = nilai data prediksi ke - i ; Nilai m = jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN
Tinggi Level Air

Tinggi Level air di Pulau Pengujan berdasarkan hasil pengukuran lapangan selama 7 hari dari 27 Maret hingga 3 April 2021 disajikan pada **Gambar 3**, sementara data tinggi level air dihasilkan dari data BIG selama 22 hari mulai dari tanggal 3 - 25 April disajikan pada **Gambar 3**. Selanjutnya data hasil pengamatan lapangan digabungkan dengan data sekunder dari BIG hingga menjadi 29 hari dengan sebelumnya dilakukan normalisasi data disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Tinggi level air: (a) Data sekunder BIG, (b) Pengukuran lapangan



Gambar 4. Tinggi level air laut selama 29 hari (gabungan data survei lapangan dan data BIG, Garis merah putus-putus menunjukkan batas kedua data)

Berdasarkan **Gambar 3-a** Tinggi level air pada Selat Bintang dari pengukuran data lapangan selama 7 hari menunjukkan bahwa tinggi pasut maksimum 263 cm dan minimum 11 cm dengan tinggi level muka air rata-rata 118 cm. Sementara itu **Gambar 3b** menunjukkan tinggi level air dari data BIG sebelum dilakukan normalisasi mencapai tinggi maksimum 391 cm dan minimum 162 cm dengan tinggi level muka air rata-rata 245 cm. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan posisi datum pasang surut dari data BIG yang mengacu pada datum global. Selanjutnya tinggi level air pada (**Gambar 5**) merupakan hasil setelah dilakukan normalisasi diperoleh tinggi air maksimum sebesar 263 cm

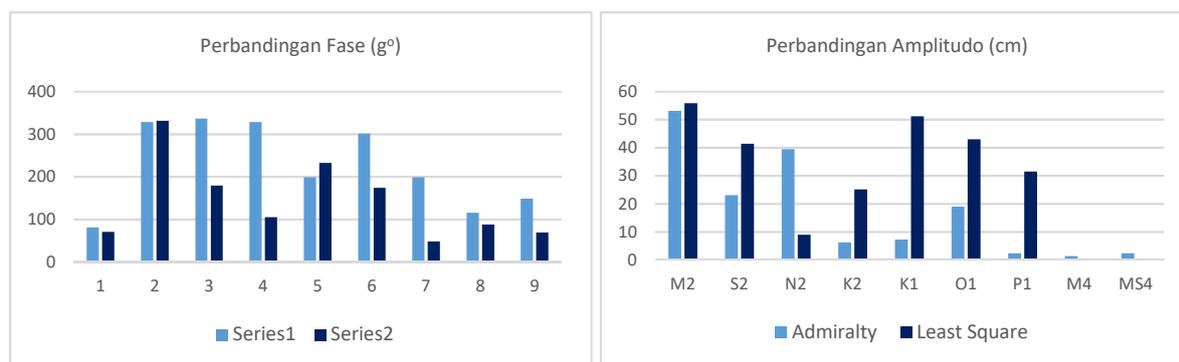
dan tinggi air minimum sebesar 11 cm dengan tinggi level muka air rata-rata 119 cm. Hasil normalisasi tinggi air ini kemudian digabungkan dengan hasil pengukuran lapangan sehingga menjadi data level muka air untuk 29 hari, sebagai basis data dalam analisis pasut dengan pendekatan *Least Square*.

