



Analisis Data Pasang Surut Di Perairan Kotabunan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Menggunakan Metode Least Square

Wikal P. Paputungan^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Muhammad I. Jasin^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^awikalpaputungan021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^cmuhammadjasin@unsrat.ac.id

Abstrak

Permukaan air laut yang berbatasan dengan pantai tidak pernah memiliki nilai ketinggian yang tetap melainkan bergerak naik turun dengan periode siklus yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya tarik benda-benda langit terutama gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi. Meskipun massa matahari jauh lebih besar dari massa bulan, namun gaya pembangkit yang dihasilkan bulan jauh lebih besar, yakni sebesar 53% dari total gaya keseluruhan sebagai akibat jaraknya yang lebih dekat. Secara administratif daerah pantai Kotabunan berada pada koordinat $0^{\circ}48'29.62''N/124^{\circ}39'28.29''E$. Kecamatan Kotabunan memiliki total luas daerah seluas 189,82 Km² dan mempunyai panjang pantai menurut pengukuran citra satelit sepanjang $\pm 25,51$ km, dimana disepanjang pantai Kotabunan terdapat 9 bangunan pemecah gelombang yang bertujuan untuk mengendalikan abrasi dan untuk menenangkan gelombang. Keterbatasan informasi terkait pasang surut di perairan Kotabunan dapat dipenuhi menggunakan metode least square dalam hal penentuan karakteristik pasang surut seperti mencari tipe pasang surut, elevasi muka air laut dan peramalan pasang surut yang ada di sekitar perairan Kotabunan. Penelitian ini menggunakan data pasang surut selama 15 hari yaitu pada bulan februari tahun 2025 dari website Badan Informasi Geospasial. Dengan menguraikan 10 komponen harmonik pasang surut menggunakan program MOD-LSQ (metode least square) akan di dapat amplitudo, elevasi muka air laut dan mencari bilangan formzahl untuk menentukan tipe pasang surut. Hasil penelitian mendapatkan elevasi muka air dengan nilai MSL adalah -0,0018. Nilai HHWL adalah 9,99687. Nilai LLWL -8,451. Sedangkan untuk bilangan formzahl adalah 0,890. Hal ini menandakan bahwa diperairan Kotabunan memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dimana dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.

Kata kunci: pasang surut, perairan Kotabunan, metode Least Square

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 3.700 pulau dan wilayah Pantai sepanjang 80.000 km, ini menunjukkan bahwa Sebagian besar Masyarakat Indonesia melakukan kegiatan sehari-hari di daerah sekitar Pantai baik sebagai permukiman, pertanian, perikanan, maupun pariwisata. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan jumlah Pembangunan infra-struktur, Akibatnya timbul masalah-masalah baru pada daerah Pantai sehingga mengalami ketidakstabilan dan kerusakan. Agar suatu daerah tetap aman dari hamparan gelombang, maka salah satu upaya yang dilakukan pemerintah yaitu dengan melakukan Pembangunan pengaman Pantai seperti pemecah gelombang, groin, atau lain sebagainya.

Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, adalah desa pemekaran yang telah menjadi 6 wilayah administrasi, yaitu: Kotabunan induk, Kotabunan barat, Kotabunan Selatan, Bulawan induk, Bulawan satu dan Bulawan dua. Secara administratif daerah Pantai kotabunan berada pada koordinat $0^{\circ}48'29.62'' N / 124^{\circ}39'28.29'' E$.

Pada tanggal 27 Mei 2024 pemerintah Kabupaten Bolaang Mongondow Timur resmi melakukan peletakan batu pertama pembangunan pelabuhan Kotabunan yang bertempat di dermaga Kotabunan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tipe pasang surut dan elevasi muka air laut di perairan Kotabunan dengan bilangan formzahl dan untuk mendapatkan nilai komponen-komponen pasang surut metode least square. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung komponen harmonik pasang surut selama periode tertentu, diantaranya metode Least Square. Dalam penelitian ini dilakukan analisa prediksi pasang surut di pantai Kotabunan dengan menggunakan data pasang surut selama 15 hari waktu pengamatan. Dengan adanya penelitian ini, nantinya dapat digunakan sebagai data pendukung dan dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan wilayah pantai Kotabunan.

