

KOMPARASI KARAKTER PASANG SURUT DI PERAIRAN MEULABOH ANTARA ANALISIS *LEAST SQUARE* DAN *ADMIRALTY*

COMPARISON OF TIDAL CHARACTER IN MEULABOH COASTAL WATERS BETWEEN *LEAST SQUARE* AND *ADMIRALTY* ANALYSIS

Yusuf Wibowo¹, Widodo S. Pranowo^{1,2}, Yulianto¹, Dwi Jantarto^{1,3}, Tasdik Mustika Alam^{1,4}

¹Prodi S-1 Hidrografi, STTAL, Jakarta Utara, Indonesia

²Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bandung, Indonesia

³Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut, Pushidrosal, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

⁴Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Kabupaten Bogor, Indonesia

e-mail : : ywibowo42@gmail.com

Diterima tanggal: 29 November 2024 ; diterima setelah perbaikan: 04 Februari 2025 ; Disetujui tanggal: 07 Februari 2025

ABSTRAK

Data pasang surut memiliki peranan penting dalam berbagai bidang seperti Hidrografi, Oseanografi, proyek rekayasa, perikanan, pariwisata, dan penanggulangan bencana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data pasang surut di perairan Meulaboh, Aceh dengan memanfaatkan software metode *Least Square* dan metode *Admiralty* sebagai pendekatan komparatif. Data diambil melalui observasi selama 29 hari. Analisis ini mengidentifikasi nilai konstanta harmonik, karakteristik tipe pasang surut dan elevasi muka air rencana. Hasil penelitian menunjukkan nilai konstanta harmonik yang sangat erat antara kedua metode dengan nilai regresi R^2 sebesar 0,9954 dan nilai korelasi sebesar 0,997. Dari perhitungan nilai Fomzahl (F), menghasilkan nilai F dari metode Admiralty 0,658 sedangkan metode Least Square yaitu 0,613. Dari kedua nilai F tersebut digolongkan tipe pasut campuran dengan kecenderungan harian ganda.

Kata kunci: Pasang Surut, Metode *Least Square*, *Admiralty*, Meulaboh.

ABSTRACT

Tidal data plays an important role in various fields such as Hydrography, Oceanography, engineering projects, fisheries, tourism, and disaster management. This study aims to analyze tidal data in the waters of Meulaboh, Aceh, utilizing the Least Square method and the Admiralty method as comparative approaches. Data were collected through 29 days of observation. This analysis identifies harmonic constant values, tidal type characteristics, and planned water level elevations. The results of the study indicate a strong relationship between the harmonic constants of both methods, with an R^2 regression value of 0.9954 and a correlation coefficient of 0.997. From the Fomzahl (F) calculation, the Admiralty method yielded an F value of 0.658, while the Least Square method yielded an F value of 0.613. Based on these F values, the tidal type is classified as a mixed tide with a semidiurnal dominance.

Keywords: Tides, *Least Square* metod, *Admiralty*, Meulaboh.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak perbedaan tinggi dan tipe Pasang Surut (Pasut). Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan jarak dan posisi relative Bumi, Bulan, dan Matahari, bentuk garis pantai, lebar selat, kedalaman dan luas perairan, gesekan dasar laut dan adanya Rotasi Bumi. Data Pasut merupakan data yang sangat berguna. Pertama, pada bidang hidrografi digunakan untuk menentukan *Chart datum*, MSL, penentuan Zo pada peta, buku prediksi Pasut dan koreksi surutan pada pemeruman. Kedua, pada bidang rekayasa digunakan untuk menentukan tinggi konstruksi, waktu pengerjaan proyek dan membuat pemodelan. Ketiga, pada bidang perikanan digunakan untuk menentukan waktu penangkapan ikan. Keempat, pada bidang pariwisata digunakan untuk membuat jadwal terbaik bagi wisatawan untuk menikmati keindahan laut dan pantai. Kelima, pada bidang penanggulangan bencana di implementasikan pada sistem peringatan dini bahaya sunami (*Tsunami Early Warning System*) (Windiastik *et al.*, 2019).

