

## ANALISIS PASANG SURUT DI TELUK DAVAO FILIPINA MENGGUNAKAN METODE LEAST SQUARE PERIODE OKTOBER 2022

### TIDE ANALYSIS IN DAVAO GULF PHILIPPINES USING LEAST SQUARE METHOD IN OCTOBER 2022

Agya Muhammad Akbar<sup>1</sup>, Widodo Setiyo Pranowo<sup>1,2</sup>, & Agung Bimantara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bandung, Indonesia

e-mail : [agya.akbar@gmail.com](mailto:agya.akbar@gmail.com)

#### ABSTRAK

Teluk Davao yang berada di wilayah yurisdiksi negara Filipina, secara geografis lokasinya berada dekat dengan pulau-pulau terluar di utara Indonesia. Dimana pulau-pulau terluar ini tidak memiliki stasiun pasang surut, sehingga Teluk Davao dianggap dapat merepresentasikan fenomena pasang surut pada pulau-pulau tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe pasang surut pada lokasi penelitian serta mengolah konstanta harmonik pasang surut dengan metode *Least Square* menggunakan perangkat lunak *t\_tide* yang berbasis bahasa pemrograman MatLab. Dari hasil penelitian ini dihasilkan konstanta harmonik sebanyak 32 konstanta yang menghasilkan nilai frekuensi, amplitudo, fase, dan SNR yang selanjutnya dijadikan bahan analisa. Dimana dari 32 konstanta yang didapatkan, 12 konstanta merupakan konstanta signifikan yang didominasi oleh konstanta diurnal. Nilai amplitudo tertinggi berada pada konstanta  $S_2$  dan  $M_2$  (semi-diurnal) sehingga menjelaskan mengapa tipe pasang surut yang didapatkan adalah tipe pasang surut harian ganda. Sedangkan 20 konstanta lainnya merupakan konstanta non-signifikan. Sementara itu hasil penghitungan bilangan Formzahl menunjukkan bahwa Teluk Davao juga bertipe pasang surut harian ganda dengan nilai sebesar 0,230493. Adapun tunggang pasang surut yang didapatkan dari hasil pengolahan dimana nilai maksimum adalah 2,27m dan nilai minimum adalah 0,12m. Sedangkan elevasi pasang surut maksimum yang didapatkan adalah 1,14m dan elevasi pasang surut minimum adalah 0,03m.

**Kata kunci:** pasang surut, metode *Least Square*, konstanta harmonik, Teluk Davao, *t\_tide*.

#### ABSTRACT

*Davao Gulf, which located in the jurisdiction of Philippines, geographically located close to the outermost islands of northern of Indonesia, where these outermost islands do not have tide (sea level) stations, because of that Davao Gulf considered able to represent the tidal phenomenon on these outermost islands. The purpose of this study was to determine type of tides at the research location and to process tidal harmonic constants using Least Square method on t\_tide software based on MatLab programming. The results of this study, 32 harmonic constants were produced, where frequency, amplitude, phase, and SNR values used as analysis materials. Where from the 32 constants obtained, 12 constants are significant constants dominated by*

*diurnal constants, the highest amplitude values coming from  $S_2$  and  $M_2$  constants (semi-diurnal) so it explain why the type of tide obtained is semi-diurnal tides, while the other 20 constants are non-significant constants. Meanwhile, the results of the Formzahl number calculation show that Davao Gulf has a double daily tidal type with a value of 0.230493. The tidal range obtained from the processing results where the maximum value is 2.27m and the minimum value is 0.12m. While the maximum tidal elevation obtained is 1.14m and the minimum tidal elevation is 0.03m.*

**Keywords:** *tides, Least Square method, harmonic constant, Davao Gulf,  $t_{\text{tide}}$ .*

## PENDAHULUAN

Pasang surut air laut merupakan fenomena periodik fluktuasi muka air laut yang terjadi karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Tipe dari pasang surut dapat menentukan periode terjadinya pasang surut tersebut. Dimana pada saat muka air naik disebut pasang, sedangkan disaat air turun disebut surut (Triatmodjo, 2008).

