Available online https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno

T E K N O

OPEN ACCESS

Volume 24, No. 96, Tahun 2026 p-ISSN: 0215-9617

Analisis Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Di Pantai Ondong Pulau Siau Kabupaten Siau Tagulandang Biaro (Sitaro), Sulawesi Utara

Kifli Tolip[#a], Arthur H. Thambas[#b], Ariestides K. T. Dundu[#c]

[#]*Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*
[a]kiflitolip021@student.unsrat.ac.id, [b]arthur.thambas@unsrat.ac.id, [c]dundu.akt@gmail.com

Abstrak

Pantai ondong di pulau siau, kabupaten kepulauan siau tagulandang biaro (Sitaro), merupakan kawasan pesisir yang berperan penting bagi aktivitas transportasi laut, perikanan, dan kehidupan masyarakat pesisir. Namun, informasi ilmiah mengenai karakteristik pasang surutt di wilayah ini masih terbatas sehingga diperlukan analisis yang akurat sebagai dasar perencanaan dan pengelolaan kawasan pantai. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik pasang surut, menentukan komponen harmonik, menghitung elevasi muka air laut, , serta mengidentifikas tipe pasang surut di pantai ondong. Kajian penelitian didasarkan pada teori teori surut harmonik, komponen harmonik pasang surut, elevasi muka air laut, metode Least Square, dan klasifikasi tipe pasang surut menggunakan Bilangan Formzahl. Data yang digunakan berupa data pasang surut ekunder dari Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI–BIG) selama 30 hari dengan interval pengamatan satu jam, didukung data primer berupa observasi lapangan dan dokumentasi kondisi pantai. Analisis dilakukan menggunakan program MOD-LSQ untuk emperoleh amplitudo dan fase komponen harmonik serta menentukan elevasi muka air laut dan tipe pasang surut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen harmonik utama yang diperoleh terdiri atas S_0, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, P_1, K_2, M_4, dan MS_4. Nilai elevasi muka air laut yang diperoleh meliputi HHWL sebesar 13,5532 m, MSL sebesar -0,004 m, dan LLWL sebesar -12,7085 m. Perhitungan Bilangan Formzahl menghasilkan nilai F = 0,325, yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Pantai Ondong adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semi-diurnal), dengan dua kali pasang dan dua kali surut setiap hari yang memiliki tinggi dan periode berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi dasar bagi pengelolaan wilayah pesisir, perencanaan bangunan pantai, navigasi, serta penelitian lanjutan di kawasan Pantai Ondong.

Kata kunci: pasang surut, Least Square, Bilangan Formzahl, elevasi muka air laut, Pantai Ondong

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan yang dikelilingi oleh laut dengan dinamika oseanografi yang kompleks. Salah satu fenomena penting dalam dinamika laut adalah pasang surut, yaitu naik turunnya muka air laut secara periodik akibat pengaruh gaya tarik gravitasi bulan dan dan matahari terhadap bumi. Informasi mengenai pasang surut sangat penting untuk berbagai kepentingan, seperti perencanaan pelabuhan, kegiatan transportasi laut, perikanan, pariwisata bahari, hingga mitigasi bencana pesisir.

Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro (SITARO) merupakan wilayah kepulauan di sulawesi utara yang dikelilingi oleh laut dengan potensi sumber daya kelautan yang besar. Salah satu lokasi pesisir yang strategis adalah Pantai Ondong di Pulau Siau. Pantai ini dikenal sebagai salah satu kawasan yang dekat dengan aktivitas masyarakat, baik sebagai jalur transportasi maupun aktivitas perikanan. Namun, data ilmiah mengenai karakteristik pasang surut di Pantai Ondong masih sangat terbatas.

Metode yang dapat digunakan untuk menganalisis pasang surut adalah metode harmonik dengan pendekatan Least Square, yaitu metode matematis yang memanfaatkan prinsip kuadrat

terkecil untuk memperoleh konstanta harmonik (amplitudo dan fase) dari data pengamatan pasang surut. Dengan metode ini, pola pasang surut dapat dijelaskan secara lebih akurat sehingga dapat ditentukan tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl (F).

Analisis pasang surut di Pantai Ondong perlu dilakukan untuk memberikan gambaran pola pasang surut di wilayah tersebut. Informasi ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan pesisir, mendukung aktivitas pelabuhan, serta menjadi dasar penelitian lanjutan di bidang teknik pantai maupun oseanografi. Oleh karena itu, penelitian ini berjudul: "Analisis Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square,di Pantai Ondong, Pulau Siau, Kabupaten Kepulauan Sitaro."

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola pasang surut yang terjadi di pantai ondong, pulau siau, kabupaten Sitaro?
2. Tipe pasang surut apa yang dominan di pantai ondong?
3. Bagaimana karakteristik harian pasang surut berdasarkan data pengamatan dan analisis metode yang digunakan?

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis pasang surut di Pantai Ondong, Pulau Siau Kabupaten Kepulauan Sitaro
2. Data yang digunakan adalah data pasang surut hasil pengamatan di lapangan dan/ataudata sekunder dari instansi terkait (BMKG atau BIG) yang relevan dengan lokasi penelitian.
3. Analisis pasang surut dilakukan menggunakan metode Least Square untuk menentukan komponen harmonik dan tipe pasang surut.
4. Penelitian tidak membahas secara rinci faktor lain yang dapat memengaruhi dinamika pesisir, seperti arus, gelombang, sedimentasi, maupun dampak keberadaan bangunan pengaman pantai.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pola pasang surut di pantai ondong
2. Menentukan tipe pasang surut dominan di lokasi penelitian
3. Menggambarkan karakteristik muka air laut berdasarkan hasil analisis

