

## ANALISIS HARMONIK KONSTANTA PASANG SURUT DI PERAIRAN TELUK BANTEN MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* DAN *ADMIRALTY*

### *HARMONIC ANALYSIS OF TIDAL CONSTANTS IN BANTEN BAY COASTAL WATERS USING THE LEAST SQUARES METHOD AND ADMIRALTY*

Sutarto Sutarto<sup>1</sup>, Dwi Heriyanto<sup>1</sup>, Widodo Setiyo Pranowo<sup>1,2</sup>, Yulianto<sup>1</sup>,  
Nawanto Budi Sukoco<sup>1,3</sup>, Kukuh Suryo Widodo<sup>1,3</sup>, Tasdik Mustika Alam<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Prodi S1 Hidrografi, STTAL, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, BRIN, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Pushidrosal, Jakarta, Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Pertahanan, Jakarta, Indonesia

e-mail : achmadiiswan67@gmail.com

### ABSTRAK

Wilayah pesisir memiliki kondisi fisik laut dengan variasi gelombang pasang surut yang beraneka ragam, seperti yang terjadi pada perairan Teluk Banten dimana terdapat banyak aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan proses oseanografi laut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana karakteristik pasang surut di perairan Teluk Banten yang meliputi data-data yaitu komponen pasang surut, tipe pasang surut dan elevasi muka air menggunakan data model global pada 5 September sampai 3 Oktober 2024. Analisis data menggunakan metode *least square* dan *admiralty* selama 29 piantan sehingga dapat menentukan komponen harmonik pasang surut yaitu  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$  dan perhitungan bilangan formzahl dalam menentukan tipe pasang surut dengan menggunakan *software* Matlab. Hasil dari analisis menggunakan metode *least square* menunjukkan terdapat 32 komponen konstanta pasang surut dengan 26 komponen signifikan, 8 komponen tidak signifikan, didapat nilai bilangan formzahl-nya adalah 2,190667, kemudian analisis menggunakan metode *admiralty* nilai formzahl-nya adalah 2,195. Berdasarkan analisis tersebut tidak terdapat perbedaan yang signifikan sehingga tipe pasang surut di perairan Teluk Banten dari kedua metode tersebut didapat tipe Pasang Surut Campuran Condong Harian Tunggal.

**Kata kunci:** Teluk Banten, Pasang Surut, *Admiralty*, *Least Square*, Konstanta Harmonik.

### ABSTRACT

*Coastal areas have physical conditions of the sea with diverse tidal wave variations, such as those that occur in the waters of Banten Bay where there are many human activities that can cause oceanographic processes. The purpose of this study is to determine how the characteristics of tides in the waters of Banten Bay include data, namely tidal components, tidal types and water level elevations using global model data on September 5 to October 3, 2024. Data analysis using least square and admiralty methods for 29 piantan so as to determine the harmonic components of tides namely  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$  and calculation of formzahl number in determining the type of tide using Matlab software . The results of the analysis using*

*the least square method show that there are 32 components of the tidal constant with 26 significant components, 8 insignificant components, obtained the formzahl number value is 2,190667, then the analysis using the admiralty method the formzahl value is 2,195. Based on this analysis, there is no significant difference so that the type of tides in the waters of Ba*

**Keywords: Banten Bay, Tidal, Admiralty, Least Squares, Harmonic Constants.**

## PENDAHULUAN

Perairan Teluk Banten merupakan salah satu daerah pesisir yang strategis karena di wilayah tersebut terdapat berbagai industri dan pelabuhan sehingga terdapat banyak aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan fisik oseanografi laut perairan tersebut. Karakteristik pasang surut selain disebabkan oleh aktivitas manusia juga disebabkan oleh gaya tarik gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi (Pranowo & Supriadi, 2019). Hal tersebut menyebabkan perubahan elevasi permukaan laut yang terjadi secara periodik sehingga menyebabkan fenomena pasang surut (Wijaya *et al.*, 2020).