Analisis Konstanta Harmonik Pasang Surut sangat dibutuhkan dalam beberapa aspek, seperti penentuan jumlah surutan, penentuan tipe pasang surut dan penentuan prediksi Pasut. Metode *Admiralty*, yang telah digunakan dalam hidrografi, memberikan 9 (Sembilan) konstanta harmonik (Ongkosongo & Suyarso (1989).

Sedangkan Metode *Least Square* dengan *Software T-Tide* 1,03 Beta adalah software yang dirancang untuk analisis pasang surut yang memiliki fitur tambahan untuk koreksi fase berdasarkan waktu pengamatan yang ditentukan pengguna, yang memudahkan dalam prediksi siklus pasang surut pada lokasi tertentu (Pawlowicz *et al.*, 2002). Penelitian ini melakukan analisis perbandingan antara kedua metode. Dengan metode yang berbeda dan mendukung

validasi data yang diperoleh dari *T-Tide* (Kurniawan, 2022). Metode ini juga memungkinkan perhitungan regresi linier yang memperkuat korelasi data. Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan memberikan gambaran tentang karakter Pasang Surut di suatu perairan dengan menggunakan dua metode sehingga dihasilkan data yang tepat, akurat dan cepat. Meulaboh merupakan salah satu tempat terdampak Tsunami tahun 2004, sehingga pentingnya data pasang surut dalam mendukung kecepatan, ketepatan pada sistem peringatan dini Tsunami.

BAHAN DAN METODE

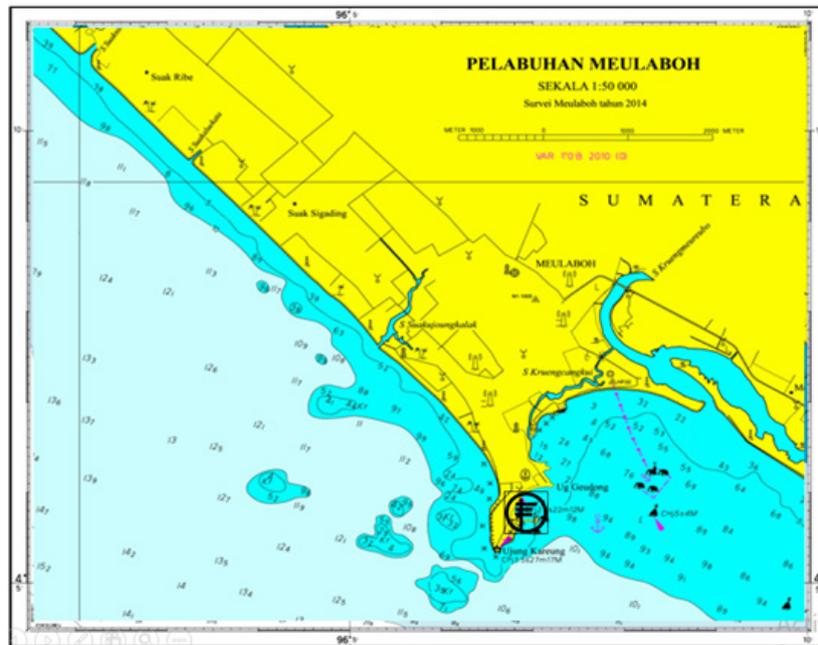
Lokasi Penelitian

Perairan Meulaboh merupakan wilayah di Pesisir barat dari Provinsi Aceh. Suatu wilayah yang terletak pada lintang $08^{\circ} 04' 48.54''$ LS dan bujur $127^{\circ} 08' 47.34''$ BT (Gambar 1).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras berupa Alat ukur pasang surut (*Tide Master Pressure*), Laptop dan alat tulis. Sedangkan perangkat lunak berupa Microsoft Excel dan Matlab. Data yang digunakan adalah data survei di perairan Meulaboh pada tanggal 27 April sampai dengan 24 Mei 2014 dengan interval pengambilan data (1) satu jam yang dilaksanakan oleh Tim Survei Pushidrosal.