1.5. Manfaat Penelitian

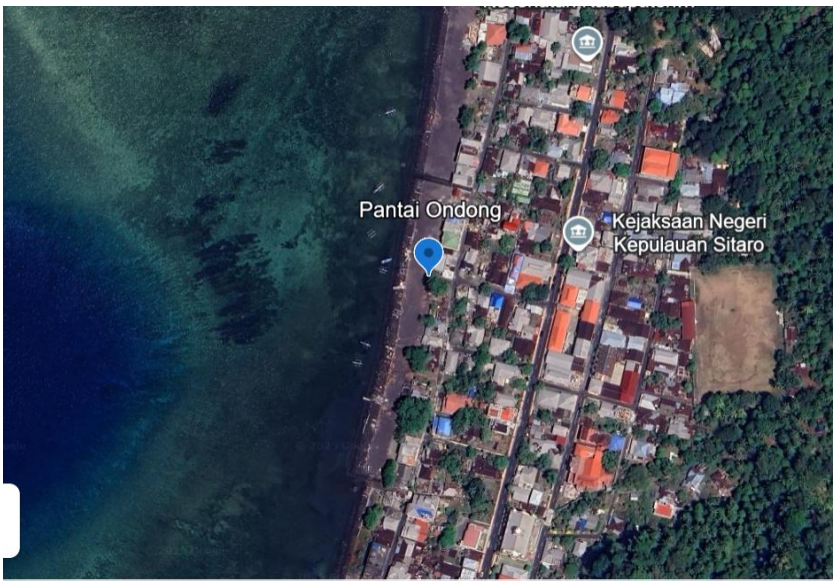
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat akademis : Menjadi referensi tambahan dalam kajian oseanografi, khususnya terkait analisis pasang surut di wilayah kepulauan, dan menambah literatur penelitian di Kabupaten Kepulauan Sitaro, khususnya Pantai Ondong yang belum banyak diteliti.
2. Bagi Lingkungan dan pemerintah daerah: memberikan informasi dasar yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah dalam pengelolaan wilayah pesisir dan perencanaan pembangunan pantai, dan mendukung aktivitas masyarakat pesisir seperti perikanan, pelayaran, dan pariwisata dengan pasang surut yang lebih akurat.
3. Bagi Peneliti lain: Menjadi referensi bagi pengembangan penelitian di bidang Teknik pantai khususnya dalam menganalisis pasang surut menggunakan metode Least Square.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pantai ondong, pulau siau, kabupaten kepulauan Sitaro, provinsi sulawesi utara. Lokasi ini dipilih karena Pantai Ondong merupakan kawasan pesisir yang dinamis, dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut laut, serta merupakan pusat aktivitas masyarakat pesisir. Secara Geografis terletak pada koordinat 2°44'53.3"N 125°21'34.5"E.



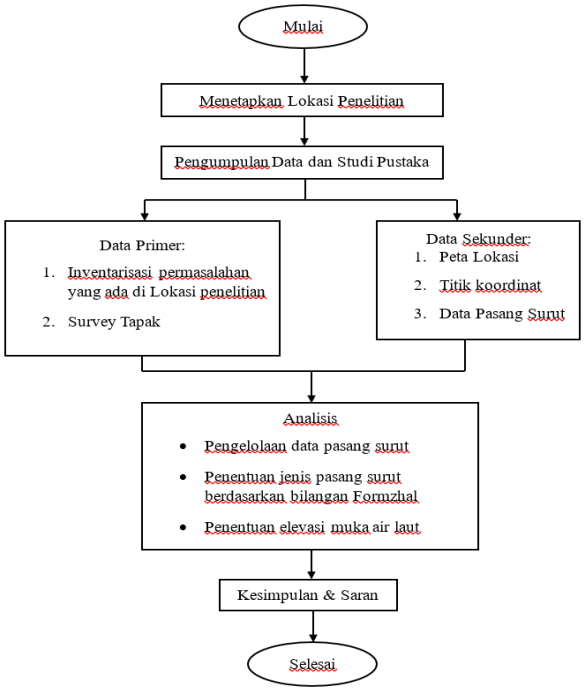
Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Pengumpulan Data

- Data Primer
  Data primer merupakan data utama melalui survei lapangan di lokasi penelitian untuk mendapatkan data yang akurat. Adapun survey yang dilakukan dilapangan meliputi:
  - Inventarisasi dan mengidentifikasi permasalahan yang ada dilokasi penelitian
  - Survey Tapak
- Data Sekunder
  - Titik koordinat lokasi penelitian (GPS)
  - Data pasang surut (BIG)
  - Peta lokasi penelitian (Google Earth)

2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian mengikuti alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data Pasang Surut

Pengumpulan data pengamatan pasang surut selama 30 hari pada bulan Desember tahun 2025 diperoleh melalui website *Sistem Reverensi Geospasial Indonesia* (srgi.big.go.id).

3.2 Data Pengamatan Pasang Surut

Perhitungan pasang surut menggunakan data yang di ambil dari website Badan Infornasi Geospasial (BIG) pada bulan desember, tahun 2025, selama 30 hari, dengan interval setiap 1 jam.