Komponen Pasang Surut

Hasil analisis konstanta harmonik pasang surut di Selat Bintang, Pengujaan Kabupaten Bintang dengan metode *Admiralty* dan metode *Least Square* ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Analisis Harmonik Komponen Pasut

Komponen Pasut	Amplitudo (cm)		Fase (g°)	
	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>
M ₂	53.08	55.82	81.30	70.21
S ₂	23.02	41.32	328.15	331.05
N ₂	39.46	8.93	336.80	178.78
K ₂	6.22	25.11	328.15	105.03
K ₁	7.29	51.19	198.86	232.49
O ₁	18.98	42.93	301.00	173.87
P ₁	2.41	31.46	198.86	47.98
M ₄	1.33	0.47	115.60	87.43
MS ₄	2.32	0.49	148.45	68.89



Gambar 5. Perbedaan amplitudo dan fase

Berdasarkan **Gambar 5**, hasil analisis metode *Admiralty* menunjukkan bahwa nilai komponen yang dominan membangkitkan pasang surut ditunjukkan oleh komponen M₂ yakni pengaruh posisi bulan, dengan nilai amplitudo 53,08 dan fase sebesar 81,30°. Komponen terendah terdapat pada komponen M₄ (komponen perairan dangkal akibat pengaruh ganda posisi bulan) dengan nilai amplitudo 1,33 dan fase sebesar 115,60°. Sementara itu hasil analisa metode *Least Square* menunjukkan nilai komponen dominan pembangkit pasang surut terlihat juga dipengaruhi oleh komponen M₂ akibat pengaruh posisi bulan, dengan nilai amplitudo sebesar 55,82 dan fase sebesar 70,21°. Demikian pula untuk komponen terendah ditunjukkan oleh komponen M₄ (komponen perairan dangkal akibat pengaruh

ganda posisi bulan) dengan nilai amplitudo 0,47 dan fase sebesar 87,43°. Hasil Analisa komponen harmonik dari metode *Admiralty* dan *Least Square* berbeda namun amplitudo yang dihasilkan saling mendekati. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Supriyono et al., 2015) yakni meskipun amplitudo yang dihasilkan berbeda-beda dari metode *Admiralty* dan *Least Square* tetapi nilainya saling mendekati.

Bilangan Formzahl

Berdasarkan hasil perhitungan bilangan *Formzahl* menggunakan metode *Admiralty* dan *Least Square* di Perairan pengujaan menunjukkan nilai *formzahl* sebesar 0,35 dan 0,97. sesuai kriteria tipe pasut menurut (Ahmad

et al., 2017) yakni jika $0,25 < F \leq 1,5$ kedua metode ini memiliki tipe pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*), tipe ini bermakna dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda (*asimetris*). Hasil penelitian tipe pasut dan bilangan *formzahl* sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh (Khairunnisa et al., 2021), yang mengambil lokasi pengamatan

di Perairan Pulau Bintang Bagian Timur bertipe pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*), dengan nilai bilangan *formzahl* sebesar 0,57.

Elevasi Muka Air Laut

Berdasarkan hasil evasi muka air laut di Perairan Pengujan menggunakan metode *Admiralty* dan *Least Square* disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Elevasi Muka Air

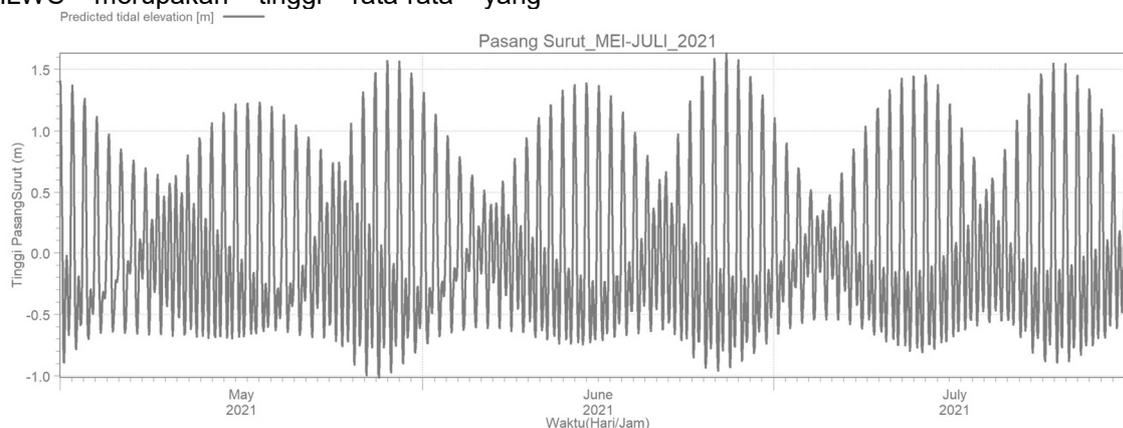
Elevasi	Elevasi Muka Air Laut (cm)	
	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>
HAT	308.22	376.10
MHWL	233.47	268.31
LLWL	43.11	254.56
MHWS	230.22	215.52
MSL	154.11	118.37
MLWS	78.01	21.22
MLWL	74.75	-31.57
CDL	51.73	-72.89
LAT	0	-139.36