Fenomena ini menjadi penting karena memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aktivitas manusia, khususnya di wilayah pesisir, mulai dari navigasi, perikanan, maupun pembangunan infrastruktur. Analisis terhadap pasang surut air laut memungkinkan untuk memahami pola pergerakan air laut serta memprediksi kondisi pasang surut di masa mendatang, sehingga dapat memaksimalkan dampak bagi kegiatan di wilayah pesisir.

Dalam analisis pasang surut, terdapat beberapa metode berbasis statistik dan permodelan untuk mengidentifikasi konstanta konstanta harmonik yang mempengaruhi perubahan ketinggian air laut. Umumnya metode analisis yang digunakan adalah metode admiralty, yaitu metode yang mampu menguraikan karakteristik level muka air mencakup informasi konstanta harmonik pasang surut, elevasi muka air dan tipe pasang surut (Hendri *et al.*, 2019). Namun pada penelitian ini, metode yang digunakan

adalah metode *Least Square*, dengan memanfaatkan perangkat lunak  $t_{\text{tide}}$  yang berbasis bahasa pemrograman MatLab (Pawlowicz *et al*, 2002).

Pentingnya pengetahuan mengenai karakteristik pasang surut, membuat penelitian ini berfokus pada pemahaman konstanta harmonik pembangkit pasang surut, tipe pasang surut dan elevasi muka air laut. Pemahaman karakteristik pasang surut penting dalam prediksi tinggi muka air secara akurat, guna merencanakan aktivitas navigasi pelayaran, hidrografi, atau perencanaan pembangunan dermaga, dimana pada penelitian ini analisis menggunakan data sekunder yang diakses secara open source, berupa data pengamatan pasang surut yang diambil dari stasiun pasang surut Teluk Davao, Filipina.

Teluk Davao Filipina dipilih sebagai objek penelitian karena selain memiliki lokasi Geografis yang dekat dengan pulau-pulau terluar di utara Indonesia (Kepulauan Talaud, Provinsi Sulawesi Utara) yang tidak dilengkapi stasiun pasang surut, banyaknya kapal niaga Indonesia yang melaksanakan pelayaran menuju pelabuhan Davao setiap tahunnya, menjadikan pemilihan lokasi Teluk Davao sebagai objek penelitian menjadi penting.

Selain itu khususnya bagi TNI Angkatan Laut, pemilihan Teluk Davao sebagai objek penelitian juga menjadi penting karena Davao Eastern Fleet Philippines Naval Base yang berada di Teluk Davao, merupakan destinasi

rutin yang akan disinggahi oleh Kapal Perang Republik Indonesia (KRI) dalam program diplomasi port visit bilateral yang salah satunya dilaksanakan antara TNI Angkatan Laut dan Angkatan Laut Filipina, sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat mendukung tugas TNI Angkatan Laut, khususnya dalam menjalankan fungsi diplomasi.

Penelitian mengenai analisis pasang surut di teluk Davao Filipina yang bisa diakses secara *open source* ternyata terbatas, sehingga penelitian ini diharapkan dapat membantu dan memberikan gambaran terhadap situasi dan kondisi pasang surut di Teluk Davao Filipina sehingga dapat mendukung secara signifikan berbagai aktivitas di Teluk Davao, umumnya bagi masyarakat yang beraktifitas di wilayah Teluk Davao, dan khususnya bagi TNI Angkatan Laut dalam menjalankan misi diplomasinya dengan memanfaatkan hasil penelitian ini.

## BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari laman web milik IOC UNESCO tentang sea level station monitoring facility. Lokasi penelitian terletak pada koordinat  $7^{\circ} 05' 00''$  LU dan  $125^{\circ} 38' 00''$  BT, dengan rincian lokasi penelitian dapat dilihat dalam tabel 1.

Panjang data yang digunakan meliputi 30 hari pengamatan dengan interval waktu pengamatan setiap 1 (satu) jam, dimulai dari tanggal 01 Oktober 2022 pukul 00.00 sampai dengan tanggal 30 Oktober 2022 pukul 23.00 GMT+8.