LOKASI :	PANTAI ONDONG																							
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
01/12/2025	-0.45	-0.42	-0.28	-0.05	0.21	0.45	0.60	0.63	0.53	0.31	0.03	-0.25	-0.47	-0.57	-0.55	-0.40	-0.17	0.07	0.27	0.37	0.35	0.21	-0.02	-0.25
02/12/2025	-0.44	-0.52	-0.46	-0.25	0.05	0.38	0.66	0.82	0.82	0.65	0.35	-0.03	-0.39	-0.66	-0.78	-0.72	-0.52	-0.22	0.09	0.33	0.44	0.39	0.20	-0.07
03/12/2025	-0.34	-0.54	-0.59	-0.47	-0.19	0.18	0.57	0.88	1.03	0.97	0.72	0.32	-0.14	-0.56	-0.85	-0.94	-0.84	-0.57	-0.21	0.14	0.40	0.49	0.39	0.16
04/12/2025	-0.16	-0.45	-0.64	-0.64	-0.45	-0.10	0.34	0.77	1.08	1.18	1.05	0.71	0.23	-0.28	-0.72	-0.99	-1.04	-0.87	-0.54	-0.13	0.23	0.46	0.50	0.36
05/12/2025	0.07	-0.28	-0.57	-0.71	-0.66	-0.40	0.02	0.51	0.94	1.21	1.25	1.05	0.64	0.11	-0.43	-0.85	-1.07	-1.05	-0.82	-0.44	-0.03	0.32	0.50	0.48
06/12/2025	0.28	-0.04	-0.39	-0.66	-0.75	-0.63	-0.31	0.15	0.64	1.04	1.26	1.24	0.97	0.51	-0.03	-0.54	-0.91	-1.06	-0.98	-0.70	-0.31	0.08	0.38	0.50
07/12/2025	0.43	0.19	-0.15	-0.48	-0.70	-0.73	-0.55	-0.20	0.27	0.72	1.07	1.22	1.13	0.82	0.36	-0.16	-0.61	-0.91	-0.99	-0.85	-0.56	-0.18	0.17	0.41
08/12/2025	0.47	0.35	0.09	-0.23	-0.51	-0.67	-0.65	-0.44	-0.08	0.34	0.74	1.01	1.09	0.96	0.63	0.20	-0.26	-0.63	-0.84	-0.86	-0.70	-0.40	-0.06	0.23
09/12/2025	0.40	0.42	0.28	0.03	-0.25	-0.48	-0.59	-0.54	-0.32	0.00	0.37	0.69	0.88	0.91	0.75	0.44	0.06	-0.31	-0.60	-0.74	-0.71	-0.54	-0.27	0.02
10/12/2025	0.25	0.38	0.36	0.23	0.01	-0.22	-0.40	-0.47	-0.41	-0.22	0.05	0.34	0.57	0.70	0.69	0.54	0.27	-0.04	-0.33	-0.53	-0.62	-0.57	-0.41	-0.18
11/12/2025	0.06	0.25	0.35	0.33	0.22	0.04	-0.15	-0.29	-0.34	-0.30	-0.16	0.04	0.25	0.42	0.50	0.48	0.36	0.15	-0.08	-0.30	-0.45	-0.50	-0.45	-0.31
12/12/2025	-0.12	0.08	0.24	0.33	0.33	0.25	0.11	-0.04	-0.17	-0.24	-0.24	-0.16	-0.03	0.12	0.24	0.32	0.31	0.23	0.09	-0.09	-0.25	-0.36	-0.41	-0.37
13/12/2025	-0.25	-0.08	0.10	0.25	0.35	0.37	0.32	0.20	0.05	-0.09	-0.20	-0.24	-0.22	-0.14	-0.03	0.09	0.18	0.21	0.17	0.08	-0.06	-0.20	-0.30	-0.35
14/12/2025	-0.32	-0.22	-0.06	0.13	0.30	0.41	0.45	0.40	0.28	0.11	-0.07	-0.22	-0.31	-0.33	-0.27	-0.15	-0.02	0.10	0.17	0.17	0.10	-0.02	-0.16	-0.28
15/12/2025	-0.33	-0.31	-0.20	-0.02	0.19	0.38	0.51	0.55	0.48	0.33	0.11	-0.12	-0.31	-0.43	-0.45	-0.38	-0.23	-0.06	0.10	0.19	0.20	0.13	-0.01	-0.17
16/12/2025	-0.29	-0.35	-0.31	-0.17	0.04	0.28	0.49	0.63	0.64	0.54	0.32	0.05	-0.23	-0.45	-0.57	-0.56	-0.44	-0.25	-0.03	0.15	0.25	0.24	0.14	-0.03
17/12/2025	-0.21	-0.35	-0.39	-0.31	-0.12	0.14	0.42	0.64	0.75	0.72	0.54	0.26	-0.07	-0.38	-0.60	-0.69	-0.63	-0.45	-0.20	0.05	0.24	0.32	0.27	0.11
18/12/2025	-0.10	-0.30	-0.42	-0.42	-0.28	-0.03	0.28	0.57	0.78	0.85	0.74	0.49	0.14	-0.24	-0.55	-0.74	-0.77	-0.64	-0.39	-0.09	0.17	0.33	0.36	0.25
19/12/2025	0.04	-0.21	-0.40	-0.49	-0.43	-0.22	0.09	0.44	0.74	0.91	0.90	0.71	0.38	-0.03	-0.42	-0.71	-0.84	-0.78	-0.57	-0.27	0.05	0.29	0.40	0.36
20/12/2025	0.18	-0.08	-0.33	-0.50	-0.53	-0.39	-0.11	0.25	0.61	0.88	0.98	0.89	0.61	0.22	-0.22	-0.59	-0.82	-0.87	-0.73	-0.45	-0.12	0.19	0.39	0.43
21/12/2025	0.31	0.07	-0.22	-0.46	-0.57	-0.53	-0.31	0.04	0.43	0.77	0.98	0.99	0.81	0.46	0.02	-0.41	-0.73	-0.88	-0.84	-0.62	-0.30	0.05	0.31	0.44
22/12/2025	0.40	0.21	-0.07	-0.35	-0.55	-0.59	-0.46	-0.18	0.20	0.59	0.88	1.01	0.93	0.67	0.27	-0.18	-0.57	-0.81	-0.87	-0.74	-0.46	-0.12	0.19	0.40
23/12/2025	0.45	0.33	0.09	-0.20	-0.45	-0.59	-0.56	-0.36	-0.02	0.36	0.71	0.93	0.96	0.80	0.48	0.06	-0.36	-0.68	-0.83	-0.80	-0.60	-0.29	0.04	0.31
24/12/2025	0.45	0.42	0.25	-0.02	-0.30	-0.50	-0.57	-0.47	-0.23	0.12	0.48	0.76	0.90	0.85	0.62	0.27	-0.13	-0.49	-0.72	-0.79	-0.68	-0.43	-0.12	0.18
25/12/2025	0.39	0.45	0.37	0.16	-0.11	-0.35	-0.50	-0.51	-0.37	-0.11	0.22	0.52	0.73	0.79	0.68	0.42	0.08	-0.27	-0.56	-0.70	-0.69	-0.53	-0.26	0.03
26/12/2025	0.29	0.43	0.44	0.32	0.10	-0.15	-0.35	-0.46	-0.44	-0.28	-0.03	0.25	0.49	0.63	0.63	0.49	0.24	-0.07	-0.35	-0.56	-0.63	-0.57	-0.38	-0.12
27/12/2025	0.15	0.36	0.46	0.44	0.30	0.09	-0.13	-0.31	-0.40	-0.37	-0.23	-0.03	0.20	0.38	0.47	0.45	0.31	0.10	-0.15	-0.37	-0.50	-0.53	-0.44	-0.25
28/12/2025	-0.01	0.22	0.40	0.48	0.45	0.33	0.14	-0.07	-0.24	-0.33	-0.34	-0.25	-0.10	0.07	0.21	0.29	0.28	0.19	0.03	-0.16	-0.32	-0.42	-0.43	-0.34
29/12/2025	-0.17	0.05	0.26	0.43	0.52	0.51	0.41	0.23	0.03	-0.16	-0.30	-0.36	-0.33	-0.24	-0.11	0.03	0.13	0.16	0.12	0.02	-0.12	-0.25	-0.35	-0.37
30/12/2025	-0.30	-0.15	0.06	0.28	0.47	0.60	0.62	0.53	0.36	0.13	-0.11	-0.31	-0.44	-0.47	-0.42	-0.29	-0.13	0.02	0.11	0.13	0.07	-0.05	-0.19	-0.30