Berdasarkan **Tabel 5** dapat diketahui besaran dari masing-masing komponen elevasi kedua metode. Nilai MSL atau nilai muka air laut rerata (*Mean Sea Leavel*) dari metode *Admiralty* sebesar 154,11 cm dan metode *Least Square* diperoleh nilai MSL sebesar 118,37 cm. Nilai MHWL dari data *Admiralty* diperoleh nilai sebesar 233,47 cm sedangkan *Least Square* diperoleh nilai MHWL sebesar 268,31 cm. Sedangkan nilai MLWL adalah rerata dari muka air rendah, dari *Admiralty* diperoleh nilai sebesar 74,75 cm dan *Least Square* diperoleh nilai sebesar -31,57 cm. Nilai MHWS adalah nilai tinggi rata-rata dari dua air tertinggi berturut-turut selama periode pasang purnama, hasil metode *Admiralty* diperoleh nilai sebesar 230,22 cm sedangkan pada *Least Square* diperoleh nilai sebesar 215,52 cm, kedua data berada diatas nilai MSL. Sedangkan nilai MLWS merupakan tinggi rata-rata yang

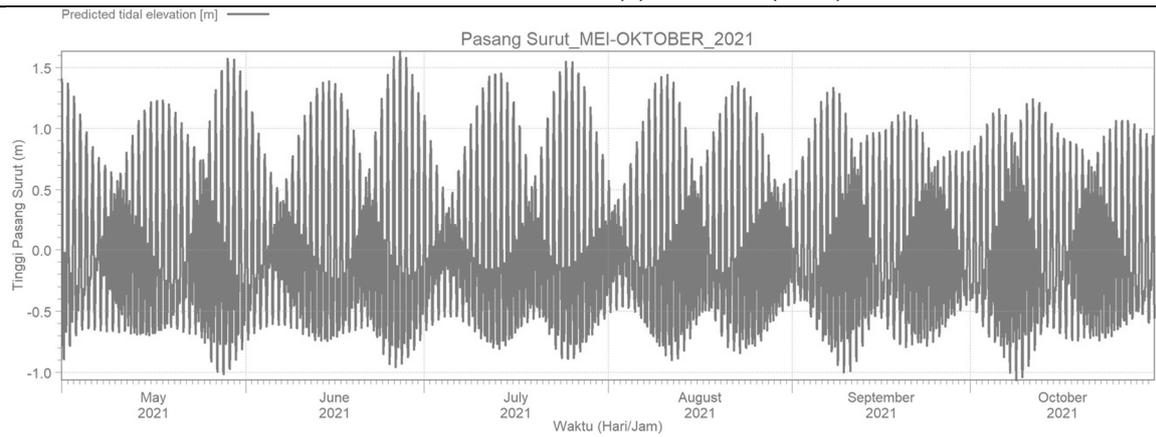
diperoleh dari dua air rendah berturut-turut selama periode pasang purnama. Nilai MLWS hasil *Admiralty* diperoleh sebesar 78,01 cm dan dari *Least Square* diperoleh nilai sebesar 21,22 cm. LLWL merupakan air rendah terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati dengan pengukuran dari *Admiralty* diperoleh nilai 43,11 cm sedangkan dengan *Least Square* diperoleh nilai sebesar 254,56 cm.