Dari 6 (enam) sensor yang terpasang pada stasiun pasang surut, data yang dipilih adalah data pasang surut yang didapatkan dari sensor tekanan (prs). Hal ini dilaksanakan karena ketersediaan data dari sensor tersebut yang lebih lengkap dibandingkan lima sensor lainnya yang terpasang pada stasiun pasang

Tabel 1. Data informasi stasiun pasang surut Davao

Table 1. Davao tidal station information data

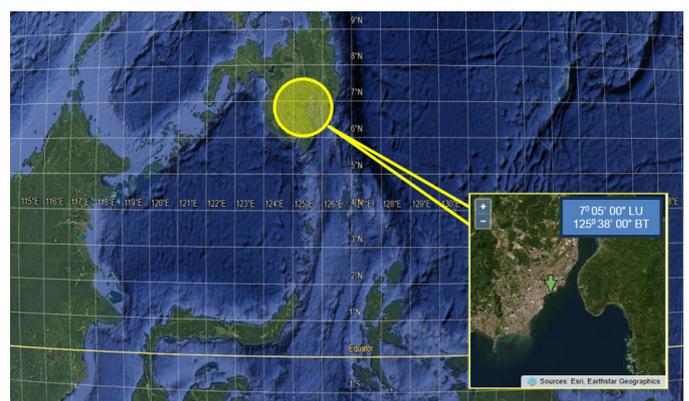
Data	Keterangan
Kode	davo
Negara	Filipina
ID Stasiun	537
Lintrang	7.083333 N
Bujur	125.633333 E
GLOSS ID	71
Data pasang surut	1948 - sekarang
Status	Operasional
Sensor	6 Sensor (prs, rad, ra2, bat, ras, sw2)
Kontak lokal	National Mapping and Resource Information Authority (Philippines)

Sumber: hasil penelitian

surut. Gambar 1 merupakan lokasi penelitian di perairan Teluk Davao, Filipina.

Penelitian dilaksanakan dengan metode kuantitatif, dimana metode yang digunakan dapat memberikan hasil yang dapat diterapkan untuk analisa pada wilayah lainnya (Darmawan, 2013).

Hasil pengolahan data pada penelitian ini berupa karakteristik dan konstanta konstanta harmonik pasang surut pada lokasi penelitian yang didapatkan dari hasil pengumpulan data, pengolahan data menggunakan metode



Gambar 1. Lokasi stasiun pasang surut Teluk Davao Filipina.

Figure 1. Location of the Davao Gulf tidal station in the Philippines.

*Least Square* serta analisis hasil penelitian berdasar kepada teori-teori yang sebelumnya telah dipelajari (Kurniawan *et al*, 2023).

Pasang Surut merupakan fenomena yang terjadi secara periodik, sehingga fenomena ini dapat diprediksi dan dapat dihitung. Dimana amplitudo elevasi permukaan air yang diamati penting untuk diketahui, karena akan digunakan untuk menentukan tipe pasang surut dari persamaan Formzahl yang tertuang pada persamaan 1 (Prayogo & Suspidayanti, 2021).

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

- F = Bilangan Formzahl ormzahl
- M2 = Konstanta yang dipengaruhi posisi bulan
- S2 = Konstanta dipengaruhi posisi matahari
- O1 = Konstanta dipengaruhi deklinasi bulan
- K1 = Konstanta dipengaruhi deklinasi bulan dan matahari

Berdasarkan hasil perhitungan bilangan Formzahl, maka tipe pasang surut dapat diklasifikasikan, dengan pengklasifikasian sesuai tabel 2. Pada penelitian ini, *Least Square* dipilih sebagai metode untuk menganalisa konstanta harmonik data pasang surut, dimana proses ini menggunakan perangkat lunak *t\_tide* berbasis MatLab.

Pada umumnya, salah satu metode pengolahan data pasang surut yang sering digunakan untuk analisis pasang surut air laut selain metode Admiralty adalah dengan menggunakan metode *Least Square*. Meiwaldi (2022) memberikan pemahaman jika metode *Least Square* dipercaya merupakan metode yang efektif, Karena selain dapat menghasilkan data elevasi dari konstanta-konstanta yang digunakan untuk menghitung pasang surut, juga dapat membantu menganalisa seberapa besar

Tabel 2. Tipe Pasang Surut berdasarkan bilangan Formzahl  
Table 2. Tidal Types based on Formzahl number

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

perbedaan dari perbedaan tipe pasang surut dan nilai dari masing-masing konstantanya. Pada persamaan 2, dapat dilihat dasar persamaan yang digunakan dalam metode *Least Square* (Ongkosongo, 1989).