1.2. Rumusan Masalah

Fenomena pasang surut merupakan salah satu faktor penting untuk dianalisa dan diketahui besar serta jenisnya, dipantai Kotabunan sendiri terdapat pembangunan pelabuhan pada bulan Mei 2024 dimana di perairan Kotabunan belum adanya data dan informasi jenis pasang surut serta informasi elevasi muka air laut yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan maupun pembangunan bangunan disekitar daerah perairan Kotabunan.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Analisis yang dilakukan adalah jenis pasang surut yang terjadi di perairan Kotabunan.
2. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut.
3. Pengolahan data pasang surut menggunakan program Least Square Model For Tide by US Army Engineer Waterways Experiment Station Coastal Engineering Research Center.

1.4. Tujuan Penelitian

Untuk memperoleh pengetahuan tentang teknik pantai khususnya dalam mempelajari fenomena pasang surut, memperoleh pengetahuan tentang bagaimana cara menggunakan metode Least Square, untuk mengetahui nilai komponen harmonik pasang surut dan mendapatkan besaran jenis dan tipe pasang surut dengan perhitungan bilangan formzahl serta mengetahui elevasi muka air laut menggunakan metode Least Square.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, di antaranya :

1. Bagi pemerintah/instansi : sebagai data alternatif dalam meningkatkan keberlanjutan pembangunan infrastruktur di wilayah perairan kotabunan.
2. Bagi lingkungan : sebagai sumber untuk pengambilan keputusan terkait pembangunan bangunan di sekitar pantai.
3. Bagi peneliti lain : menjadi referensi bagi pengembangan penelitian di bidang teknik pantai khususnya dalam menganalisis pasang surut suatu perairan menggunakan metode least square.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di dermaga Kotabunan, Desa Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara.

2.2. Pengumpulan Data

1. Data sekunder

Data sekunder merupakan data utama dalam penelitian yang digunakan dalam pengelolaan seperti data pasang surut yang diperoleh dari website BIG (Badan Informasi Geospasial).

- 1) Titik koordinat lokasi penelitian

- 2) Data pasang surut selama 15 hari
- 3) Peta lokasi penelitian
2. Data primer
 - 1) Inventarisasi dan mengidentifikasi permasalahan yang ada di lokasi penelitian
 - 2) Survey tapak



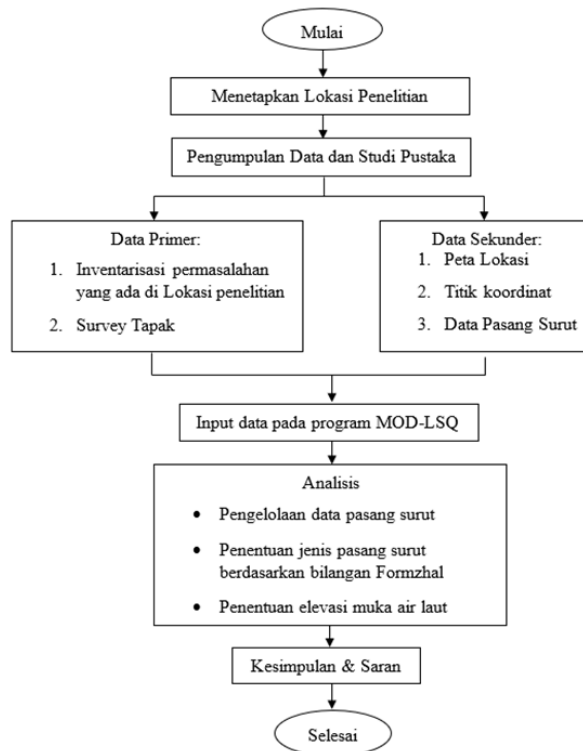
Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth Pro)