Peramalan dan Uji Akurasi Pasut

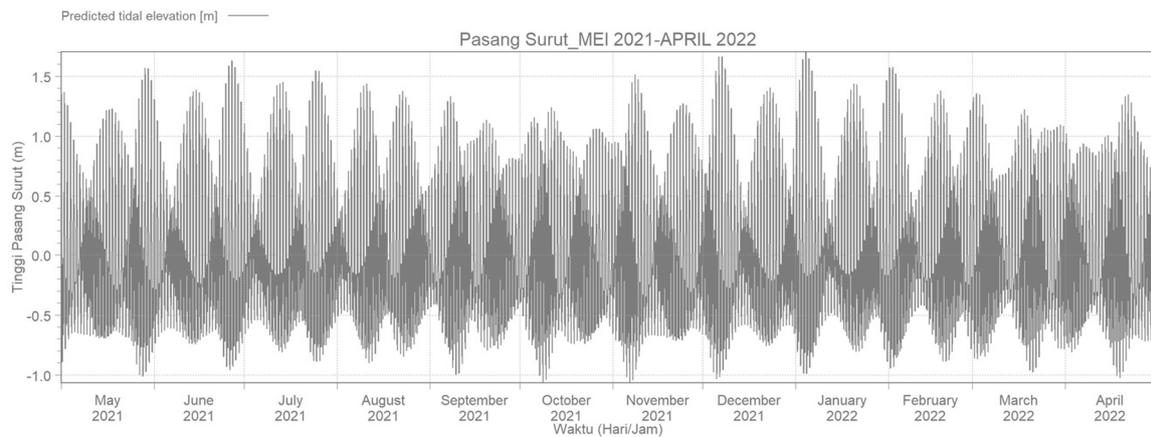
Prediksi pasang surut bulan mei hingga juli 2021 dengan metode *Admiralty* pada *software MIKE21* disajikan pada **Gambar 6**. Adapun peramalan pasang surut metode *Least Square* dihasilkan dari *software World Tides* disajikan pada **Gambar 7**.



(a)

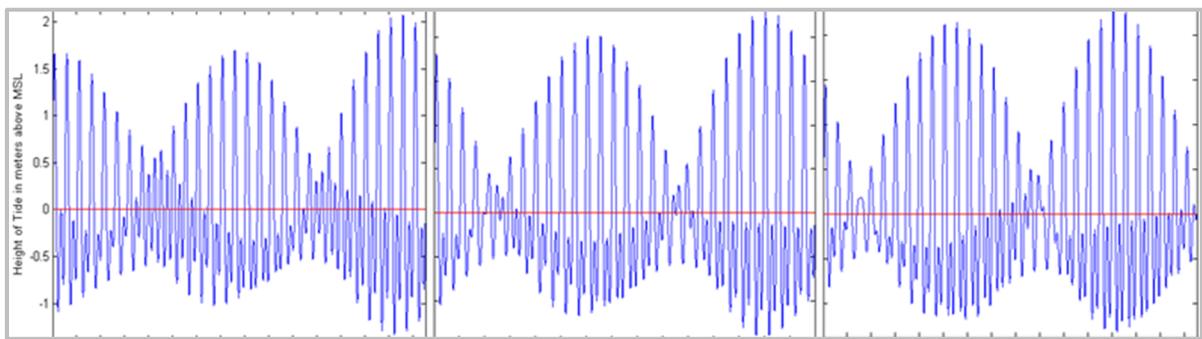


(b)