Kondisi perairan Teluk Banten yang syarat akan aktivitas dari kapal-kapal yang berlabuh maupun keluar masuk pelabuhan dimana faktor keselamatan sangat diutamakan di perairan tersebut agar menghindari kecelakaan kapal, dengan mengetahui kondisi pasang surut tersebut dapat digunakan sebagai pedoman bagi aktivitas di perairan Teluk Banten, dan mendukung pengembangan daerah pesisir dan pembangunan pantai (Triatmodjo, 1999).

Metode yang sering digunakan dalam peramalan pasang surut ada dua yaitu dengan metode *least square* dan metode *admiralty*, dari kedua metode tersebut akan menghasilkan konstanta harmonik pasang surut sehingga terdapat nilai yang bisa dibandingkan dari kedua data tersebut, dan dapat menghitung bilangan formzahl yang digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut daerah perairan tersebut (Hasna, 2008). Kedua metode tersebut menggunakan tabel

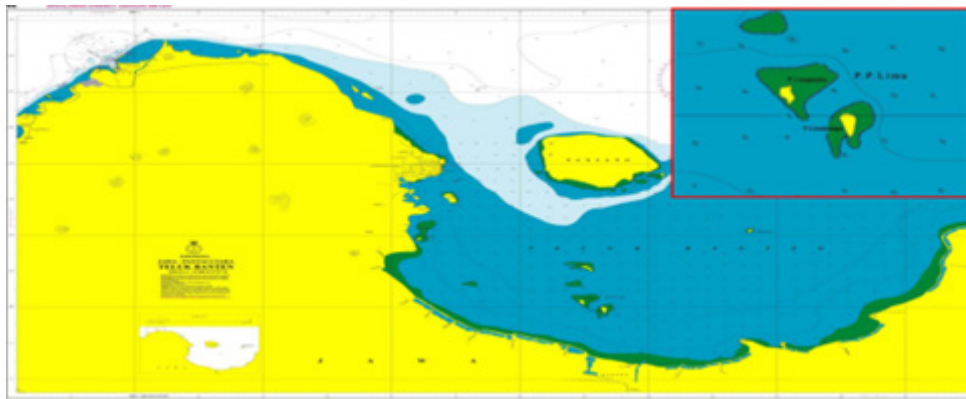
dan skema untuk menghitung amplitudo dan fase komponen harmonik menggunakan pendekatan matematis meminimalkan kesalahan dalam model prediksi (Supriyono *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap konstanta harmonik, dan nilai bilangan formzahl (Boon, 2013) sehingga didapat tipe pasang surut di perairan Teluk Banten yang berguna untuk lalu lintas dan aktivitas di perairan tersebut sehingga tercapainya *zero accident*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan 1 set data primer dari hasil pengukuran langsung (*in situ*) latihan praktek (lattek) Dikspespa Hidros angkatan 22 selama 29 piantan mulai tanggal 5 September 2024 sampai dengan 3 Oktober 2024 di perairan Taluk Banten. Parameter yang diukur dalam pengamatan hanya berupa data pasang surut selama 29 piantan menggunakan peralatan Tide Master yang dipasang di Dermaga Pulau Lima dengan posisi lintang bujur yaitu  $06^{\circ} 00' 10.656''$ LS dan Bujur  $106^{\circ} 09' 20.012''$ BT. seperti yang terdapat pada gambar 1. Selama pengamatan dilakukan dilakukan sesuai dengan standar operasi yang telah ditetapkan yang memperhatikan faktor keselamatan personel dan keamanan peralatan.