Gambar 3. Data Pengamatan Pasang Surut

LOKASI :	PANTAI ONDONG																							
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
01/12/2025	-4.54	-4.22	-2.78	-0.5	2.11	4.46	5.98	6.28	5.26	3.12	0.33	-2.48	-4.66	-5.73	-5.47	-4	-1.73	0.73	2.73	3.74	3.5	2.07	-0.15	-2.54
02/12/2025	-4.42	-5.19	-4.55	-2.53	0.46	3.76	6.57	8.2	8.2	6.51	3.45	-0.3	-3.92	-6.6	-7.77	-7.23	-5.19	-2.23	0.85	3.25	4.35	3.89	2.04	-0.65
03/12/2025	-3.4	-5.36	-5.89	-4.7	-1.93	1.83	5.72	8.79	10.27	9.71	7.17	3.17	-1.43	-5.62	-8.48	-9.44	-8.37	-5.66	-2.06	1.44	3.96	4.85	3.94	1.56
04/12/2025	-1.58	-4.52	-6.35	-6.41	-4.51	-0.97	3.44	7.7	10.75	11.8	10.52	7.12	2.32	-2.84	-7.23	-9.92	-10.39	-8.69	-5.35	-1.33	2.3	4.61	5.04	3.57
05/12/2025	0.67	-2.76	-5.67	-7.14	-6.58	-3.95	0.24	5.06	9.36	12.09	12.54	10.5	6.39	1.08	-4.25	-8.46	-10.67	-10.51	-8.18	-4.43	-0.28	3.15	5	4.84
06/12/2025	2.81	-0.44	-3.92	-6.56	-7.49	-6.28	-3.05	1.52	6.4	10.42	12.6	12.35	9.67	5.12	-0.3	-5.4	-9.09	-10.62	-9.82	-7.04	-3.13	0.82	3.79	5.03
07/12/2025	4.28	1.85	-1.51	-4.78	-6.95	-7.28	-5.52	-1.95	2.66	7.24	10.7	12.18	11.29	8.19	3.55	-1.59	-6.11	-9.05	-9.87	-8.54	-5.55	-1.78	1.73	4.09
08/12/2025	4.71	3.52	0.93	-2.27	-5.11	-6.71	-6.52	-4.43	-0.84	3.44	7.42	10.13	10.92	9.56	6.33	1.96	-2.58	-6.3	-8.43	-8.61	-6.96	-4.02	-0.63	2.3
09/12/2025	4.04	4.18	2.78	0.29	-2.52	-4.82	-5.9	-5.36	-3.24	0.03	3.7	6.89	8.83	9.05	7.46	4.42	0.6	-3.14	-6	-7.4	-7.13	-5.39	-2.71	0.18
10/12/2025	2.52	3.76	3.64	2.27	0.1	-2.22	-4	-4.71	-4.08	-2.21	0.48	3.36	5.73	7.02	6.89	5.35	2.74	-0.35	-3.25	-5.33	-6.18	-5.69	-4.05	-1.75
11/12/2025	0.63	2.51	3.45	3.29	2.15	0.4	-1.45	-2.86	-3.44	-3	-1.62	0.36	2.46	4.15	5.01	4.81	3.56	1.53	-0.82	-2.98	-4.48	-5.01	-4.49	-3.08
12/12/2025	-1.15	0.84	2.44	3.31	3.3	2.47	1.1	-0.44	-1.73	-2.44	-2.4	-1.62	-0.31	1.17	2.44	3.16	3.13	2.31	0.88	-0.85	-2.48	-3.64	-4.07	-3.66
13/12/2025	-2.49	-0.82	0.98	2.53	3.51	3.71	3.15	1.98	0.5	-0.94	-1.99	-2.44	-2.21	-1.4	-0.25	0.91	1.77	2.07	1.71	0.75	-0.58	-1.96	-3.03	-3.5
14/12/2025	-3.21	-2.17	-0.57	1.27	2.95	4.1	4.49	4.01	2.78	1.08	-0.72	-2.23	-3.13	-3.26	-2.65	-1.5	-0.15	1.02	1.7	1.68	0.97	-0.24	-1.62	-2.77
15/12/2025	-3.33	-3.07	-1.97	-0.21	1.85	3.76	5.07	5.46	4.82	3.26	1.1	-1.19	-3.13	-4.3	-4.5	-3.75	-2.3	-0.57	0.98	1.92	2.02	1.27	-0.09	-1.65
16/12/2025	-2.93	-3.5	-3.1	-1.71	0.41	2.82	4.94	6.26	6.43	5.35	3.22	0.48	-2.29	-4.49	-5.66	-5.6	-4.42	-2.47	-0.3	1.51	2.5	2.44	1.39	-0.31
17/12/2025	-2.12	-3.46	-3.86	-3.09	-1.2	1.41	4.15	6.36	7.48	7.16	5.41	2.58	-0.74	-3.82	-6.02	-6.88	-6.28	-4.48	-1.98	0.52	2.39	3.15	2.66	1.11
18/12/2025	-0.98	-2.97	-4.2	-4.2	-2.84	-0.33	2.77	5.74	7.82	8.46	7.43	4.89	1.37	-2.37	-5.52	-7.4	-7.66	-6.35	-3.87	-0.94	1.68	3.31	3.57	2.46
19/12/2025	0.36	-2.06	-4.03	-4.9	-4.29	-2.2	0.94	4.41	7.37	9.06	8.99	7.11	3.78	-0.28	-4.18	-7.07	-8.35	-7.83	-5.74	-2.7	0.45	2.88	4	3.56
20/12/2025	1.77	-0.79	-3.34	-5.04	-5.32	-3.94	-1.11	2.54	6.14	8.8	9.83	8.89	6.14	2.16	-2.17	-5.9	-8.23	-8.69	-7.31	-4.54	-1.18	1.88	3.85	4.25
21/12/2025	3.05	0.66	-2.17	-4.56	-5.74	-5.25	-3.07	0.37	4.27	7.7	9.77	9.94	8.09	4.6	0.22	-4.05	-7.28	-8.8	-8.36	-6.19	-2.96	0.45	3.13	4.4
22/12/2025	4	2.11	-0.67	-3.48	-5.46	-5.93	-4.64	-1.77	2.04	5.88	8.81	10.08	9.32	6.65	2.65	-1.78	-5.65	-8.12	-8.71	-7.4	-4.64	-1.23	1.93	4
23/12/2025	4.49	3.34	0.94	-1.97	-4.5	-5.86	-5.56	-3.55	-0.24	3.61	7.07	9.27	9.63	8.01	4.75	0.58	-3.56	-6.75	-8.32	-7.99	-5.98	-2.89	0.43	3.1
24/12/2025	4.45	4.18	2.45	-0.2	-2.97	-5.02	-5.71	-4.74	-2.25	1.19	4.76	7.59	8.95	8.46	6.21	2.69	-1.31	-4.88	-7.22	-7.87	-6.78	-4.31	-1.16	1.82
25/12/2025	3.88	4.54	3.67	1.6	-1.06	-3.51	-5.03	-5.13	-3.71	-1.07	2.18	5.23	7.31	7.89	6.78	4.22	0.78	-2.74	-5.56	-7.04	-6.91	-5.28	-2.63	0.34
26/12/2025	2.86	4.34	4.44	3.2	1.03	-1.45	-3.52	-4.6	-4.36	-2.81	-0.33	2.47	4.88	6.28	6.3	4.89	2.38	-0.67	-3.54	-5.57	-6.32	-5.65	-3.77	-1.18
27/12/2025	1.48	3.56	4.59	4.37	3.01	0.93	-1.31	-3.09	-3.96	-3.68	-2.34	-0.28	1.95	3.77	4.7	4.48	3.14	0.99	-1.47	-3.66	-5.04	-5.31	-4.39	-2.51
28/12/2025	-0.12	2.22	4	4.82	4.54	3.28	1.38	-0.68	-2.38	-3.34	-3.37	-2.5	-1.01	0.69	2.12	2.9	2.81	1.85	0.25	-1.6	-3.23	-4.23	-4.31	-3.42
29/12/2025	-1.72	0.45	2.63	4.34	5.23	5.13	4.08	2.33	0.28	-1.63	-3.01	-3.6	-3.34	-2.39	-1.05	0.3	1.27	1.61	1.22	0.19	-1.18	-2.53	-3.46	-3.65
30/12/2025	-2.97	-1.47	0.59	2.82	4.74	5.95	6.17	5.34	3.6	1.3	-1.1	-3.13	-4.41	-4.74	-4.15	-2.87	-1.29	0.16	1.1	1.28	0.69	-0.49	-1.88	-3.04