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{t=1}^N A_i \cos (w_i t - P_i) \dots\dots\dots 2)$$

- Keterangan :
- $\eta(t)$  = Elevasi pasang surut (fungsi waktu)
  - $S_0$  = Mean Sea Level
  - N = Jumlah Konstanta
  - $A_i$  = Amplitudo ke-i
  - $w_i$  =  $2\pi/T_i$  ;  
Ti merupakan periode konstanta
  - $P_i$  = Fase ke-i

Menurut Pawlowicz (2002), perangkat lunak *t\_tide* ini dapat melakukan prediksi terhadap pasang surut. Dengan memanfaatkan fungsi *t\_predict* yang terdapat pada Matlab, maka dapat didapatkan prediksi pasang surut yang didapatkan melalui analisa konstanta pasang surut yang didapatkan pada stasiun pasang surut di lokasi penelitian. Function tersebut dapat digunakan untuk memprediksi muka air pada masa lampau maupun masa yang akan datang. Sehingga apabila kita sudah menentukan interval waktu yang akan kita teliti, maka didapatkan hasil pengolahan berupa data prediksi pasang surut sesuai waktu yang telah kita tentukan sebelumnya.

Pengolahan dengan paket  $t\_tide$  ini juga menghasilkan nilai konstanta pasang surut yang meliputi nilai amplitudo (A), fase (g), signal to noise ratio (SNR) serta nilai frekuensi dari masing-masing konstanta pasang surut. Dalam analisa pasang surut nilai amplitudo yang didapatkan dari hasil pengolahan  $t\_tide$  ini kemudian dimasukkan ke dalam formula formzhal (F) sehingga pada lokasi penelitian tersebut dapat diidentifikasi tipe pasang surutnya.

Yang dimaksud dengan Signal to Noise Ratio (SNR) pada penelitian ini, didefinisikan sebagai rasio antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya derau (noise) atau lebih sederhananya pencatatan data yang tidak dibutuhkan, dan secara luas digunakan sebagai standar ukuran kualitas sinyal untuk sistem komunikasi. Suatu sinyal informasi sebagai media komunikasi akan mengalami banyak gangguan oleh derau (noise), sehingga dapat merusak sinyal informasi itu. Sinyal yang mengalami gangguan ini mengalami penurunan kualitas. Kualitas sinyal ini dapat ditentukan dengan mengukur nilai dari Signal to Noise Ratio (SNR) yang diukur dalam satuan desibel (dB) (Haq *et al*, 2012).

Selain itu dengan diperolehnya beberapa Konstanta Harmonik dari hasil pengukuran ini, dapat dihitung juga elevasi muka air rencana. Menurut Fadhillah (2014) Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan konstanta pasang surut melalui perhitungan rumus-rumus sebagai berikut :

$$Z_0 = M_2 + S_2 + N_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4 \dots\dots 3)$$

$$HHWL = S_0 + Z_0 \dots\dots\dots 4)$$

$$MHWL = Z_0 + (M_2 + S_2) \dots\dots\dots 5)$$

$$LLWL = S_0 - Z_0 \dots\dots\dots 6)$$

$$MLWL = Z_0 - (M_2 + S_2) \dots\dots\dots 7)$$

Keterangan :

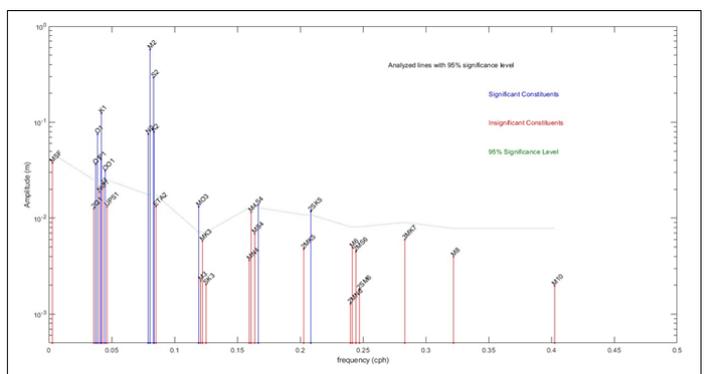
- $Z_0$  = Muka Surutan
- $S_0$  = Muka air laut rerata (Mean Sea Level)