2.3. Metode Analisis Data

1. Inventarisasi dan identifikasi permasalahan
Dari hasil inventarisasi dan identifikasi permasalahan yang ada di lokasi dapat dilihat apa yang menyebabkan masalah terjadi, sehingga para pihak yang terkait baik pemerintah dapat mengambil langkah yang tepat sesuai kebutuhan atau permasalahan yang ada di lokasi.
2. Survey Tapak
Survey Tapak merupakan survey yang dilakukan dengan kasat mata untuk mendapatkan gambaran morfologi pantai kotabunan. Survey ini dilakukan secara visual dan pengambilan gambar pada lokasi penelitian.
3. Data pasang surut
Data pasang surut pada penelitian ini merupakan data pengamatan pasang surut selama 15 hari pada bulan februari tahun 2025 diperoleh melalui website Sistem Reverensi Geospasial Indonesia (srgi.big.go.id).
4. Titik koordinat
Titik koordinat pada lokasi penelitian ini berada di daerah pantai Kotabunan tepatnya pada koordinat $0^{\circ}48'29.62''$ N / $124^{\circ}39'28.29''$ E.
5. Peta lokasi penelitian
Foto lokasi penelitian diperoleh dari software Google Earth Pro untuk mengetahui letak posisi pantai yang akan dijadikan sebagai titik penelitian.

2.4. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Pengamatan Pasang Surut

Perhitungan pasang surut menggunakan data yang di ambil dari website Badan Informasi Geospasial (BIG) pada bulan februari, tahun 2025, selama 15 hari, dengan interval data setiap 1 jam.

Tabel 1. Tabel Data Pengamatan Pasang Surut

LOKASI	: KOTABUNAN																							
T/J	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01/02/2025	0,14	-0,02	-0,21	-0,37	-0,47	-0,45	-0,33	-0,11	0,16	0,40	0,58	0,63	0,56	0,38	0,13	-0,12	-0,33	-0,44	-0,43	-0,32	-0,14	0,06	0,22	0,30
02/02/2025	0,27	0,15	-0,03	-0,23	-0,37	-0,43	-0,38	-0,22	0,00	0,23	0,42	0,52	0,50	0,37	0,16	-0,09	-0,30	-0,44	-0,46	-0,37	-0,20	0,01	0,21	0,34
03/02/2025	0,37	0,30	0,15	-0,04	-0,21	-0,32	-0,34	-0,26	-0,11	0,09	0,26	0,38	0,40	0,31	0,14	-0,07	-0,27	-0,42	-0,47	-0,42	-0,27	-0,07	0,14	0,30
04/02/2025	0,39	0,39	0,30	0,15	-0,02	-0,15	-0,22	-0,21	-0,13	0,00	0,13	0,24	0,27	0,22	0,10	-0,07	-0,25	-0,39	-0,46	-0,44	-0,33	-0,16	0,04	0,22
05/02/2025	0,35	0,40	0,37	0,28	0,16	0,04	-0,05	-0,09	-0,07	-0,01	0,06	0,13	0,15	0,12	0,03	-0,10	-0,24	-0,36	-0,43	-0,43	-0,36	-0,24	-0,07	0,09
06/02/2025	0,24	0,33	0,36	0,34	0,28	0,20	0,13	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,02	-0,05	-0,14	-0,24	-0,33	-0,38	-0,39	-0,36	-0,27	-0,16	-0,03
07/02/2025	0,09	0,20	0,27	0,31	0,32	0,30	0,27	0,24	0,20	0,17	0,13	0,08	0,02	-0,04	-0,12	-0,19	-0,26	-0,31	-0,33	-0,34	-0,31	-0,27	-0,20	-0,13
08/02/2025	-0,04	0,04	0,12	0,20	0,27	0,32	0,36	0,37	0,36	0,31	0,24	0,14	0,03	-0,07	-0,17	-0,24	-0,28	-0,30	-0,29	-0,27	-0,24	-0,22	-0,20	-0,17
09/02/2025	-0,15	-0,11	-0,04	0,05	0,15	0,27	0,37	0,45	0,48	0,45	0,37	0,24	0,09	-0,06	-0,19	-0,28	-0,32	-0,31	-0,27	-0,21	-0,16	-0,14	-0,14	-0,17
10/02/2025	-0,20	-0,21	-0,19	-0,12	0,00	0,15	0,31	0,45	0,54	0,56	0,49	0,36	0,17	-0,02	-0,19	-0,31	-0,35	-0,33	-0,26	-0,17	-0,09	-0,05	-0,06	-0,11
11/02/2025	-0,19	-0,26	-0,30	-0,27	-0,17	0,00	0,20	0,40	0,55	0,62	0,59	0,46	0,27	0,04	-0,16	-0,31	-0,38	-0,36	-0,27	-0,15	-0,03	0,04	0,04	-0,02
12/02/2025	-0,13	-0,26	-0,35	-0,37	-0,31	-0,15	0,06	0,29	0,50	0,62	0,64	0,54	0,35	0,12	-0,12	-0,30	-0,40	-0,39	-0,30	-0,15	0,00	0,11	0,14	0,09
13/02/2025	-0,04	-0,19	-0,34	-0,42	-0,40	-0,29	-0,08	0,16	0,40	0,57	0,64	0,58	0,42	0,18	-0,07	-0,28	-0,40	-0,42	-0,33	-0,17	0,01	0,15	0,23	0,20
14/02/2025	0,08	-0,09	-0,27	-0,40	-0,45	-0,38	-0,21	0,03	0,28	0,48	0,59	0,58	0,45	0,23	-0,02	-0,25	-0,40	-0,44	-0,37	-0,21	-0,01	0,17	0,28	0,29
15/02/2025	0,20	0,04	-0,16	-0,34	-0,43	-0,42	-0,30	-0,09	0,15	0,37	0,51	0,54	0,45	0,26	0,02	-0,22	-0,39	-0,45	-0,40	-0,25	-0,05	0,16	0,31	0,36