Pengolahan dan analisis data penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidro-Oceanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) Kelapa Gading Barat Jakarta. Metode pengolahan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan Metode *Admiralty* dan metode Kuadrat terkecil (*Least Square*). Menurut (Pawlowicz *et al.*, 2002) di dalam (Amalina *et al.*, 2019) Matlab *Toolbox (T-Tide-V1.3beta)*, merupakan suatu alat bantu yang digunakan untuk melakukan analisis harmonik metode *Least Square*



Gambar 1. Lokasi observasi pengukuran pasang surut di Meulaboh.
 Figure 1. The location of measurement of the tide on Meulaboh.

dengan koreksi nodal, pemisahan residu dan kesimpulan. Data pasang surut hasil observasi diolah dengan metode *Admiralty* untuk mendapatkan nilai S0 dan 9 (Sembilan) konstanta harmonik (M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, dan P1). Selanjutnya data observasi diolah menggunakan metode *Least Square*. Dihasilkan 32 (tiga puluh dua) konstanta harmonik dengan 20 (dua puluh) konstanta bernilai signifikan.

Metode Analisis

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara melaksanakan pengolahan data pasang surut menggunakan 2 (dua) metode, yaitu metode *Least Square* dan Metode *Admiralty*. Hasil pengolahan kedua metode tersebut menghasilkan konstanta-konstanta harmonik berupa amplitudo dan fase. Dari perhitungan selanjutnya dihasilkan nilai Fomzahl dan nilai muka air rencana. Kemudian melaksanakan perbandingan meliputi nilai Fomzahl, tipe pasang surut, nilai muka air rencana, serta menghitung nilai regresi dan korelasi 9 konstanta harmonik, nilai amplitudo dari hasil kedua konstanta harmonik dilaksanakan perbandingan nilai regresi dan korelasinya.

Data pasang surut observasi dari stasiun pasang surut dilaksanakan pengolahan untuk mendapatkan konstanta pasang surut M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1. Setelah didapatkan data komponen harmonik pasang surut dari masing-masing metode, selanjutnya dapat diperoleh tipe atau jenis pasang surut dengan menggunakan rumus bilangan Formzahl (F) (Ongkosongo *et al.*, 1989).

$$F = \frac{A(K1)+A(O1)}{A(M2)+A(S2)} \dots\dots\dots 1)$$

- dimana,
 F = Bilangan Formzahl.
 O1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan.
 K1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya.
 M2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan.
 S2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya.

Menurut Triatmodjo (2003), tipe pasang surut dibagi menjadi empat berdasarkan pola gerakan muka laut dan nilai bilangan Fomzahl,

yaitu:

- Pasut harian ganda (semi diurnal tide), $F \leq 0,25$.
- Pasang surut campuran condong harian ganda (Mixed Semi Diurnal) $0,25 < F \leq 1,5$.
- Pasang surut campuran condong harian tunggal (Mixed Diurnal), $1,5 < F \leq 3$.
- Pasut harian tunggal (diurnal tide), $F > 3$.

Chart datum (muka surutan) adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun peramalan pasut yang umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Ongkosongo, 1989). *Chart datum* dapat dihitung menggunakan mean sea level dan amplitudo konstanta pasut.

Contoh dari *Chart datum* berdasarkan standar 104 (IHO, 2024), adalah MHWN, MLWN, MHWS, MLWS, HAT, MSL dan LAT :

1. Mean High Water Neap (MHWN) adalah rata-rata muka air tertinggi pada saat pasut bulan mati.
2. Mean Low Water Neap (MLWN) adalah muka air terendah pada saat pasut atau bulan mati.
3. Mean High Water Spring (MHWS) adalah nilai rata-rata muka air tinggi pada saat terjadinya spring tide.
4. Mean Low Water Spring (MLWS) adalah nilai rata-rata muka air rendah pada saat terjadinya spring tide.
5. High Astronomical Tide (HAT) adalah muka air laut tertinggi.
6. Low Astronomical Tide (LAT) adalah muka air laut terendah.
7. Mean Sea Level (MSL) adalah muka air rata-rata.