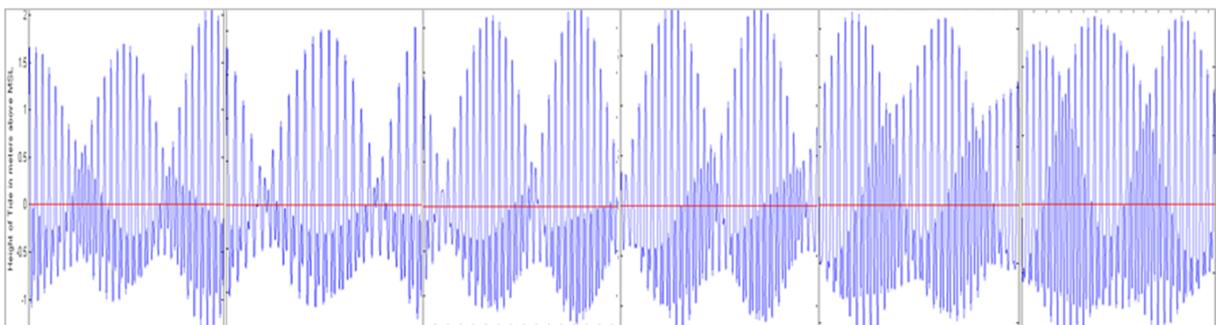


(c)

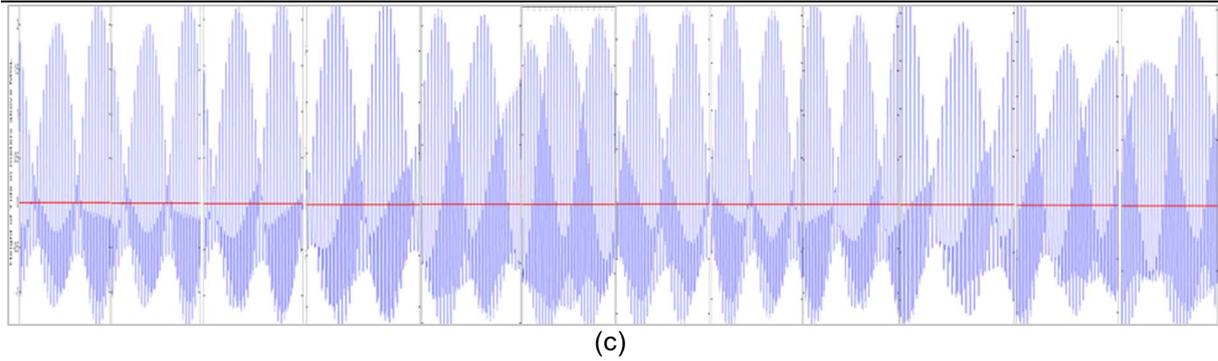
Gambar 6. Prediksi Pasut pada MIKE21 (a) Mei hingga Juli 2021, (b) Mei hingga Oktober 2021, (c) Mei 2021 hingga April 2022



(a)



(b)



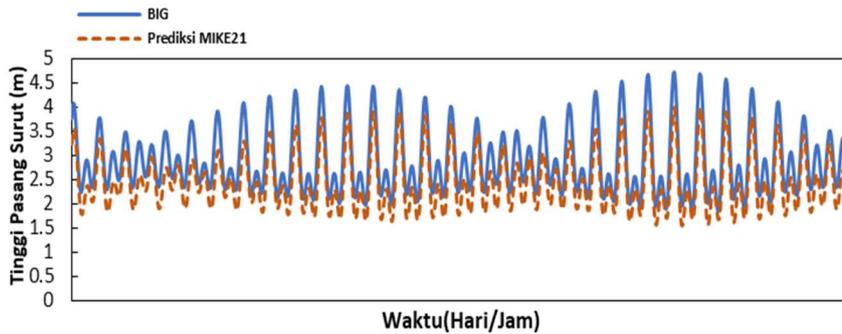
Gambar 7. Prediksi Pasut pada *Software World Tides* (a) Mei hingga Juli 2021, (b) Mei hingga Oktober 2021, (c) Mei 2021 hingga April 2022