Pengolahan data pasang surut dalam penelitian ini menggunakan metode *least square* dan *admiralty* dengan hasil yang didapat berupa konstanta harmonik  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_2$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ , dengan keterangan dari masing-masing konstanta terdapat pada



Gambar 1. Posisi Stasiun Pasut. Sumber : Pushidrosal PLI no 98

tabel 1 (Rawi, 2003). Kemudian hasil dari komponen tersebut dihitung sehingga mendapatkan nilai formzahl dengan formula yaitu  $F = (O_1 + K_1) / (M_2 + S_2)$  dimana  $O_1$  adalah amplitude komponen pasang surut tunggal utama disebabkan gaya bulan,  $K_1$  adalah amplitude komponen pasang surut tunggal utama disebabkan gaya matahari,  $M_2$  adalah amplitude komponen pasang surut ganda utama disebabkan gaya bulan,  $S_2$  adalah konponen pasang surut ganda utama disebabkan gaya matahari (Pranowo & Supriyadi, 2019).

Hasil dari penghitungan bilangan formzahl tersebut dapat menentukan tipe pasang surut yang terdapat pada tabel 2. Selanjutnya untuk mengetahui sejauh mana hubungan diantara kedua metode tersebut dilakukan pendekatan dengan metode analisis kuantitatif dan analisis statistik deskripsi menggunakan penghitungan korelasi dan regresi dari data hasil least square dan admiralty serta melakukan perhitungan kesalahan metode RMSE (Purnaini *et al.*, 2018).

Tabel 1. Konstanta Komponen Harmonik

Komponen	Nama	Pengertian dan Signifikansi
$M_2$	Pasang Semidiurnal Bulan Utama	Komponen terbesar dari pasang semidiurnal, disebabkan oleh gaya tarik bulan.
$S_2$	Pasang Semidiurnal Matahari Utama	Komponen semidiurnal akibat gravitasi matahari, dengan periode 12 jam.
$N_2$	Pasang Semidiurnal Bulan Minor	Hasil dari interaksi bulan dan orbitnya yang eksentrik terhadap bumi.
$K_2$	Pasang Semidiurnal Bulan-Matahari Minor	Pasang minor dengan kontribusi dari bulan dan matahari.
$K_1$	Pasang Diurnal Bulan-Matahari Utama	Komponen utama dari pasang diurnal, mencakup pengaruh gabungan gravitasi bulan dan matahari.
$O_1$	Pasang Diurnal Bulan Utama	Komponen diurnal yang disebabkan oleh bulan.
$P_2$	Pasang Semidiurnal Matahari Minor	Komponen kecil dari pasang semidiurnal akibat efek matahari.
$M_4$	Pasang Harmonik Ke-2 dari $M_2$	Harmonik kedua dari komponen $M_2$ , menunjukkan interaksi nonlinier.
$MS_4$	Interaksi Semidiurnal Bulan dan Matahari	Menggambarkan interaksi antara $M_2$ dan $S_2$ .

Sumber : Rawi, 2003

Tabel 2. Nilai Bilangan Formzahl.

No	Bilangan Formzahl	Jenis Pasang Surut
1	$0.00 < F < 0.25$	Pasang Surut Harian Ganda
2	$0.25 < F < 1.5$	Pasang Surut Campuran Condong Harian Ganda
3	$1.5 < F < 3$	Pasang Surut Campuran Condong Harian Tunggal
4	$F > 3$	Pasang Surut Harian Tunggal

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y_{least\ square} - y_{admiralty})^2}{n}}$$