Berikut ini perhitungan *Chart datum* yang akan ditunjukkan dari persamaan (Ghosh, 1998):

- HAT = $(S_0 + \sum a_i)$ 2)
- MHWS = $S_0 + (AM_2 + AS_2) + (AK_1 + AO_1)$.3)
- MHWN = $S_0 + (AK_2 + AS_2)$ 4)
- MSL = S_0 5)
- MLWN = $S_0 - (AK_2 + AS_2)$ 6)

$$MLWS = S_0 - (AM_2 + AS_2) + (AK_1 + AO_1) \dots 7)$$

$$LAT = (S_0 - \sum a_i) \dots 8)$$

$$Z_0 = S_0 - 1,2 (AS_2 + AM_2 + AK_2) \dots 9)$$

Keterangan:

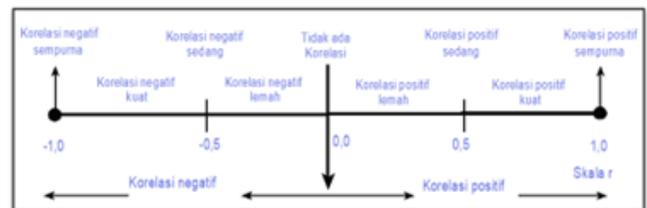
- S_0 : Mean Sea Level (meter)
- AM_2 : Amplitudo konstanta M2 (meter)
- AS_2 : Amplitudo konstanta S2 (meter)
- AK_1 : Amplitudo konstanta K1 (meter)
- AO_1 : Amplitudo konstanta O1 (meter)
- $\sum a_i$: Jumlah amplitudo konstanta pasut (meter)

Analisis Korelasi adalah suatu teknik statistika yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan atau korelasi antara dua variabel (Pranowo, 2016). Dengan membandingkan 9 (Sembilan) amplitude konstanta harmonik hasil pengolahan dengan metode *Admiralty* dan metode *Least Square*, sehingga didapatkan nilai korelasinya. Dengan adanya nilai korelasi tersebut, dapat dipilih salah satu metode dalam pengolahan data pasang surut. Korelasi dapat dihitung dengan rumus :

$$r = \frac{(n \sum xy - (\sum x)(\sum y))}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \dots 10)$$

Dimana:

- r : Nilai koefisien korelasi
- $\sum X$: Jumlah pengamatan variabel X
- $\sum Y$: Jumlah pengamatan variabel Y
- $\sum XY$: Jumlah hasil perkalian variabel X dan Y
- $(\sum X^2)$: Jumlah kuadrat dari pengamatan variabel X
- $(\sum Y^2)$: Jumlah kuadrat dari jumlah



Gambar 2. Hubungan atau Korelasi antara Dua Variabel.

Figure 2. Relationship or correlation between two variable.

pengamatan variabel X
 $(\sum Y^2)$: Jumlah kuadrat dari pengamatan variabel Y
 $(\sum Y)^2$: Jumlah kuadrat dari jumlah pengamatan variabel Y
n : Jumlah pasangan pengamatan Y dan X