Berdasarkan hasil peramalan pasut untuk 3, 6 dan 12 bulan dari kedua metode tersebut, selanjutnya dilakukan uji akurasi dengan cara membandingkan tinggi hasil muka air model prediksi dengan data verifikasi lapangan. Pada penelitian ini, karena keterbatasan data survei lapangan yang dimiliki maka digunakan data level muka air dari BIG sebagai data verifikasi model prediksi yang telah dihasilkan. Data level

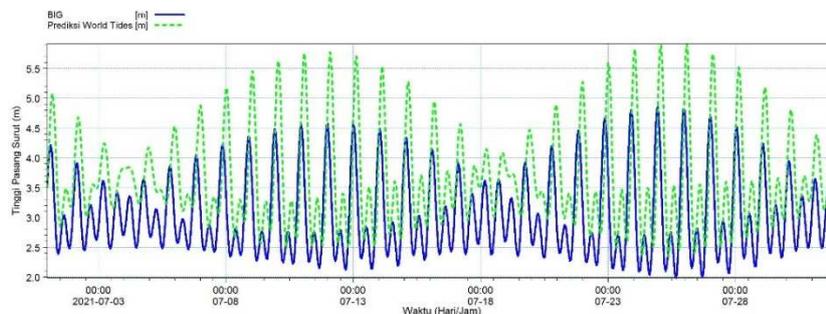
muka air dari data BIG yang telah diperoleh sesuai tanggal dan waktu peramalan ditumpang susunkan (*overlay*) dalam satu grafik hal ini dilakukan sama untuk kedua metode (**Gambar 8** dan **9**). Selanjutnya dilakukan perhitungan RMSE hasil peramalan 3, 6 dan 12 bulan kedepan dengan bantuan perangkat lunak *MS Excel*. Hasil perhitungan akurasi secara detail disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Perbandingan Uji Akurasi hasil metode *Admiralty* dan *Least Square*

Prediksi	RMSE	
	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>
3 Bulan	0,731	0,972
6 Bulan	0,674	0,910
12 Bulan	0,664	0,903
Rata-rata	0,690	0,928



Gambar 8. Tumpang susun hasil peramalan pasut dari metode *Admiralty* menggunakan perangkat lunak *MIKE21* dengan data tinggi muka air dari data BIG



Gambar 9. Tumpang susun data peramalan pasut dari metode *Least Square* menggunakan perangkat lunak *World Tides* dengan data tinggi muka air dari data BIG

Hasil analisis metode *Admiralty* memiliki rata-rata RMSE 0,690 sementara itu hasil metode metode *Least Square* dengan rata-rata RMSE sebesar 0,928. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa metode *Admiralty* memiliki tingkat akurasi prediksi sedikit lebih baik dibandingkan dengan metode *Least Square*. Rendahnya akurasi prediksi metode *Least Square* pada penelitian ini lebih disebabkan karena panjang data yang digunakan dalam peramalan sebanyak 29 piaman. Hasil ini berbeda dengan laporan dari (Effendi et al., 2107) menggunakan data runut waktu yang sangat panjang, dimana hasil penelitiannya menghasilkan akurasi peramalan metode *Least Square* lebih handal dengan menggunakan sumber input data level air dengan *time series* selama 5 tahun. Informasi lain dari **Tabel 6** juga menunjukkan bahwa aplikasi metode *Admiralty* memiliki akurasi prediksi yang baik untuk waktu jangka pendek.

Hasil tumpang susun peramalan pasut dari metode *Admiralty* dan *Least Square* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai tinggi level air peramalan dibandingkan dengan hasil tinggi level air dari data BIG sebagai data verifikasi, hal ini diduga disebabkan peramalan pasut dari perangkat lunak *MIKE21* dengan input data berupa tinggi level muka air dan posisi atau titik koordinat lokasi penelitian menghasilkan model prediksi yang lebih mendekati hasil lapangan dibandingkan dengan dengan hasil peramalan dari perangkat lunak *World Tides*. Hal ini disebabkan karena aplikasi *World Tides* mengacu pada datum dunia.