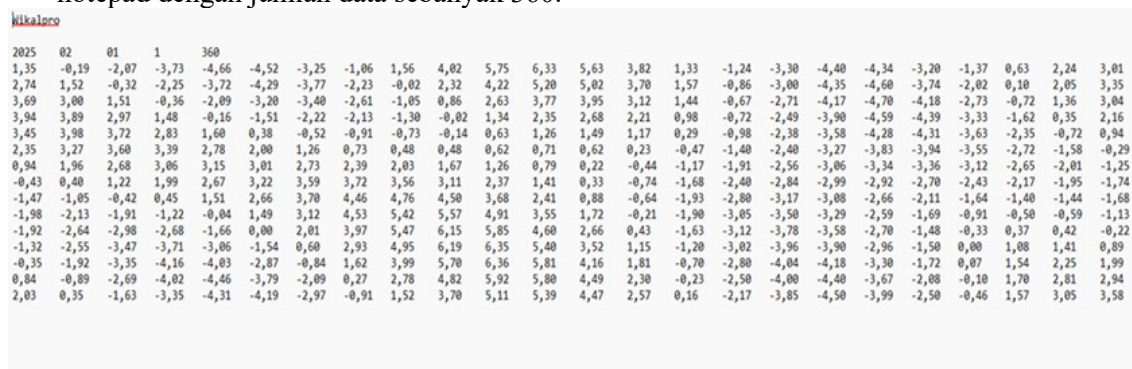
Tabel 2. Tabel Data Pengamatan Metode Least Square