$$y = a + bx \dots\dots\dots 11)$$

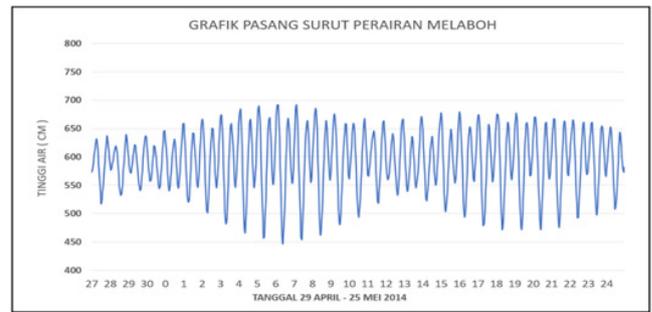
Keterangan:
a = Konstanta
b = Koefisien regresi
Y= Variabel dependen (variabel tak bebas)
X = Variabel independen (variabel bebas)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan selama 29 hari diolah dengan metode *Admiralty*. Dari pengolahan tersebut dihasilkan nilai S0 dan 9 konstanta harmonik yang berisi Amplitudo (cm) dan fase (°). Langkah selanjutnya yaitu mengolah data dengan metode *Least Square* menggunakan perangkat lunak Matlab. Data yang diinput ke dalam Matlab berupa format excel, berisi waktu (dalam bentuk number) dan tinggi air. Dihasilkan nilai S0 dan 20 konstanta harmonik signifikan, tampilan gambar berupa grafik elevasi dari data yang diolah, grafik data setelah pengolahan yang bebas dari residu, grafik nilai amplitudo konstanta harmonik dan grafik selisih antara asli dan prediksi.

Analisa data pasang surut dengan metode Admiralty

Nilai S0 yang dihasilkan adalah sebesar 593 cm, dan nilai konstanta harmonik lainnya dalam Tabel 1.



Gambar 3. Grafik hasil dari *Admiralty*.
Figure 3. Graph results from *Admiralty*.

Dengan rumus
 $F = (AK1+AO1) / (AM2+AS2)12)$
 $F = (31+21) / (59+20)$
 $F = 0,658$

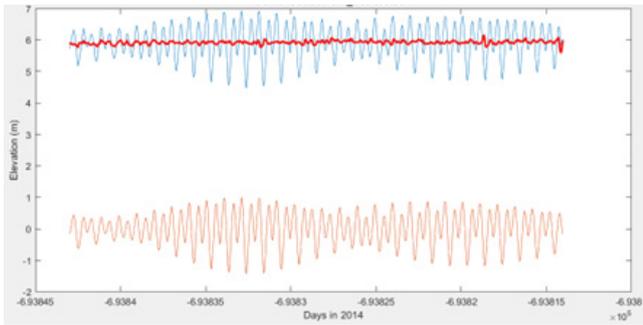
Dengan teori ($0,25 < F \leq 1,5$) termasuk tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Nilai konstanta tertinggi adalah M2 menunjukkan bahwa Konstanta M2 berhubungan dengan komponen pasang surut semi-diurnal, yaitu pasang surut yang terjadi dua kali dalam sehari, dengan periode sekitar 12 jam 25 menit. Komponen ini disebabkan oleh pengaruh gravitasi bulan terhadap bumi. Dari Gambar 3 diketahui nilai elevasi maksimal adalah 692 cm dan nilai elevasi minimum 447 cm sehingga tunggang air tertinggi adalah senilai 245 cm.

Analisa data pasang surut dengan metode Least Square

Besarnya nilai S0 disebut juga *Mean Sea Level* yang dihasilkan dari pengolahan secara *Least Square* adalah sebesar 593 cm. Dari perhitungan nilai Fomzahl diperoleh nilai 0,613 sehingga tipe pasang surutnya masuk dalam kategori campuran condong harian ganda.

Table 1. Nilai konstanta harmonik berdasarkan analisis *Admiralty*
Table 1. Harmonic constant value based on admiralty analysis

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (CM)	593	59	20	13	31	21	3	1	5	10
Fase(°)		304	94	72	135	27	5	213	94	135



Gambar 4. grafik hasil dari *Least Square*.
Figure 4. Graph results from *Least Square*.