Gambar 4. Data Pengamatan Least Square

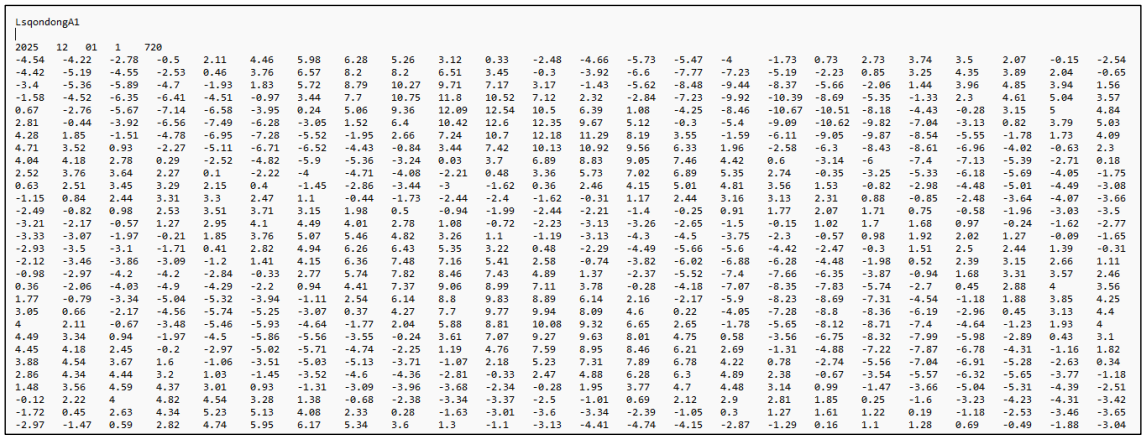
3.3 Program MOD-LSQ

Pengolahan data penelitian dengan metode least square menggunakan program MOD-LSQ atau *Least Square Model for Tide by Us Army Engineer Waterways Experiment Station Coastal Engineering Research Ceter,* program ini ini merupakan metode matematis/statistik untuk

menguraikan sinyal pasang surut menjadi komponen harmonik seperti M2, S2,O1 melalui regresi least-squares (kuadrat terkecil), pada bulan Februari 2025.