- HHWL = Muka air tinggi tertinggi
- MHWL = Muka air tinggi rerata
- LLWL = Muka air rendah terendah
- MLWL = Muka air rendah rerata

Tahapan penelitian ini dimulai dari mengkoreksi data pasang surut yang didapatkan dengan metode interpolasi menggunakan perangkat lunak MS Office Excel. Selanjutnya data diolah dengan menggunakan perangkat lunak  $t\_tide$  yang berbasis bahasa pemrograman MatLab. Hasil dari pengolahan didapatkan parameter Konstanta Harmonik baik yang signifikan maupun tidak signifikan, nilai SNR dari masing-masing konstanta, elevasi muka air rencana, tunggang pasang surut maksimum dan minimum, elevasi muka air maksimum dan minimum, tipe pasang surut hasil dari penghitungan bilangan Formzahl, serta prediksi elevasi pasang surut berdasarkan data yang diolah (Supriyono *et al*, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh 32 parameter konstanta harmonik. 12 konstanta merupakan nilai konstanta yang signifikan, terdiri dari konstanta harmonik  $Q_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $K_1$ ,  $OO_1$ ,  $N_2$ ,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_2$ ,  $MO_3$ ,  $S_4$ , dan  $2SK5$ . Dimana konstanta ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pasang



Gambar 2. Analisa Konstanta Harmonik signifikan & non-signifikan.  
 Figure 2. Analysis of significant & non-significant Harmonic Constants.

surut, dengan nilai amplitudo tertinggi dimiliki oleh konstanta  $S_2$  dan  $M_2$ . Sedangkan ke-20 parameter lainnya merupakan parameter non-signifikan yang tidak terlalu berpengaruh terhadap pasang surut. Perbandingan analisis frekuensi terhadap amplitudo yang dapat mengklasifikasikan ke-32 konstanta menjadi konstanta signifikan dan non-signifikan dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari hasil pengolahan Konstanta Harmonik, didapatkan nilai amplitudo dari  $O_1$  sebesar 3,76cm, nilai amplitudo dari  $K_1$  sebesar 12,39cm, nilai  $M_2$  sebesar 57,24cm, nilai  $S_2$  sebesar 29,14cm. Sehingga berdasarkan Konstanta Harmonik tersebut, pada periode bulan Oktober 2022 di Teluk Davao didapatkan nilai Formzahl sebesar 0,230493. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut yang dihasilkan

Tabel 3. Nilai Frekuensi, Amplitudo, Fase dan Signal to Noise Ratio (SNR)  
 Table 3. Values of Frequency, Amplitude, Phase and Signal to Noise Ratio (SNR)