Hasil peramalan pasut pada **Gambar 9** juga menunjukkan bahwa terjadi beda tinggi air pasang surut. Peramalan hasil metode *admiralty* dengan *MIKE21* umumnya lebih rendah dari hasil data verifikasi menggunakan data BIG namun hasil peramalan memiliki pola pasang surut dengan konsistensi yang baik dengan waktu peramalan yang presisi. Sementara itu hasil peramalan pasut dari metode *Least Square* dengan perangkat lunak *World Tides* memiliki kecenderungan lebih tinggi dibandingkan hasil verifikasi tinggi air dari BIG, demikian pula dengan perbedaan dalam fase (waktu) pendugaan tinggi air. Umumnya peramalan waktu kejadian pasang cukup presisi walaupun berbeda dalam tinggi level airnya, namun kejadian surut sedikit terlambat. Hal ini dikarenakan mengacu pada datum dunia (global). Meskipun pada penelitian ini hasil prediksi metode *Admiralty* memiliki nilai RMSE lebih kecil dibandingkan *Least Square*, penerapan metode *Least Square* tetap baik

digunakan untuk peramalan pasang surut dengan penggunaan data minimal 29 hari, hal ini ditunjukkan dengan nilai RMSE yang dihasilkan masih lebih kecil dari 1. Implikasi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keterbatasan data time series tinggi level air saat pengumpulan data lapangan (seperti kasus penelitian ini hanya memiliki data primer 7 hari tetap dapat dioperasikan menggunakan metode *Least Square*, dengan teknik normalisasi data dengan data sekunder yang bersumber dari tinggi level air BIG sebagai pelengkap, hingga memenuhi jumlah 29 hari, namun data prediksi yang dihasilkan memiliki RMSE sedikit lebih tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perairan Selat Pengujan memiliki tipe pasang surut condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*), yang dipengaruhi oleh posisi bulan (M_2) dengan nilai bilangan *Formzahl* dari metode *Admiralty* dan *Least Square* masing-masing sebesar 0,35 dan 0,97, tipe ini bermakna dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda (*asimetris*). Tinggi level air laut mencapai nilai maksimum sebesar 263 cm dan minimum 11 cm dengan nilai MSL dari metode *Admiralty* dan *Least Square* masing-masing sebesar 154,11 cm dan 118,37 cm. Uji prediksi pada waktu 3, 6 dan 12 bulan kedepan dengan metode *Admiralty* pada *Software MIKE21* menghasilkan nilai RMSE terkecil yakni 0,664 pada prediksi untuk bulan ke-12 bulan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada penggunaan data tinggi air dengan deret waktu yang pendek perbandingan akurasi peramalan proses metode *Admiralty* lebih baik dari metode *Least Square*.

Saran

Berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh pada penelitian ini sangat direkomendasikan dan dapat digunakan untuk referensi pelayaran di Selat Bintan. Untuk penelitian kedepan disarankan menggunakan data level muka air selama 365 hari, sehingga dapat mewakili data tahunan, penggunaan data dengan waktu yang lebih panjang akan mampu meningkatkan akurasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Laboratorium *Oceanography, Computation & Modelling* FIKP UMRAH yang telah menyediakan peralatan