Gambar 5. Tampilan Awal Program MOD-LSQ



LsqondongA1

```
2025   12   01   1    720
-4.54   -4.22   -2.78   -0.5    2.11    4.46    5.98    6.28    5.26    3.12    0.33   -2.48   -4.66   -5.73   -5.47   -4      -1.73   0.73    2.73    3.74    3.5     2.07    -0.15   -2.54
-4.42   -5.19   -4.55   -2.53   0.46    3.76    6.57    8.2     8.2     6.51    3.45   -0.3    -3.92   -6.6    -7.77   -7.23   -5.19   -2.23   0.85    3.25    4.35    3.89    2.04    -0.65
-3.4    -5.36   -5.89   -4.7    -1.93   1.83    5.72    8.79    10.27   9.71    7.17   3.17    -1.43   -5.62   -8.48   -9.44   -8.37   -5.66   -2.06   1.44    3.96    4.85    3.94    1.56
-1.58   -4.52   -6.35   -6.41   -4.51   -0.97   3.44    7.7     10.75   11.8    10.52  7.12    2.32    -2.84   -7.23   -9.92   -10.39  -8.69   -5.35   -1.33   2.3     4.61    5.04    3.57
0.67    -2.76   -5.67   -7.14   -6.58   -3.95   0.24    5.06    9.36    12.09   12.54  10.5    6.39    1.08    -4.25   -8.46   -10.67  -10.51  -8.18   -4.43   -0.28   3.15    5       4.84
2.81    -0.44   -3.92   -6.56   -7.49   -6.28   -3.05   1.52    6.4     10.42   12.6   12.35   9.67    5.12    -0.3    -5.4    -9.09   -10.62  -9.82   -7.04   -3.13   0.82    3.79    5.03
4.28    1.85    -1.51   -4.78   -6.95   -7.28   -5.52   -1.95   2.66    7.24    10.7   12.18   11.29   8.19    3.55    -1.59   -6.11   -9.05   -9.87   -8.54   -5.55   -1.78   1.73    4.09
4.71    3.52    0.93    -2.27   -5.11   -6.71   -6.52   -4.43   -0.84   3.44    7.42   10.13   10.92   9.56    6.33    1.96    -2.58   -6.3    -8.43   -8.61   -6.96   -4.02   -0.63   2.3
4.04    4.18    2.78    0.29    -2.52   -4.82   -5.9    -5.36   -3.24   0.03    3.7    6.89    8.83    9.05    7.46    4.42    0.6     -3.14   -6      -7.4    -7.13   -5.39   -2.71   0.18
2.52    3.76    3.64    2.27    0.1     -2.22   -4      -4.71   -4.08   -2.21   0.48   3.36    5.73    7.02    6.89    5.35    2.74    -0.35   -3.25   -5.33   -6.18   -5.69   -4.05   -1.75
0.63    2.51    3.45    3.29    2.15    0.4     -1.45   -2.86   -3.44   -3      -1.62  0.36    2.46    4.15    5.01    4.81    3.56    1.53    -0.82   -2.98   -4.48   -5.01   -4.49   -3.08
-1.15   0.84    2.44    3.31    3.3     2.47    1.1     -0.44   -1.73   -2.44   -2.4   -1.62   -0.31   1.17    2.44    3.16    3.13    2.31    0.88    -0.85   -2.48   -3.64   -4.07   -3.66
-2.49   -0.82   0.98    2.53    3.51    3.71    3.15    1.98    0.5     -0.94   -1.99  -2.44   -2.21   -1.4    -0.25   0.91    1.77    2.07    1.71    0.75    -0.58   -1.96   -3.03   -3.5
-3.21   -2.17   -0.57   1.27    2.95    4.1     4.49    4.01    2.78    1.08    -0.72  -2.23   -3.13   -3.26   -2.65   -1.5    -0.15   1.02    1.7     1.68    0.97    -0.24   -1.62   -2.77
-3.33   -3.07   -1.97   -0.21   1.85    3.76    5.07    5.46    4.82    3.26    1.1    -1.19   -3.13   -4.3    -4.5    -3.75   -2.3    -0.57   0.98    1.92    2.02    1.27    -0.09   -1.65
-2.93   -3.5    -3.1    -1.71   0.41    2.82    4.94    6.26    6.43    5.35    3.22   0.48    -2.29   -4.49   -5.66   -5.6    -4.42   -2.47   -0.3    1.51    2.5     2.44    1.39    -0.31
-2.12   -3.46   -3.86   -3.09   -1.2    1.41    4.15    6.36    7.48    7.16    5.41   2.58    -0.74   -3.82   -6.02   -6.88   -6.28   -4.48   -1.98   0.52    2.39    3.15    2.66    1.11
-0.98   -2.97   -4.2    -4.2    -2.84   -0.33   2.77    5.74    7.82    8.46    7.43   4.89    1.37    -2.37   -5.52   -7.4    -7.66   -6.35   -3.87   -0.94   1.68    3.31    3.57    2.46
0.36    -2.06   -4.03   -4.9    -4.29   -2.2    0.94    4.41    7.37    9.06    8.99   7.11    3.78    -0.28   -4.18   -7.07   -8.35   -7.83   -5.74   -2.7    0.45    2.88    4       3.56
1.77    -0.79   -3.34   -5.04   -5.32   -3.94   -1.11   2.54    6.14    8.8     9.83   8.89    6.14    2.16    -2.17   -5.9    -8.23   -8.69   -7.31   -4.54   -1.18   1.88    3.85    4.25
3.05    0.66    -2.17   -4.56   -5.74   -5.25   -3.07   0.37    4.27    7.7     9.77   9.94    8.09    4.6     0.22    -4.05   -7.28   -8.8    -8.36   -6.19   -2.96   0.45    3.13    4.4
4       2.11    -0.67   -3.48   -5.46   -5.93   -4.64   -1.77   2.04    5.88    8.81   10.08   9.32    6.65    2.65    -1.78   -5.65   -8.12   -8.71   -7.4    -4.64   -1.23   1.93    4
4.49    3.34    0.94    -1.97   -4.5    -5.86   -5.56   -3.55   -0.24   3.61    7.07   9.27    9.63    8.01    4.75    0.58    -3.56   -6.75   -8.32   -7.99   -5.98   -2.89   0.43    3.1
4.45    4.18    2.45    -0.2    -2.97   -5.02   -5.71   -4.74   -2.25   1.19    4.76   7.59    8.95    8.46    6.21    2.69    -1.31   -4.88   -7.22   -7.87   -6.78   -4.31   -1.16   1.82
3.88    4.54    3.67    1.6     -1.06   -3.51   -5.03   -5.13   -3.71   -1.07   2.18   5.23    7.31    7.89    6.78    4.22    0.78    -2.74   -5.56   -7.04   -6.91   -5.28   -2.63   0.34
2.86    4.34    4.44    3.2     1.03    -1.45   -3.52   -4.6    -4.36   -2.81   -0.33  2.47    4.88    6.28    6.3     4.89    2.38    -0.67   -3.54   -5.57   -6.32   -5.65   -3.77   -1.18
1.48    3.56    4.59    4.37    3.01    0.93    -1.31   -3.09   -3.96   -3.68   -2.34  -0.28   1.95    3.77    4.7     4.48    3.14    0.99    -1.47   -3.66   -5.04   -5.31   -4.39   -2.51
-0.12   2.22    4       4.82    4.54    3.28    1.38    -0.68   -2.38   -3.34   -3.37  -2.5    -1.01   0.69    2.12    2.9     2.81    1.85    0.25    -1.6    -3.23   -4.23   -4.31   -3.42
-1.72   0.45    2.63    4.34    5.23    5.13    4.08    2.33    0.28    -1.63   -3.01  -3.6    -3.34   -2.39   -1.05   0.3     1.27    1.61    1.22    0.19    -1.18   -2.53   -3.46   -3.65
-2.97   -1.47   0.59    2.82    4.74    5.95    6.17    5.34    3.6     1.3     -1.1   -3.13   -4.41   -4.74   -4.15   -2.87   -1.29   0.16    1.1     1.28    0.69    -0.49   -1.88   -3.04
```

Gambar 6. Tampilan Data Pasut pada Notepad

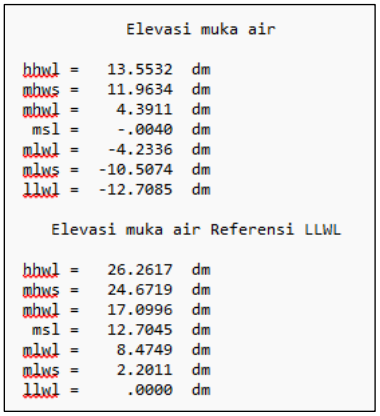


Gambar 7. Memasukkan Input dan Output Data pada Program

```
Lokasi pengamatan pasut :kiflilsq
  Mengurai Konstituen Pasut

    So =   -.004
Amplitudo M2 =   5.533dm  Beda Fasa   -33.19
Amplitudo S2 =   3.815dm  Beda Fasa   -31.66
Amplitudo N2 =   1.072dm  Beda Fasa    35.31
Amplitudo K1 =   1.577dm  Beda Fasa   -72.06
Amplitudo M4 =    .001dm  Beda Fasa    88.84
Amplitudo O1 =   1.467dm  Beda Fasa    89.14
Amplitudo P1 =    .697dm  Beda Fasa   -57.80
Amplitudo K2 =   1.674dm  Beda Fasa   -21.92
Amplitudo MS4 =   .001dm  Beda Fasa    43.21
```

Gambar 8. Tampilan Output Amplitudo dan Beda Fasa pada Notepad



Gambar 9. Tampilan Output Data Elevasi Muka Air pada Notepad

Setelah melakukan input data pada program MOD-LSQ dan menghasilkan output data selanjutnya melalukan perbandingan melalui grafik data pengamatan dari data Least Square pada MS Excel.