T/J	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01/02/2025	1,35	-0,19	-2,07	-3,73	-4,66	-4,52	-3,25	-1,06	1,56	4,02	5,75	6,33	5,63	3,82	1,33	-1,24	-3,30	-4,40	-4,34	-3,20	-1,37	0,63	2,24	3,01
02/02/2025	2,74	1,52	-0,32	-2,25	-3,72	-4,29	-3,77	-2,23	-0,02	2,32	4,22	5,20	5,02	3,70	1,57	-0,86	-3,00	-4,35	-4,60	-3,74	-2,02	0,10	2,05	3,35
03/02/2025	3,69	3,00	1,51	-0,36	-2,09	-3,20	-3,40	-2,61	-1,05	0,86	2,63	3,77	3,95	3,12	1,44	-0,67	-2,71	-4,17	-4,70	-4,18	-2,73	-0,72	1,36	3,04
04/02/2025	3,94	3,89	2,97	1,48	-0,16	-1,51	-2,22	-2,13	-1,30	-0,02	1,34	2,35	2,68	2,21	0,98	-0,72	-2,49	-3,90	-4,59	-4,39	-3,33	-1,62	0,35	2,16
05/02/2025	3,45	3,98	3,72	2,83	1,60	0,38	-0,52	-0,91	-0,73	-0,14	0,63	1,26	1,49	1,17	0,29	-0,98	-2,38	-3,58	-4,28	-4,31	-3,63	-2,35	-0,72	0,94
06/02/2025	2,35	3,27	3,60	3,39	2,78	2,00	1,26	0,73	0,48	0,48	0,62	0,71	0,62	0,23	-0,47	-1,40	-2,40	-3,27	-3,83	-3,94	-3,55	-2,72	-1,58	-0,29
07/02/2025	0,94	1,96	2,68	3,06	3,15	3,01	2,73	2,39	2,03	1,67	1,26	0,79	0,22	-0,44	-1,17	-1,91	-2,56	-3,06	-3,34	-3,36	-3,12	-2,65	-2,01	-1,25
08/02/2025	-0,43	0,40	1,22	1,99	2,67	3,22	3,59	3,72	3,56	3,11	2,37	1,41	0,33	-0,74	-1,68	-2,40	-2,84	-2,99	-2,92	-2,70	-2,43	-2,17	-1,95	-1,74
09/02/2025	-1,47	-1,05	-0,42	0,45	1,51	2,66	3,70	4,46	4,76	4,50	3,68	2,41	0,88	-0,64	-1,93	-2,80	-3,17	-3,08	-2,66	-2,11	-1,64	-1,40	-1,44	-1,68
10/02/2025	-1,98	-2,13	-1,91	-1,22	-0,04	1,49	3,12	4,53	5,42	5,57	4,91	3,55	1,72	-0,21	-1,90	-3,05	-3,50	-3,29	-2,59	-1,69	-0,91	-0,50	-0,59	-1,13
11/02/2025	-1,92	-2,64	-2,98	-2,68	-1,66	0,00	2,01	3,97	5,47	6,15	5,85	4,60	2,66	0,43	-1,63	-3,12	-3,78	-3,58	-2,70	-1,48	-0,33	0,37	0,42	-0,22
12/02/2025	-1,32	-2,55	-3,47	-3,71	-3,06	-1,54	0,60	2,93	4,95	6,19	6,35	5,40	3,52	1,15	-1,20	-3,02	-3,96	-3,90	-2,96	-1,50	0,00	1,08	1,41	0,89
13/02/2025	-0,35	-1,92	-3,35	-4,16	-4,03	-2,87	-0,84	1,62	3,99	5,70	6,36	5,81	4,16	1,81	-0,70	-2,80	-4,04	-4,18	-3,30	-1,72	0,07	1,54	2,25	1,99
14/02/2025	0,84	-0,89	-2,69	-4,02	-4,46	-3,79	-2,09	0,27	2,78	4,82	5,92	5,80	4,49	2,30	-0,23	-2,50	-4,00	-4,40	-3,67	-2,08	-0,10	1,70	2,81	2,94
15/02/2025	2,03	0,35	-1,63	-3,35	-4,31	-4,19	-2,97	-0,91	1,52	3,70	5,11	5,39	4,47	2,57	0,16	-2,17	-3,85	-4,50	-3,99	-2,50	-0,46	1,57	3,05	3,58

3.2 Program MOD-LSQ

Pengolahan pasang surut dilakukan dengan menjalankan program MOD-LSQ, berikut adalah langkah-langkah dalam menjalankan program MOD-LSQ :

1. Langkah pertama yaitu dengan memasukkan data pasang surut (Tabel 2) dalam bentuk time series yang sudah dikelompokkan selama 15 hari dalam waktu 24 jam ke dalam program notepad dengan jumlah data sebanyak 360.

**Gambar 3.** Tampilan Data Pasut pada Notepad

2. Kemudian file disimpan dengan nama Wikalpro.txt, lalu memasukkan data Wikalpro.txt ke dalam directory MOD-LSQ.

**Gambar 4.** Input dan Output Data pada Program

3. Lalu program dijalankan akan menghasilkan uotput data. Selanjutnya didapat amplitudo dan beda fase setiap komponen dan mean sea level dari pengolahan tersebut.

```

File   Edit   View

Lokasi pengamatan pasut : wikalpoetra
Mengurai Konstituen Pasut

So = -.002
Amplitudo M2 = 2.192dm Beda Fasa 53.21
Amplitudo S2 = 2.416dm Beda Fasa 69.51
Amplitudo N2 = .302dm Beda Fasa 75.25
Amplitudo K1 = 2.529dm Beda Fasa 43.03
Amplitudo M4 = .001dm Beda Fasa -46.61
Amplitudo O1 = 1.570dm Beda Fasa -13.49
Amplitudo P1 = 1.100dm Beda Fasa 38.10
Amplitudo K2 = .747dm Beda Fasa 33.87
Amplitudo MS4 = .001dm Beda Fasa -46.81

Menentukan Jenis Pasut

F = 0.890
jenis pasut mixed, semidiurnal