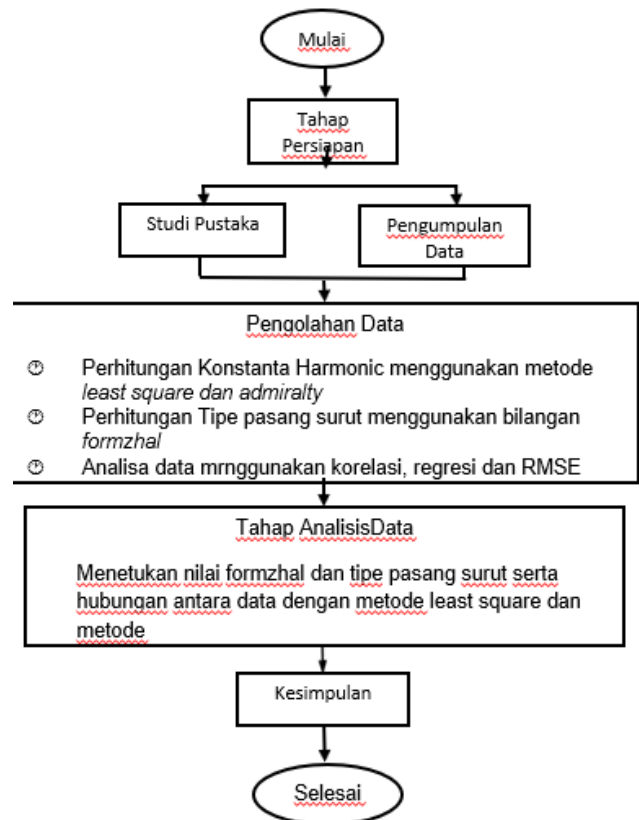
Penelitian dalam analisis ini menggunakan beberapa instrumen seperti Laptop peneliti, Microsoft Office 2010, koneksi internet, Google Earth, dan Peta Laut Indonesia (PLI) nomor 98 dengan koreksi tahun 2019 (Pushidrosal, 2019). Tahapan pengolahan data pada analisis ini dilakukan dalam beberapa tahapan mulai dari tahap persiapan, tahap pengolahan data, tahap analisis data, dan yang terakhir kesimpulan seperti yang terdapat pada Gambar 2.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu, mempermudah dan memberikan gambaran terhadap situasi dan kondisi pasang surut di perairan Teluk Banten sehingga dapat mendukung berbagai kegiatan dan aktivitas bagi masyarakat pada umumnya, dan bagi TNI Angkatan Laut pada khususnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan data pasang surut selama 29 piantan yang kemudian data tersebut diolah menggunakan metode least square didalam aplikasi Matlab didapat grafik pada Gambar 3.

Hasil pengolahan data pasang surut menggunakan *software* matlab 2014, data yang didapat puncak pasang tertinggi pada 23 September 2024 jam 12,00 WIB dengan tinggi elevasi muka air yaitu 170 cm, surut

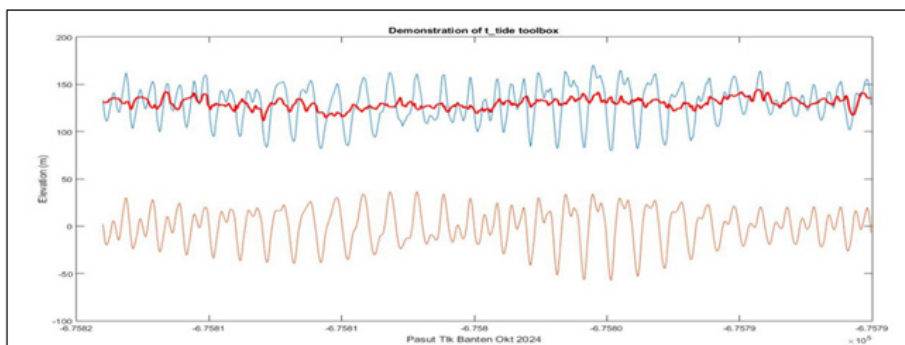


Gambar 2. Diagram Alur Penelitian.

terendah terjadi pada tanggal 24 September 2024 jam 03,00 wib dengan tinggi elevasi muka air yaitu 80 cm.

Konstanta harmonik dari pengolahan menggunakan matlab menghasilkan 32 komponen konstanta harmonik, data signifikan (\*) berjumlah 21 komponen, dan 11 komponen data merupakan data non signifikan seperti yang terdapat pada tabel 3 (Pranowo & Supriyadi, 2019).