Konstanta	Simbol	Deskripsi	Frekuensi (Hz)	Amplitudo (m)	Fase (0)	SNR (dB)
solar constituent	MSF	long period	0,0028220	0,0376	359,25	0,64
lunar elliptic (second)	2Q1	diurnal	0,0357064	0,0125	177,89	0,25
lunar elliptic constituent	*Q1	diurnal	0,0372185	0,0363	294,50	2,10
	*O1	diurnal	0,0387307	0,0752	261,73	9,00
main lunar constituent	NO1	diurnal	0,0402686	0,0186	11,86	0,55
lunar declinational	*P1	diurnal	0,0415526	0,0410	90,39	2,70
main solar constituent	*K1	diurnal	0,0417807	0,1239	83,32	24,00
solli-lunar constituent	J1	diurnal	0,0432929	0,0221	325,99	0,78
lunar elliptic (second)	*OO1	diurnal	0,0448308	0,0311	344,55	1,50
lunar constituent	UPS1	diurnal	0,0463430	0,0131	171,14	0,27
unknown principal	*N2	semi diurnal	0,0789992	0,0752	32,13	18 ,00
lunar constituent	*M2	semi diurnal	0,0805114	0,5724	72,33	1.100,00
main lunar constituent	*S2	semi diurnal	0,0833333	0,2914	313,86	270,00
main solar constituent	*K2	semi diurnal	0,0835615	0,0793	336,26	20,00
solli-lunar constituent	ETA2	semi diurnal	0,0850736	0,0132	206,01	0,56
lunar constituent	*MO3	ter diurnal	0,1192421	0,0131	34,88	3,40
lunar constituent	M3	ter diurnal	0,1207671	0,0022	108,32	0,09
lunar constituent	MK3	ter diurnal	0,1222921	0,0058	47,26	0,65
lunisolar constituent	SK3	ter diurnal	0,1251141	0,0020	286,01	0,08
solar lunisolar	MN4	ter diurnal	0,1595106	0,0036	87,88	0,08
lunar shallow water	M4	quarterly	0,1610228	0,0115	19,36	0,80
main lunar constituent	MS4	quarterly	0,1638447	0,0069	257,42	0,29
solli-lunar constituent	*S4	quarterly	0,1666667	0,0137	7,03	1,10
principal solar	2MK5	fifth diurnal	0,2028035	0,0048	33,74	0,19
lunisolar shallow water	*2SK5	fifth diurnal	0,2084474	0,0117	14,79	1,20
lunisolar shallow water	2MN6	sixth diurnal	0,2400221	0,0013	272,58	0,02
lunar shallow water	M6	sixth diurnal	0,2415342	0,0049	154,18	0,37
lunar shallow water	2MS6	sixth diurnal	0,2443561	0,0045	36,15	0,30
lunar shallow water	2SM6	sixth diurnal	0,2471781	0,0018	187,63	0,04
solar lunar shallow w	3MK7	seventh diurnal	0,2833149	0,0060	75,17	0,43
lunisolar shallow water	M8	eighth diurnal	0,3220456	0,0039	59,74	0,25
lunar shallow water	M10	tenth diurnal	0,4025570	0,0020	271,26	0,06
lunar shallow water						

Ket : Konstanta dengan tanda (\*) pada kolom simbol menunjukkan konstanta tersebut merupakan konstanta signifikan, sedangkan kolom simbol pada konstanta tanpa tanda (\*) menunjukkan konstanta tersebut merupakan konstanta non-signifikan.

dari perhitungan adalah pasang surut harian ganda, dimana sampai dengan saat tulisan ini dibuat penulis belum bisa mendapatkan akses terhadap jurnal dan/atau referensi lain yang menulis tentang analisis pasang surut di Teluk Davao, sehingga data yang didapatkan oleh penulis tidak dapat dibandingkan. Nilai Frekuensi, Amplitudo, Fase, dan SNR (*signal to noise ratio*) dari konstanta harmonik yang didapatkan dari hasil pengolahan dapat dilihat pada tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, nilai SNR terbesar berada pada konstanta M2 (*main lunar constituent semi diurnal*) sebesar 1.100,00 dB, sedangkan nilai SNR terendah berada pada konstanta 2MN6 (*lunar shallow water sixth diurnal*) sebesar 0,02 dB. Hasil perhitungan dari nilai elevasi muka air rencana, didapatkan nilai yang ditampilkan dalam Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, nilai MSL yang didapatkan 2,34m. Terlihat juga bahwa nilai dari MLWL sebesar 0,42m justru lebih rendah dibandingkan dengan LLWL dengan nilai sebesar 1,06m. Dimana MLWL merupakan rerata dari muka iar terendah, sedangkan LLWL merupakan air rendah terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah periode pengamatan yang tidak cukup panjang serta variabilitas meteorologi dan efek morfologi (Hasibuan, 2009).