```

Gambar 5. Tampilan Output Amplitudo dan Beda Fasa pada Notepad

4. Selanjutnya hasil akhir dari penguraian komponen pasang surut menggunakan program MOD-LSQ menghasilkan elevasi muka air sebagai berikut :

```

Elevasi muka air

hhwl = 9.9687 dm
mhws = 6.4561 dm
mhw1 = 2.7665 dm
msl = -.0018 dm
mlwl = -2.4967 dm
mlws = -4.6907 dm
llwl = -8.4510 dm

Elevasi muka air Referensi LLWL

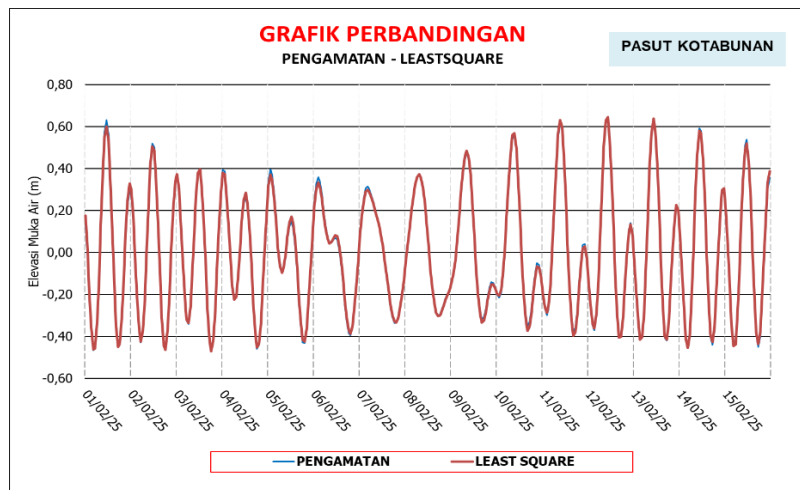
hhwl = 18.4197 dm
mhws = 14.9071 dm
mhw1 = 11.2175 dm
msl = 8.4492 dm
mlwl = 5.9543 dm
mlws = 3.7603 dm
llwl = .0000 dm

```

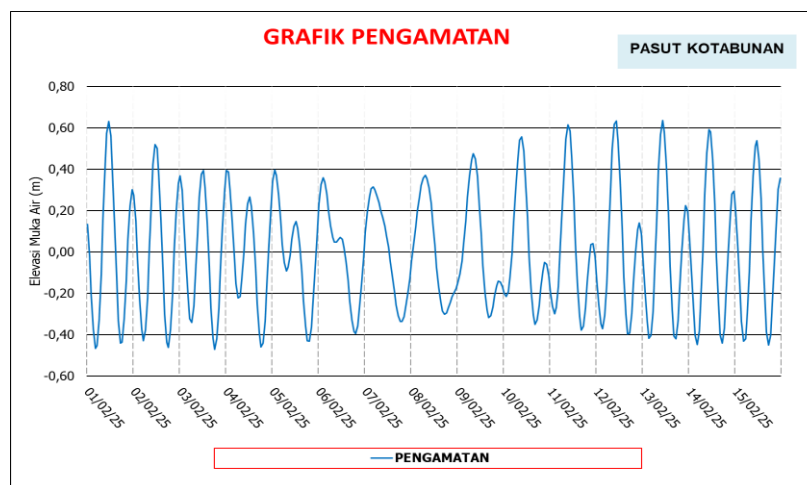
Gambar 6. Tampilan Output data Elevasi Muka Air pada Notepad