Hasil Tabel.3 Hasil Konstanta Pasut Metode Least Quare komponen K1 memiliki amplitudo terbesar 0,258 m, menunjukkan kontribusi signifikan dari komponen ini terhadap pasang surut harian sedangkan komponen S2 bernilai 0,1045 m, menunjukkan kontribusi pasang surut semi-diurnal yang dominan pada komponen K<sub>1</sub> (SNR = 1,90 dB) dan O<sub>1</sub> (SNR = 2,40 dB) sangat signifikan dan tinggi dimana data tersebut menunjukkan bahwa data dapat dipercaya untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 3. Grafik Pasang Surut Metode *Least Square*.

Sebanyak 32 komponen harmonik mempunyai pengaruh yang signifikan. Sumbu tersebut kemudian didapat grafik yang menunjukkan sumbu vertikal mewakili amplitudo pasang surut dalam meter, dimana amplitudo yang memiliki nilai tinggi menunjukkan bahwa komponen tersebut

mempunyai pengaruh yang signifikan. Sumbu horizontal menunjukkan frekuensi komponen pasang surut dalam siklus per jam (cph) yang menunjukkan kecepatan siklus pasang surut, serta garis berwarna biru menunjukkan konstituen yang dianggap signifikan, dan garis

Tabel 3. Hasil Konstanta Pasut Metode *Least Square*

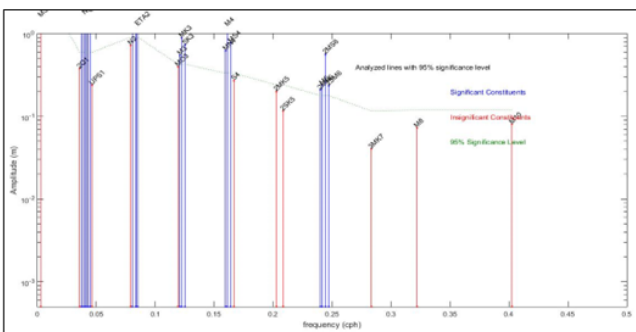
NO	KONSTANTA	AMPLITUDO (m)	PHASE (°)	SNR (dB)
1	MSF	0,0159	300,11	0,13
2	*2Q1	0,0037	65,52	0,4
3	*Q1	0,0331	261,09	31
4	*O1	0,0921	288,93	240
5	*NO1	0,0217	93,24	93,24
6	*P1	0,0854	164,82	210
7	*K1	0,2580	157,75	1900
8	*J1	0,0188	197,31	10
9	*OO1	0,0180	93,75	9,2
10	*UPS1	0,0024	162,82	0,16
11	*N2	0,0072	322,33	0,64
12	*M2	0,0072	336,21	37
13	*S2	0,1045	267,73	130
14	*K2	0,0284	290,13	9,8
15	ETA2	0,0123	343,38	1,8
16	MO3	0,0040	237,85	0,87
17	*M3	0,0055	225,08	1,6
18	MK3	0,0089	231,72	4,3
19	*SK3	0,0073	9,49	2,9
20	*MN4	0,0062	351,68	3,5
21	*M4	0,0121	42,36	13
22	*MS4	0,0078	352,14	5,4
23	S4	0,0027	253,60	0,66
24	2MK	0,0020	88,97	0,69
25	2SK	0,0012	143,28	0,23
26	2MN	0,0021	215,56	1,4
27	*M6	0,0024	266,38	1,8
28	*2MS	0,0056	232,97	9,8
29	*2SM	0,0023	194,35	1,7
30	3MK7	0,0004	163,72	0,12

berwarna merah dianggap tidak signifikan sebagaimana yang terdapat pada gambar 4.

Hasil perhitungan bilangan formzahl dari metode least square didapat yaitu  $F=2,190667$ , dengan tipe pasang surut di perairan Teluk Banten Campuran Condong Harian Tunggal. Berikutnya pengolahan data menggunakan metode admiralty menggunakan *software excel* seperti yang terdapat pada Gambar 5.