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, nilai elevasi muka air rencana

Tabel 4. Elevasi muka air rencana  
Table 4. Design water level elevation

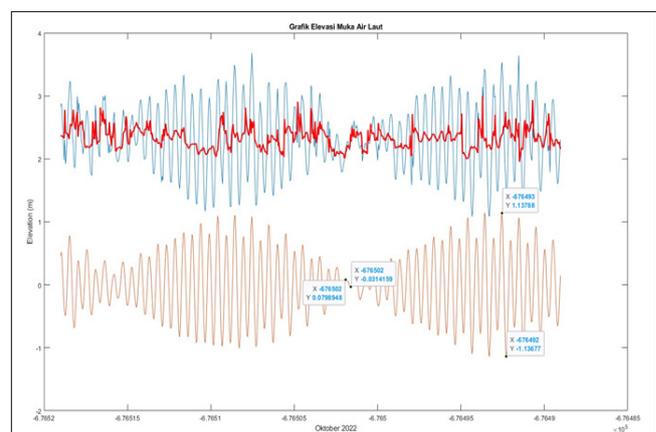
No	Deskripsi	Nilai	Satuan
1.	S0	234,00	cm
2.	Z0	128,30	cm
3.	HHWL	362,20	cm
4.	MHWL	214,60	cm
5.	LLWL	105,70	cm
6.	MLWL	41,85	cm

yang diperoleh ini masih sangat fluktuatif, dimana dalam penelitian ini data yang digunakan hanya mencakup data selama 1 (satu) bulan. Secara teoritis, panjang data yang dibutuhkan untuk nilai yang lebih valid adalah 18,6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut, dengan menggunakan proses pengolahan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergeseran titik tanjak orbit bulan yaitu selama 18,6 tahun (Hasibuan, 2009).

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3, didapatkan data prediksi pasang surutnya. Garis grafik berwarna biru merupakan raw-data yang diperoleh dari hasil pengukuran, garis grafik berwarna merah merupakan data yang dianggap noise oleh hasil pengolahan, sedangkan untuk garis grafik berwarna jingga merupakan prediksi elevasi pasang surut di Teluk Davao.

Didapatkan pula tunggang pasang surut maksimumnya dengan nilai 2,27m dan tunggang pasang surut minimum dengan nilai 0,12m. Sedangkan elevasi pasang surut maksimum yang didapatkan adalah 1,14m dan elevasi pasang surut minimum adalah 0,03m.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3, pada raw-data (garis grafik warna biru)



Tabel 3. Grafik elevasi muka air laut di Teluk Davao Filipina periode Oktober 2022.  
Figure 3. Sea level elevation graph in Davao Gulf, Philippines, October 2022.

didapatkan hasil pengukuran dengan noise (garis grafik warna merah yang ter-*overlay* garis grafik biru) yang banyak, sehingga didapatkan data hasil pengolahan yang kurang bagus, adapun diduga hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Pengaruh angin dan cuaca ekstrim. Filipina merupakan salah satu negara yang selalu mengalami cuaca ekstrim seperti badai dan topan setiap tahunnya. Cuaca ekstrim ini, memiliki andil yang besar dalam menyebabkan fluktuasi yang besar terhadap permukaan laut (Shalsabilla *et al*, 2022).

2. Arus lokal dan gelombang.

Di daerah seperti Davao, yang memiliki interaksi kompleks antara arus laut dan gelombang, fenomena seperti arus lokal atau gelombang tinggi dapat menambah noise pada data pasang surut. Gelombang pendek dengan frekuensi tinggi (seperti gelombang dari laut terbuka) sering kali tidak terkait dengan pasang surut, tetapi bisa mengganggu hasil pengambilan data (Setiawan *et al*, 2019).

3. Pengaruh aktivitas manusia

Seperti yang kita ketahui bahwa Teluk Davao merupakan wilayah pesisir Filipina yang memiliki banyak aktivitas baik di sekitar perairan tersebut maupun di pesisir pantai. Aktivitas manusia seperti lalu lintas kapal, konstruksi pelabuhan, atau penggalian di sekitar area pengukuran dapat menyebabkan gangguan pada permukaan laut. Kapal yang melintas dekat alat pengukur dapat menciptakan gelombang yang mengganggu sinyal pasang surut alami (Hirmawan *et al*, 2021).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Tipe pasang surut Teluk Davao adalah tipe pasang surut harian ganda ditandai dengan nilai Formzahl yang didapatkan sebesar 0,230493. Konstanta pasang surut tersebut terdiri dari 12 konstanta harmonik signifikan yang didominasi oleh konstanta diurnal, sedangkan 20 konstanta lainnya

merupakan konstanta non-signifikan.