3.3 Grafik Pengamatan Pasang Surut

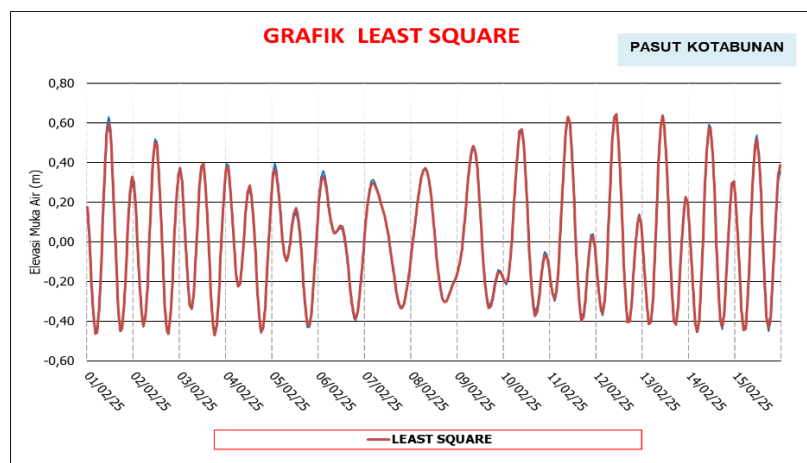
Grafik pengamatan pasang surut diperoleh melalui hasil input data pengamatan pada microsoft excel dan data least square yang telah diperoleh dari program MOD-LSQ, terdapat beberapa perbandingan yang bisa di lihat pada Gambar 7 yaitu pada tanggal 1, 5, 6, 7, 10 dan 15 antara data pengamatan dan data least square.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Data Pengamatan dan Data Least Square



Gambar 8. Grafik Data Pengamatan



Gambar 9. Grafik Data Least Square

3.4 Perhitungan Elevasi Muka Air

Elevasi yang cukup penting adalah muka air tinggi tertinggi dan muka air rendah terendah. Muka air tinggi tertinggi sangat diperlukan untuk perencanaan bangunan pantai, sedangkan muka air rendah terendah sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan pelabuhan.

Tabel 3. Elevasi Muka Air

Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
KOTABUNAN	HHWL	1,00	1,84
	MHWS	0,65	1,49
	MHWL	0,28	1,12
	MSL	0,00	0,84
	MLWL	-0,25	0,60
	MLWS	-0,47	0,38
	LLWL	-0,85	0,00
Tunggang Pasang Surut		1,84	
Amplitudo		Least Square	
S0		0,00	
M2		2,19	
S2		2,42	
N2		0,30	
K1		2,53	
O1		1,57	
M4		0,00	
MS4		0,00	
K2		0,75	
P1		1,10	
Bilangan Formzahl		0,890	
$F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)$			
Tipe Pasang Surut		Campuran, condong ke semi diurnal	

- 1) $MSL = A(S_0) = -0,002$
- 2) $LLWL = MSL - (A(S_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(M_2) + A(K_2))$
 $= -0,002 - (2,416) + (2,529) + (1,570) + (1,1) + (2,192) + (0,0747)$
 $= -8,451$
- 3) $HHWL = MSL + (A(S_2) + A(K_1) + A(O_1) + A(P_1) + A(M_2) + A(K_2))$
 $= -0,002 + (2,416) + (2,529) + (1,570) + (1,1) + (2,192) + (0,0747)$
 $= 9,9687$
- 4) $F = A(K_1) + A(O_1) / A(M_2) + A(S_2)$
 $= 2,529 + 1,50 / 2,192 + 2,416$
 $= 0,890$

3.5 Perhitungan Bilangan Formzahl

Bilangan Formzahl yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Dengan hasil perhitungan bilangan formzahl ini maka akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan formzahl sebagai berikut :

$$F = \frac{AO1 + AK1}{AM2 + AS2}$$

$$F = A(K_1) + A(O_1) / A(M_2) + A(S_2) = 2,529 + 1,570 / 2,192 + 2,416 = 0,890$$

Jenis pasang surut *mixed, condong ke semidiurnal*.

JENIS PASANG SURUT		
FORMZAL	TIPE PASUT	DESKRIPSI
$F \leq 0.25$	Pasang harian ganda (semi diurnal)	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian yang hampir sama dan terjadi berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.
$F > 0.25 < 1.5$	Campuran, condong ke semi diurnal	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.
$F > 1.5 < 3.0$	Campuran, condong ke diurnal	Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut dengan ketinggian yang berbeda. Kadang-kadang terjadi 2 kali air pasang dalam 1 hari dengan perbedaan yang besar pada tinggi dan waktu
$F \geq 3.0$	Pasang harian tunggal (diurnal)	Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit

Sumber : Jenis Pasang Surut (Anugrah, 2009).