Terlihat pada gambar tersebut dengan pola grafiknya yaitu adanya dua puncak pasang (*high tide*) dan dua lembah surut (*low tide*) setiap harinya, menunjukkan karakteristik pasang surut semi-diurnal dimana tunggang air maksimum pasang surut (perbedaan antara pasang tertinggi dan surut terendah) mencapai sekitar 80 cm. Hasil dari pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty didapat data konstanta harmonik sebanyak 9 data seperti yang terdapat pada Tabel 4.

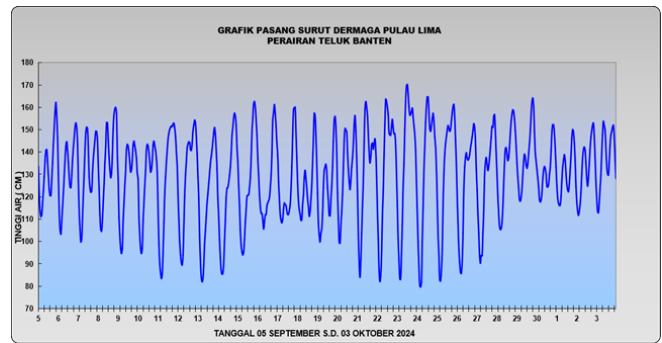
Pengolahan data pasang surut periode 5 September sampai dengan 3 Oktober 2024 berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh dari metode admiralty dihasilkan variasi nilai data pasang surut antara lain ketinggian air rata-rata diperaian Teluk Banten adalah 130 cm, komponen  $K_1$  dengan amplitudo 25 cm



Gambar 4. Grafik Analisis Amplitudo.

Tabel 4. Hasil Nilai Konstanta Harmonik Perhitungan Admiralty

	$S_0$	$M_2$	$S_2$	$N_2$	$K_1$	$O_1$	$M_4$	$MS_4$	$K_2$	$P_1$
<b>A (cm)</b>	130	6	10	0	25	10	2	1	3	8
<b>g °</b>		190	276	348	159	138	124	213	276	159



Gambar 5. Pasang Surut Metode Admiralty.

menunjukkan pengaruh rotasi bumi terhadap pasang surut di daerah ini sedangkan komponen  $S_2$  amplitudo 10 cm dan  $M_2$  amplitudo bernilai 6 cm adalah komponen pasut semi-diurnal, di mana  $S_2$  terkait dengan pengaruh matahari dan  $M_2$  terkait dengan pengaruh bulan sehingga pengaruh matahari lebih dominan lokasi ini.

Menurut (Supriyono *et al.*, 2015) dalam perhitungan komponen pasut dengan menggunakan metode admiralty dan metode least Square menghasilkan nilai amplitudo yang berbeda tetapi nilainya saling mendekati, berdasarkan dari hasil pengolahan menggunakan kedua metode tersebut metode least square akan menghasilkan lebih banyak komponen, maka 9 komponen utama metode admiralty yang akan menjadi patokan terdapat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 tidak terdapat perbedaan nilai konstanta yang signifikan.

Pada tabel 6 didapat kesamaan tipe pasang surut yaitu campuran condong ke harian tunggal walaupun terdapat selisih hasil bilangan formzahl yang tidak signifikan.