Berdasarkan Gambar 4, grafik warna biru dapat diketahui grafik elevasi tinggi air dengan satuan meter berbanding waktu pengamatan dengan satuan jam dari data observasi (*raw data*) sedangkan grafik warna merah tebal di tengahnya merupakan residu (*non pasang surut*). Grafik warna merah tipis bagian bawah merupakan grafik pasang surut prediksi (terbebas dari residu).

Tabel 2. Nilai konstanta harmonik signifikan berdasarkan analisis *Least Square*
Table 2. Constant value harmonic significant based on analysis of the least square

NO	Tide	Amp (Meter)	Phase (°)	SNR (dB)
1	2Q1	0,011	348,04	2,1
2	Q1	0,037	247,26	23
3	O1	0,193	142,46	620
4	NO1	0,018	213,74	5,5
5	P1	0,093	143,88	140
6	K1	0,281	136,81	1300
7	J1	0,021	81,77	7,1
8	N2	0,116	166,44	100
9	M2	0,592	66,38	2700
10	S2	0,18	95,13	2500
11	K2	0,049	117,53	19
12	ETA2	0,030	13,01	6,8
13	MK3	0,009	192,91	1,2
14	MN4	0,012	338,77	7,6
15	M4	0,027	244,38	41
16	MS4	0,016	304,46	15
17	2MK5	0,008	273,44	3,1
18	M6	0,006	168	3,2
19	2MS6	0,008	192,52	5
20	M8	0,003	10,6	5,6

Pada amplitudo nilai konstanta harmonik tertinggi adalah M2 0,592 dan nilai terendah pada M8 0,003 (Tabel 2). Tingginya ilia M2 adalah komponen pasang surut semi-diurnal yang paling domain. M2 dipegaruhi oleh adanya gravitasi Bulan kepada Bumi. Nilai konstanta harmonik (phase) tertinggi adalah 2Q1 konstanta pasang surut yang terjadi akibat interaksi antara gravitasi bulan dan matahari yaitu sebesar 348,04 dan terendah pada M8 yaitu kostanta yang berhubungan dengan pengaruh pasang surut yang lebih kompleks akibat interaksi dengan orbit bulan dan gerakan bumi sebesar 10,6 (Tabel 2). Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) tertinggi adalah M2 (dB) dan terendah nilai MK3 atau konstanta yang terkait dengan variasi lebih panjang dalam gerakan bulan dan pengaruhnya terhadap pasang surut di lautan bumi sebesar 1,2 dB. Perbandingan konstanta harmonik hasil dari metode *Least Square* dan *Admiralty* dapat dihasilkan Amplitudo nilai RMSE 0,015. Sedangkang nilai korelasi sebesar 0,997 untuk Amplitudo dan 0,630 untuk 0,630.

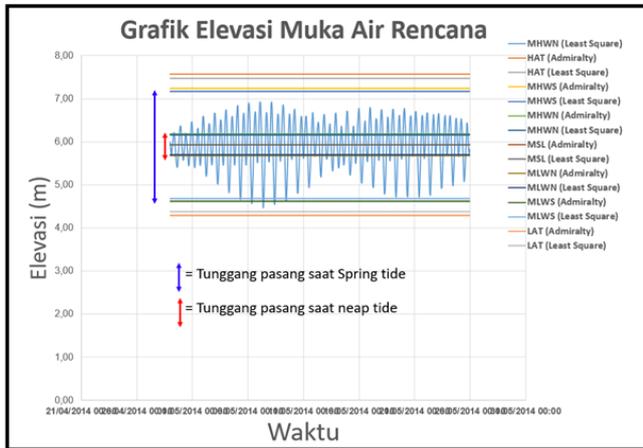
Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan komponen pasang surut melalui perhitungan rumus-rumus. Nilai elevasi muka air rencana hasil pengolahan kedua metode diatas, tidak terdapat selisih pada perhitungan MSL, yakni 5,93 m. Angka ini adalah lebih besar dari MSL yang dihitung oleh (Zuhaira *et al.*, 2020) pada perairan Meulaboh yakni 1,56 m. Nilai Z0 dari metode *Admiralty* 4,93 m, dari metode *Least Square* 4,94 m, lebih kecil jika dibandingkan Z0 pada peta Pushidrosal No. 26 yang dikeluarkan pada desember 2014. Sedangkan untuk elevasi muka air rencana yang lain terdapat nilai selisih yang relative kecil (Tabel 3).