Tabel 1. Matrix Observasi

Meramal	Pasut
-4.9114	-0.5
-4.7049	-0.5
-3.2479	-0.3
-0.8099	-0.1
2.0802	0.2
4.7558	0.5
6.5739	0.7
7.0758	0.7
6.1061	0.6
3.8578	0.4
0.8305	0.1
-2.2888	-0.2
-4.7923	-0.5
-6.1238	-0.6
-6.0158	-0.6
-4.5557	-0.5
-2.165	-0.2
0.5052	0.1
2.7399	0.3
3.9438	0.4
3.7983	0.4
2.3477	0.2
-0.0078	0.0
-2.6117	-0.3
-4.7191	-0.5
-5.6888	-0.6
-5.1534	-0.5
-3.123	-0.3
0.0039	0.0
3.5276	0.4
6.6141	0.7

8.5012	0.9
8.6915	0.9
7.0838	0.7
4.0049	0.4
0.1354	0.0
-3.655	-0.4
-6.5184	-0.7
-7.8369	-0.8
-7.3732	-0.7
-5.3285	-0.5
-2.2912	-0.2
0.9137	0.1
3.4354	0.3
4.6181	0.5
4.172	0.4
2.2504	0.2
-0.5882	-0.1
-3.5238	-0.4
-5.6874	-0.6
-6.3889	-0.6
-5.3018	-0.5
-2.5593	-0.3
1.2656	0.1
5.2929	0.5
8.5499	0.9
10.2152	1.0
9.8288	1.0
7.4142	0.7
3.4794	0.3
-1.1034	-0.1

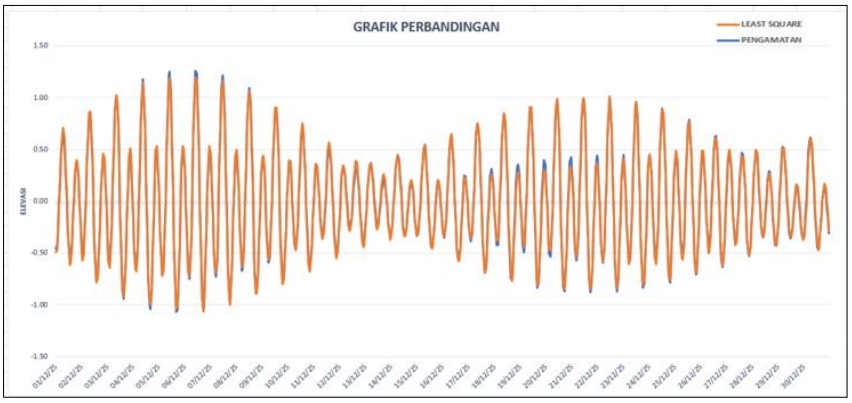
Tabel 2. Matrix Desain

JAM	TANGGAL	PENGAMATAN	LEAST SQUARE
0	01/12/25	-0.45	-0.49
1		-0.42	-0.47
2		-0.28	-0.32
3		-0.05	-0.08
4		0.21	0.21
5		0.45	0.48
6		0.60	0.66
7		0.63	0.71
8		0.53	0.61
9		0.31	0.39
10		0.03	0.08
11		-0.25	-0.23
12		-0.47	-0.48
13		-0.57	-0.61
14		-0.55	-0.60
15		-0.40	-0.46
16		-0.17	-0.22
17		0.07	0.05
18		0.27	0.27
19		0.37	0.39
20		0.35	0.38

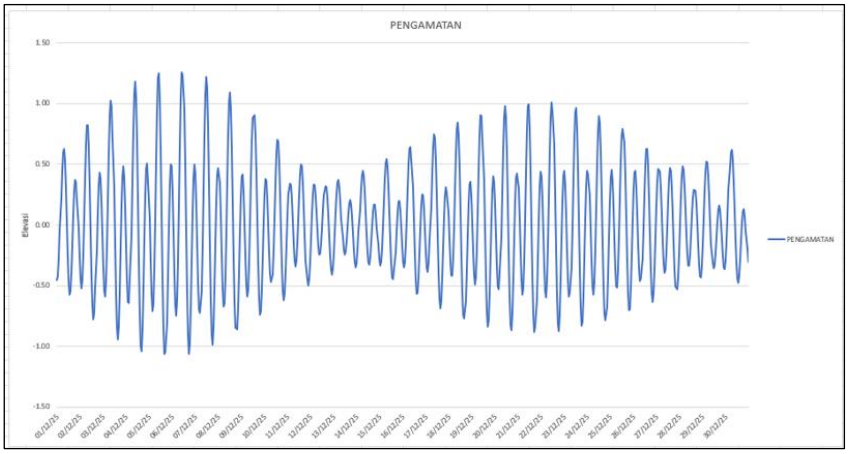
21		0.21	0.23
22		-0.02	0.00
23		-0.25	-0.26
0	02/12/25	-0.44	-0.47
1		-0.52	-0.57
2		-0.46	-0.52
3		-0.25	-0.31
4		0.05	0.00
5		0.38	0.35
6		0.66	0.66
7		0.82	0.85
8		0.82	0.87
9		0.65	0.71
10		0.35	0.40
11		-0.03	0.01
12		-0.39	-0.37
13		-0.66	-0.65
14		-0.78	-0.78
15		-0.72	-0.74
16		-0.52	-0.53
17		-0.22	-0.23
18		0.09	0.09
19		0.33	0.34
20		0.44	0.46
21		0.39	0.42
22		0.20	0.23
23		-0.07	-0.06
0	03/12/25	-0.34	-0.35
1		-0.54	-0.57
2		-0.59	-0.64
3		-0.47	-0.53
4		-0.19	-0.26
5		0.18	0.13
6		0.57	0.53
7		0.88	0.85
8		1.03	1.02
9		0.97	0.98
10		0.72	0.74
11		0.32	0.35
12		-0.14	-0.11
13		-0.56	-0.53
14		-0.85	-0.82
15		-0.94	-0.92
16		-0.84	-0.82
17		-0.57	-0.54
18		-0.21	-0.18
19		0.14	0.17
20		0.40	0.42
21		0.49	0.51
22		0.39	0.42
23		0.16	0.17
0	04/12/25	-0.16	-0.15
1		-0.45	-0.46
2		-0.64	-0.66
3		-0.64	-0.68
4		-0.45	-0.50
5		-0.10	-0.15
6		0.34	0.29
7		0.77	0.71
8		1.08	1.03
9		1.18	1.14
10		1.05	1.03
11		0.71	0.70
12		0.23	0.24
13		-0.28	-0.27
14		-0.72	-0.70
15		-0.99	-0.96