Kedua metode tersebut menghasilkan nilai SO yang sama yaitu 130 cm dan nilai bilangan formzahl yang meyerupai, yaitu

Tabel 5. Hasil Amplitudo (A) dan fase (g) Metode *Least Square* dan *Admiralty*

No	Metode	Admiralty		Least Square	
		A (cm)	g °	A (cm)	g °
1	S0	130		130	
2	M2	6	190	5	336
3	S2	10	276	10	267
4	N2	0	348	0	322
5	K1	25	159	25	157
6	O1	10	138	9	288
7	M4	2	124	1	42
8	MS4	1	213	0	352
9	K1	3	276	2	157
10	P1	8	159	8	164

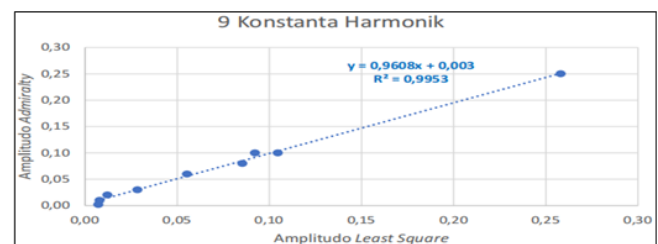
2,195 menggunakan metode *admiralty* dan 2,190667 menggunakan metode *least square*, ini menunjukkan bahwa kedua metode sangat konsisten dalam melakukan perhitungan bilangan formzahl yang nantinya akan menentukan jenis pasang surut dari perhitungan tersebut, meskipun terdapat perbedaan kecil diantara hasil perhitungan kedua metode tersebut. Perbedaan ini tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan dalam menentukan prediksi dan tipe pasang surut di wilayah perairan Teluk Banten, sehingga kedua metode ini sangat berhubungan yang dibuktikan juga dengan melakukan perhitungan analisa regresi dan korelasi diantara kedua data tersebut seperti yang terdapat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara nilai amplitudo hasil perhitungan menggunakan metode *admiralty* dengan metode *least square* bernilai linier dengan kemiringan mendekati nilai satu, menunjukkan bahwa kedua data tersebut sangat bergubungan dan mempunyai korelasi yang sama, namun terdapat nilai *offset* konstan yang tidak signifikan yaitu bernilai +0,003 dengan

intersep sebesar 0,003 yang menandakan bahwa ketika amplitudo yang dihitung dengan metode *least square* adalah nol sedangkan nilai amplitudo dari perhitungan metode *admiralty* sedikit lebih tinggi yaitu bernilai 0,003.

Nilai dari korelasi kedua data tersebut yaitu  $R_2=0,9953$  yang menunjukkan korelasi yang sangat kuat antara kedua data tersebut dikarenakan nilai-nya mendekati satu. Kemudian dari kedua data tersebut dilaksanakan perhitungan nilai kesalahan menggunakan metode RMSE, nilai kesalahan antara kedua data tersebut yaitu RMSE = 0,0004 menunjukkan bahwa perhitungan menggunakan metode *admiralty* dengan perhitungan menggunakan metode *least square* sangat kecil mendekati nol, hal tersebut berarti dari kedua metode tersebut sangat akurat dan memiliki hubungan yang sangat kuat.

Kedudukan permukaan laut yang didapat selama pengamatan dengan rentang waktu 29 piaman menghasilkan *Highest High Water Spring* (HHWS) adalah nilai muka laut tertinggi sepanjang data pengamatan dengan nilai 90 cm untuk metode *admiralty* dan 85 cm untuk metode *least square*, dan *Mean Sea Level* (MSL) atau nilai rata-rata dari pengamatan muka air laut adalah 130 cm, sedangkan untuk *Lowest Low Water Spring* (LLWS) atau nilai angka muka air laut terendah yang diperoleh



Gambar 6. Analisa Regresi Linear.

Tabel 6. Hasil Perhitunng Bilangan Formzahl

No	Metode	S0 (cm)	Formzahl	Tipe Pasang Surut
1	<i>Admiralty</i>	130	2,195	Campuran condong ke harian tunggal ( <i>mixed semi-diurnal</i> )
2	<i>Least Square</i>	130	2,190667	Campuran condong ke harian tunggal ( <i>mixed semi-diurnal</i> )

dari data pengamatan dengan nilai 65 cm untuk metode *admiralty* dan 70 cm untuk metode *least square*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data menunjukkan bahwa nilai konstanta harmonik komponen M<sub>2</sub> sangat dominan menunjukkan komponen tersebut berpengaruh paling signifikan terhadap pergerakan air laut, sehingga pasang surut di lokasi tersebut bersifat semi-diurnal dengan nilai konstanta harmonik komponen O<sub>1</sub> dan K<sub>1</sub> lebih dari nilai komponen M<sub>2</sub>.