Nilai tunggang maksimum pasang surut sebesar 2,27m, tunggang pasang surut minimumnya adalah 0,12m. Sedangkan untuk elevasi pasang surut, nilai maksimum yang didapatkan sebesar 1,14m sedangkan nilai minimumnya di angka 0,03m.

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengolahan data menggunakan metode lain, seperti metode admiralty sehingga data hasil pengolahan pada penelitian ini dapat dibandingkan. Selain itu perlunya data pasang surut yang lebih panjang sesuai dengan kebutuhan teoritis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Data pasang surut diperoleh dari laman web milik IOC UNESCO tentang *sea level station monitoring facility*, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk diolah dan dianalisis. Para penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak STTAL yang telah mengizinkan penggunaan Laboratorium Hidro-Oseanografi untuk pengolahan data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan D. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif. Remaja Rosdakarya. Bandung. 978-979-692-145-4
- Fadilah, S., & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah. *Jurnal Maspari*, 6(1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.56064/maspari.v6i1.1703>
- Hasibuan, G. P. (2009). Analisis Surut Astronomis Terendah di Perairan Sabang, Sibolga, Padang, Cilacap dan Benoa Menggunakan Superposisi Komponen Harmonik Pasang Surut. <http://repository>.

ipb.ac.id/handle/123456789/12381

- Haq, A. D., Santoso, I., & Macrina, A. A. Z. (2012). Estimasi Signal To Noise Ratio (SNR) Menggunakan Metode Korelasi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 1(4), 326-332. <https://doi.org/10.14710/transient.v1i4.326-332>
- Hendri, A., Fauzi, M., Ahmad, R., Ongko, A., & Almanna, F. (2019). The simulation of the observation data in predicting tidal patterns using the Admiralty method in Dumai's harbour. *In MATEC Web of Conferences*, 276, 04020). <https://doi.org/10.1051/matecconf/201927604020>
- Hirmawan, A., Kamija, K., & Adrianto, D. (2021). Studi Komparasi Ragam Model Prediksi Pasang Surut Dengan Data Elevasi Muka Air di Perairan Benoa Bali: Comparative Study of Variety of Tide Prediction Models With Water Face Elevation Data in Benoa Bali Waters. *Jurnal Chart Datum*, 7(2), 99–110 <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v7i2.214>.
- Kurniawan, M. A., Azhari, F., Pranowo, W. S., & Handoko, D. (2023). Studi Komparasi Pengolahan Data Pasang Surut di Perairan Sebatik Kalimantan Utara menggunakan Metode *Least Square* dan Metode Admiralty. *Jurnal Chart Datum*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v9i1.145>
- Meiwanaldi, H. (2022). Analisis Efektivitas Prediksi Pasang Surut Pesisir Kuala Kampar Menggunakan Metode Admiralty Dan *Least Square*.
- Ongkosongo, O. S. R. (1989). Penerapan Pengetahuan dan Data Pasang Surut. In Puslitbang.
- Pawlowicz, R., Beardsley, B., & Lentz, S. (2002). Classical Tidal Harmonic Analysis Including Error Estimates in Matlab Using T Tide. *Computers & Geosciences*. 28, 929-937. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(02\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(02)00013-4)
- 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. <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v10i2.9385>
- Setiawan, F., Prasita, V. D., & Widagdo, S. (2019). Pergerakan Arus Permukaan Laut Selat Bali Berdasarkan Parameter Angin dan Cuaca. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 1(2), 63–76. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v1i2.25>
- Shalsabilla, A., Setiyono, H., Sugianto, D. N., Ismunarti, D. H., & Marwoto, J. (2022). Kajian Fluktuasi Muka Air Laut Sebagai Dampak dari Perubahan Iklim di Perairan Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1), 69 - 76. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i1.13183>
- Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2022). 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. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.7>
- Triatmodjo, B. (2008). Teknik Pantai, cetakan kelima. Beta Offset, Yogyakarta.