Nilai perhitungan bilangan *Formzahl* dalam penelitian ini yaitu 0,890 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukana bahwa wilayah perairan Kotabunan memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dimana dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil analisis komponen harmonik pasang surut di wilayah perairan Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara, tepatnya pada titik koordinat $0^{\circ}48'29.62''$ N / $124^{\circ}39'28.29''$ E, menggunakan metode Least Square mendapatkan 10 komponen harmonik yaitu S_0 (-0.002), M_2 (2.192), S_2 (2.416), N_2 (0.302), K_1 (2.529), M_4 (0.001), O_1 (1.570), P_1 (1.100), K_2 (0.747), dan MS_4 (0.001) berupa nilai amplitudo dan fase, dan nilai elevasi muka air HHWL (1.00), MHWS (0.65), MHWL (0.28), MSL (0.00), MLWL (-0.25), MLWS (-0.47), LLWL (-0.85).

Nilai F dalam penelitian ini yaitu 0,890 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukana bahwa wilayah perairan Kotabunan memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda dimana dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.

4.2 Saran

Perlu dilakukannya pengolahan data menggunakan metode lain seperti metode *Admiralty* untuk mendapatkan lebih banyak nilai komponen pasang surut dan perbandingan hasil yang lebih akurat, serta perlu adanya data pasang surut yang lebih akurat seperti data pengukuran langsung di lokasi penelitian agar dalam hasil pengolahannya terdapat perbandingan yang lebih jelas.

Referensi

- Ali, M., Mihadja D.K., dan Hadi, S., 1994. Pasang Surut Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Jasin, M. Ihsan, and Tommy Jansen. "Analisis pasang surut pada daerah pantai tobololo kelurahan tobololo kota ternate provinsi maluku utara." *Jurnal Sipil Statik* 7.11 (2019): 1515-1526.
- Korto, Jufri, M. Ihsan Jasin, and Jeffry D. Mamoto. "Analisis pasang surut di pantai nuangan (desa iyok) boltim dengan metode admiralty." *Jurnal Sipil Statik* 3.6 (2015): 391-402.
- Sangkop, Novian, Jeffry D. Mamoto, and Muh I. Jasin. "Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulo Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty." *Tekno* 13.63 (2015).
- Sepang, Indry S., Jeffry D. Mamoto, and Arthur H. Thambas. "Analisis Pasang Surut Di Kawasan Pantai Budo Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara." *TEKNO* 22.88 (2024): 1471-1478.
- Setia, Vika, Romi Fadly, and Ahmad Zakaria. "ANALISIS PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE LEAST SQUARE DAN ADMIRALTY DI PELABUHAN BAKAUHENI LAMPUNG." *Datum: Journal of Geodesy and Geomatics* 4.2 (2024): 32-

41.

Solihuddin, T. (2011). Karakteristik pantai dan proses abrasi di pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 13(2).

Sutikno, 1993. Karakteristik Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. DIKLAT PU WIL III. Dirjen Pengairan Departemen PU. Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. DIKLAT PU WIL III. Dirjen Pengairan Departemen PU. Yogyakarta. 51 Hal.

SETYOWATI, Ranu Wening Wahyu; Zahrina, Nadia. Analisis Tipe Pasang Surut menggunakan Metode Admiralty (Studi Kasus: Perairan Sorong, Papua Barat): Tidal Type Analysis using The Admiralty Method (Case Study: Sorong Waters, West Papua). *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 2024, 6.1: 15-22.

Triatmodjo Bambang. (1999). Teknik Pantai. Unit Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gadjadara, Beta Offset, Yogyakarta.

Zahro, Alfiyanti Az; Zahrina, Nadia. Analisis Tipe Pasang Surut untuk Penentuan Elevasi Muka Air Laut di Perairan Semarang menggunakan Metode Admiralty: Tidal Type Analysis for Sea Surface Height Determination in Semarang Waters using Admiralty Method. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 2024, 6.1: 7-14.

Zakaria, A., Purna, B.I.M.C., and Mariyanto, 2021. Analisis Perbandingan Data Pasang Surut Hasil Peramalan dengan Data Pasang Surut Terukur (Studi Kasus Stasiun Pasut Meneng). *Rekayasa Sipil dan Desain*, 9 (2), 353–364.

Zakaria, A., 2009. Program Interaktif berbasis Web untuk menghitung Panjang Gelombang dan Pasang Surut.