Nilai tunggang pasut tinggi dengan metode *Admiralty* adalah 1,57 m sedangkan *Least Square* 1,54 m. Tunggang pasut rendah dari metode *Admiralty* adalah 3,10 m dan dari hasil *Least Square* 2,93 m.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Elevasi Muka Air Rencana Antara *Admiralty* dan *Least Square*
 Table 3. Comparison of Design Water Surface Elevation Values Between *Admiralty* and *Least Square*

METODE	HAT	MHWS	MHWN	MSL	MLWN	MLWS	LAT	ZO
<i>Admiralty</i> (m)	7,57	7,24	6,18	5,93	5,68	4,62	4,29	4,93
<i>Least Square</i> (m)	7,47	7,17	6,16	5,93	5,70	4,68	4,38	4,94

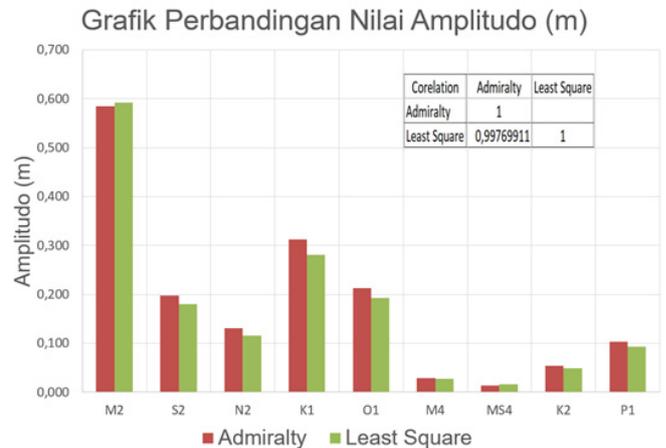


Gambar 5. Grafik elevasi muka air rencana antara metode *Admiralty* dan *Least Square*.
 Figure 5. Water surface elevation chart between the admiralty method and the least square.

Regresi dan korelasi hasil data dari kedua metode

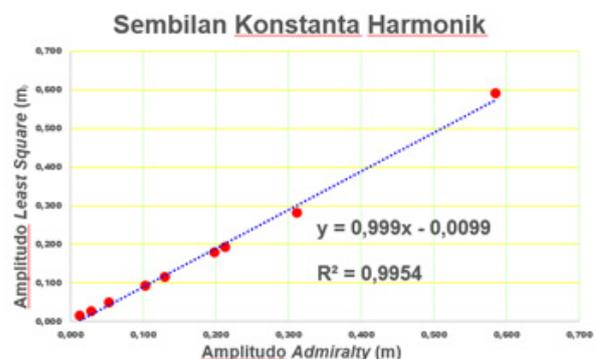
Sesuai dengan nilai perhitungan konstanta harmonik antara metode *Admiralty* dan *Least Square* diperoleh dari nilai amplitudo nilai korelasi 0,997 sesuai (Gambar 4) dan regresi 0,972 yang ditampilkan pada, Gambar 5.

Dari grafik perbandingan nilai amplitudo 9 konstanta harmonik (amplitudo) diketahui dengan metode *Admiralty* sebanyak 77,78 % bernilai dominan lebih besar dibandingkan dengan metode *Least Square*. Nilai konstanta tertinggi adalah M2 dari metode *Least Square* dan nilai terendah Konstanta harmonik MS4 dari metode *Admiralty*. Selisih nilai terbesar nilai konstanta harmonik adalah nilai K1 0,031-meter dan nilai selisih terendah adalah nilai M4 0,002 meter. Secara keseluruhan konstanta hasil dari metode *Admiralty* dan konstanta hasil dari metode *Least Square* memiliki pola yang sangat berdekatan dan hampir identik dengan nilai korelasi 0,99769911.