untuk keperluan penelitian. Teknisi lapangan Abdul Rahman Ritonga, S.Si yang telah banyak membantu saat observasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., Hendri, A., & Fauzi, M. (2017). Pengaruh Simulasi Awal Data Pengamatan Terhadap Efektivitas Prediksi Pasang Surut Metode Admiralty (Studi Kasus Pelabuhan Dumai). *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1–10.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Kalor, J. D., Dimara, L., Indrayani, E., Warpur, M., ... & Paiki, K. (2018). Studi Karakteristik Pasang Surut Perairan Laut Mimika, Provinsi Papua. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan Papua*, 1(1), 19–28.
- Eko Supriyadi, Siswanto, & Widodo S. Pranowo. (2018). Analisa Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 19(1), 29–38.
- Fadilah, Suripin, & Dwi P Sasongko. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*, 6(1), 1–12.
- Hendri, Andy., Fauzi, Manyuk., Safitri, Widya. 2012. Kajian Pengaruh Awal Data Pasang Surut Terhadap Nilai Komponen Pasang Surut Metode Admiralty. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol.11(1): 34-39.
- Khairunnisa, K., Apdillah, D., & Putra, R. D. (2021). Karakteristik Pasang Surut di Perairan Pulau Bintang Bagian Timur Menggunakan Metode Admiralty. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 58–69. <https://doi.org/10.21107/jk.v14i1.9928>
- Kurniawan, A. P., Ihsan Jasin, M., & Mamoto, J. D. (2019). Analisa Data Pasang Surut di Pantai Sindulang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(5), 567–574.
- Novian Sangkop, J. D. Mamoto, & M. I., J. (2015). Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulo Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty. *Tekno*, 13(Agustus), 60–69.
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., & Arifin, A. (2022). Application of The Admiralty Method to Process Tidal Data in the Waters of The Nasik Strait - Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 146. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39719>
- Rizki Effendi, Gentur Hanodoyo, & Heryoso Setiyono. (2107). Peramalan Pasang Surut di Sekitar Perairan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Banyutowo, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 6(1), 221–227.
- Saputra, A., Gunawan, T. A., & Juliana, I. C. (2021). Analisis Pasang Surut di Perairan Sungai Musi Menggunakan Metode Least Square (Studi Kasus Intake Air Baku Sistem Gandus Kota Palembang). *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(2), 115–124. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i2.57>
- Shara Denafiar, F., Laila Nugraha, A., & Awaluddin, M. (2017). Pembuatan Program Penentuan Konstanta Harmonik Dan Prediksi Data Pasang Surut Dengan Menggunakan Visual Basic for Application (Vba) Ms. Excel. *Jurnal Geodesi Undip Oktober*, 6(4).
- Soares, C. F. J. P., Wahid, A., & Jehunias L Tanesib. (2019). Analisis Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square di Wilayah Perairan Ende, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika*, 4(1), 2657–1900.
- Sudirman Adibrata. (2007). Analisa Pasang Surut di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat. *Akuatik - Jurnal Sumberdaya Perairan*, 1(April), 1–6.
- 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*, 1(1), 9–20.
- Surbakti, H. (2012). Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 15(1), 35–39.
- Syahputra, H., & R. Bambang Adhitya Nugraha. (2016). Analisa Perbandingan Akurasi Model Prediksi Pasang Surut: Studi Kasus di Selat Larantuka Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. *Maspari Journal*, 8(2), 119–126.
- Ulum, M., & Khomsin. (2013). Perbandingan Akurasi Prediksi Pasang Surut Antara Metode Admiralty dan Metode Least Square. *Geoid - Journal of Geodesy and Geomatics*, 9(1), 65–72.
- Wicaksono, P. P., Handoyo, G., & Atmodjo, W. (2016). Analisis Peramalan Pasang Surut Dengan Metode Admiralty dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARMA) di Perairan Pantai Widuri Kabupaten Pematang. *Jurnal*

- Oceanografi*, 5(4), 489–495. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose.Prof.Sudarto,SHTembalangTip./Fax>.
- Widyastuti, C. A., Hoyyi, Abdul., Rahmawati, Rita. 2016. Peramalan Pasang Surut Air Laut Di Pulau Jawa Menggunakan Model generalized Space Time Autoregressive (GSTAR). *Jurnal Gaussian*, 5(4), 623-632.
- Yoganda, M., Hendri, A., & Suprayogi, I. (2019). sKajian Pasang Surut dengan Metode Least Square di Perairan Kabupaten Bengkalis. *Jom FTEKNIK*, 6, 1–9.