Hasil perhitungan terhadap komponen harmonik tersebut menghasilkan nilai bilangan formzahl dari pasang surut di perairan tersebut, dimana berdasarkan perhitungan metode *admiralty* maupun metode *least square* sama-sama menghasilkan tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal. Selama pengamatan diperoleh informasi rata-rata nilai HHWS adalah 90 cm untuk metode *admiralty* dan 85 cm metode *least square*, dan nilai MSL adalah 130 cm untuk kedua metode, serta nilai LLWS 65 cm metode *admiralty* dan 70 cm metode *least square*.

Selisih nilai konstanta harmonik diantara kedua metode bernilai -0,00434 menandakan bahwa kedua metode tersebut sama-sama akurat walaupun menghasilkan jumlah konstanta yang berbeda. Hal tersebut juga dibuktikan dari perhitungan analisa korelasi regresi dengan nilai korelasi dari kedua data tersebut yaitu  $R_2=0,9953$  menandakan korelasi yang sangat kuat diantara kedua data tersebut dengan nilai kesalahan dari kedua data tersebut dengan nilai RMSE 0,0004 yang menandakan bahwa kesalahan yang terjadi dari kedua data tersebut sangat minim karena mendekati nol. Dengan demikian hasil dari pengolahan data dengan metode *admiralty* maupun dengan menggunakan metode *least square* dapat digunakan dan data yang dihasilkan akurat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama, data yang diperoleh merupakan hasil pengamatan secara langsung dari siswa Pendidikan Spesialisasi Hidro-Oseanografi (Diskpespa) angkatan 22 tahun 2024 yang dibiayai oleh Pusat Pendidikan Hidro-Oseanografi TNI AL. Ucapan terimakasih ditujukan kepada seluruh siswa dikspespa Hidro-Oseanografi, seluruh mahasiswa dan Dosen S1 Prodi Hidrografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) yang telah banyak memberikan saran dan arahan didalam penyusunan dan pengolahan data. Penulisan artikel ilmiah ini merupakan bagian dari mata kuliah hitung perataan. Analisis data dilakukan di Laboratorium Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boon, J. D. (2013). *Secrets of the tide: tide and tidal current analysis and predictions, storm surges and sea level trends*. Elsevier.
- Hasna, N. R. (2008). *Perbandingan Metode Least Square (Program World Tides dan Program TIFA) dengan Metode Admiralty dalam Analisis Pasang Surut*. Institut Negeri Bandung, Bandung.
- Purnaini, R., Sudarmadji, S., & Purwono, S. (2018). Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Salinitas di Sungai Kapuas Kecil. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(2), 021-029
- Pranowo, W., & Supriyadi, E. 2019. Tidal Analysis in Pamenugpeuk, Belitung, and Sarmi Waters Based on Admiralty Method. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 19(1), 29–38.
- Prayogo, L. M., & Suspidayanti, L. (2021). Study of Tidal Characteristics in The South and North Coastal of Sumenep



Regency, Madura. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 30–44.

Pushidrosal. 2019. Peta Laut Indonesia No 98 Koreksi tahun 2019.

Rawi, S. (2003). Teori Umum Pasut. Diklat Kuliah Jurusan Hidro-Oseanografi, STTAL, Jakarta.

Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (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.

Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.

Wijaya, P. K., Sugianto, D. N., Muslim, M., Ismanto, A., Atmodjo, W., Widiaratih, R., & Hariyadi, H. (2019). Analisis Genangan Akibat Pasang Air Laut di Kabupaten Brebes. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1), 6-12.