Gambar 6 grafik perbandingan nilai konstanta harmonik (amplitudo).
 Figure 6. Comparison graph of the value of the harmonic constant (amplitude).

Nilai $R^2 = 0,9954$ menunjukkan bahwa 99,54% menunjukkan hubungan antara nilai amplitudo konstanta harmonik dengan metode *Admiralty* dan metode *Least Square* terikat sangat kuat. Hal Ini menandakan bahwa kedua metode berada pada nilai 0,5 sampai dengan 1,0 yang termasuk dalam korelasi positif kuat.



Gambar 7 grafik perbandingan nilai konstanta harmonik (amplitudo).
 Figure 7. Graph ratio of harmonic constant values (amplitude).

KESIMPULAN DAN SARAN

Perhitungan pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Least Square* menghasilkan 20 konstanta harmonik signifikan dan dengan metode *Admiralty* menghasilkan 9 konstanta harmonik. Dari 9 konstanta harmonik yang meliputi M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1 dari kedua metode memiliki selisih yang relatif kecil, dengan selisih amplitudo terbesar terdapat pada komponen M2 yakni sebesar 0,031 meter. Pengolahan dengan metode *Least Square* menghasilkan nilai Fomzahl 0,613, sedangkan dengan metode *Admiralty* 0,658. Dengan nilai tersebut kedua metode menghasilkan tipe pasang surut yang digolongkan kedalam tipe pasang surut campuran condong harian ganda.

Pada elevasi muka air rencana dari metode *Admiralty* dihasilkan tunggang air pada saat spring tide sebesar 2,62 m dan tunggang air pada saat neap tide 0,50 m. Sedangkan dari hasil metode *Least Square* dihasilkan tunggang air saat spring tide sebesar 2,49 m pada metode dan tunggang air pada saat neap tide 0,046 m. Pengolahan data menggunakan metode *Admiralty* maupun metode *Least Square* menghasilkan data yang memiliki nilai konstanta harmonik yang sangat berkorelasi dengan nilai korelasi 0,997 dan nilai regresi 0,972.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Ucapan terimakasih ditujukan kepada seluruh Dosen S1 Prodi Hidrografi dan Mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) yang banyak memberikan arahan dalam penyusunan dan pengolahan data. Pengolahan dan analisa data dilakukan di Laboratorium Kampus Prodi Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalina, A. D., Atmodjo, W., & Pranowo, W. S. (2019). Karakteristik Pasang Surut Di Teluk Jakarta Berdasarkan Data 253 Bulan. *Jurnal Riset Jakarta* 12(1), 25-36. doi:https://doi.org/10.37439/jurnaldr.d.v12i1.7
- Ghosh, S. N. 1. (1998). *Tidal Hydraulic Engineering*. Rotterdam: A A Balkema Publishers.
- International Hydrographic Organization. 2024. S-104 Water Level Information For Surface Navigation Edition 2.0.0 – December 2024.
- Kurniawan, A. P., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2019). Analisis Data Pasang Surut Di Pantai Sindulang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(5), 567-574.
- Ongkosongo, O. S. R., & Suyarso. (1989). *Pasang Surut*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta, 257 hlm.
- Pawlowicz, R., Beardsley, B., & Lentz, S. (2002). Classical Tidal Harmonic Analysis Including Error Estimates in Matlab Using T_Tide. *J. Pergamon*, 28, 929-937
- Pranowo, W. (2016). BAB I. Kesalahan Pengamatan. S1 Teknik Hidrografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut. 37 pp.
- Triatmodjo, B. (2003). *Pelabuhan*, Edisi Ketiga. Yogyakarta: Beta Offset.
- Windiastik, S. P., Ardhana, N., & Triono, J. (2019). Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis IOT. *Seminar Nasional Sistem Informasi*, 1–7.