16		-1.04	-1.00
17		-0.87	-0.83
18		-0.54	-0.49
19		-0.13	-0.09
20		0.23	0.27
21		0.46	0.49
22		0.50	0.53
23		0.36	0.38

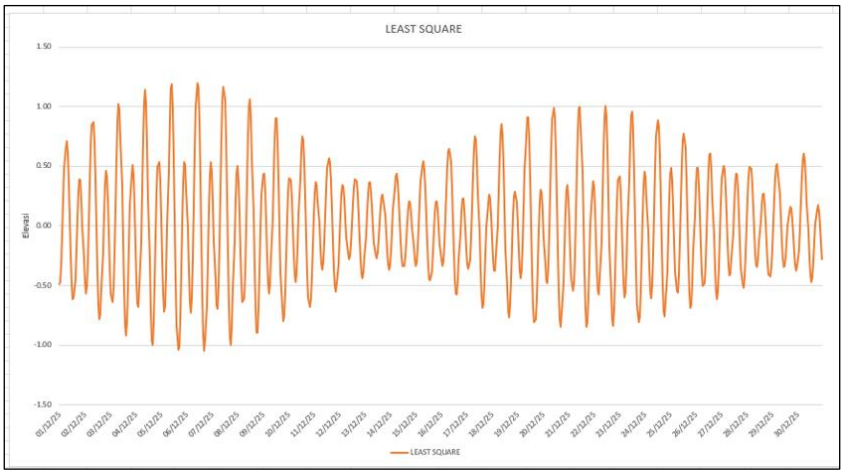
3.4 Grafik Pengamatan Pasang Surut



Gambar 10. Perbandingan Pasang Surut berdasarkan Pengamatan dan Metode Least Square



Gambar 11. Pasang Surut berdasarkan Pengamatan



Gambar 12. Pasang Surut Least Square

3.5 Perhitungan Elevasi Muka Air

Tabel 3. Konstanta Pasang Surut

Amplitudo		Satuan	Beda Fasa
So	-0.004	dm	
M2	5.533	dm	-33.19
S2	3.815	dm	-31.66
N2	1.072	dm	35.31
K1	1.577	dm	-72.06
M4	.001	dm	88.84
O1	1.467	dm	89.14
P1	.697	dm	-57.8
K2	1.674	dm	-21.92
MS4	.001	dm	43.21

Tabel 4. Elevasi Muka Air

Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
PANTAI ONDONG	HHWL	1.36	2.63
	MHWS	1.20	2.47
	MHWL	0.44	1.71
	MSL	0.00	1.27
	MLWL	-0.42	0.85
	MLWS	-1.05	0.22
	LLWL	-1.27	0.00
Tunggang Pasang Surut		**2.63**	
Amplitudo		**Least Square**	
S0		-0.004	
M2		5.533dm	
S2		3.815dm	
N2		1.072dm	
K1		1.577dm	
O1		1.467dm	
M4		.001dm	
MS4		.001dm	
K2		1.674dm	
P1		.697dm	
Bilangan Formzal		**0,325**	
F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)			
Tipe Pasang Surut		**Campuran, condong ke semi diurnal**	

3.6 Perhitungan Bilangan Formzahl

Tabel 5. Jenis Pasang Surut

FORMZAL	TIPE PASUT	DESKRIPSI
F<=0.25	Pasang harian ganda (semi diumal)	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 diumal	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>=3.0	Pasang harian tunggal (diumal)	Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit

Nilai perhitungan *Formzahl* dalam penelitian ini yaitu 0,325 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut F > 0.25 < 1.5 yang menunjukan bahwa wilayah Pantai Ondong memiliki tipe pasang surut campuran condong ke semi diurnal dimana dalam 1 hari terjadi 2 kali 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 Pantai Ondong, Kepulauan Sitaro, Provinsi Sulawesi Utara, tepatnya pada titik koordinat. 2°44'53.3"N 125°21'34.5"E, menggunakan metode Least Square mendapatkan 10 komponen harmonik yaitu So (-0,004), M2 (5,533), S2 (3,815), N2 (1,072), K1 (1,577), M4 (0,001), O1 (1,467), P1 (1,697), K2 (1,674), dan MS4 (0,001) berupa nilai amplitudo dan fase, dan nilai elevasi muka air. HHWL (13,5532), MHWS (11,9634), MHWL (4,3911), MSL (-0,004), MLWL (-4,2336), MLWS (-10,5074),LLWL (-12,7085). Nilai F dalam penelitian ini yaitu 0,325 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut F>0.25<1.5 yang menunjukan bahwa Pantai Ondong memiliki tipe campuran, condong ke Semi diurnal 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. 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

IS Sepang, JD Mamoto, AH Thambas - TEKNO, 2024 - ejournal.unsrat.ac.id Analisis Pasang Surut Di Kawasan Pantai Budo Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara

Johannessen, J., & MacLennan, A. (2007). Beaches and Bluffs of Puget Sound and the Northern Straits. Coastal Geologic Services, Report to Puget Sound Nearshore Partnership.

Komar, P. D. (1976). Beach Processes and Sedimentation. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Poerbandono, & Djunarsjah, E. (2005). Survei Hidrografi. Bandung: PT Refika Aditama.

Pugh, D. (2004). Changing Sea Levels: Effects of Tides, Weather and Climate. Cambridge: Cambridge University Press.

Sasongko, T. (2014). Datum elevasi muka air laut dan aplikasinya. Jurnal Geodesi Undip, 3(2), 145–155.

Short, A. D., & Woodroffe, C. D. (2009). The Coast of Australia. Cambridge: Cambridge University Press.

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

Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.

Wyrtki, K. (1961). Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. Naga Report Volume 2. La Jolla: Scripps Institution of Oceanography.

Zakaria, A. (2009). Analisis komponen pasang surut di perairan Indonesia. Jurnal Oseanografi Indonesia, 2(1), 23–30.