



Analisis Pasang Surut Pantai Hais Di Desa Watuliney Dengan Metode Least Square

Cantika E. A. Dumondor^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Ariestides K. T. Dundu^{#c}

^{#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia}

^adumondorc99@gmail.com, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai merupakan zona transisi daratan dan laut yang memiliki peran penting dalam aktivitas sosial, ekonomi dan ekologi. Wilayah ini terus mengalami perubahan akibat interaksi berbagai faktor alam seperti gelombang, arus, dan pasang surut. Salah satu fenomena dominan yang mempengaruhi dinamika Pantai adalah pasang surut air laut, yaitu naiknya permukaan air laut secara periodik akibat pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari. Pantai Hais di Desa Watuliney, Kecamatan Belang, yang berada pada titik koordinat $0^{\circ}57'43.3''N/124^{\circ}49'50.9''E$ merupakan wilayah pesisir dengan dinamika oseanografi yang kompleks, di mana pasang surut berperan penting bagi perikanan, pelayaran, dan perencanaan infrastruktur Pantai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasang surut di Pantai Hais, Desa Watuliney, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara menggunakan metode Least Square. Data tinggi muka air laut selama 15 hari pada bulan April tahun 2025 diperoleh dari Badan Informasi Geospasial dan diolah menggunakan perangkat lunak MOD-LSQ untuk mendapatkan amplitudo, fase, serta elevasi muka air laut rata-rata (MSL), muka air tertinggi (HHWL), dan muka air terendah (LLWL). Hasil analisis menunjukkan terdapat 10 komponen harmonik dengan elevasi muka air HHWL 1,04 m, MSL 0,00 m, dan LLWL -0,86 m. Nilai Formzahl sebesar 0,847 mengindikasikan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda, di mana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ketinggian berbeda.

Kata kunci: Pantai Hais, Metode Least Square, pasang surut, bilangan Formzahl

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pantai merupakan zona transisi antara daratan, lautan, dan atmosfer, yang menjadi tempat berlangsungnya interaksi dinamis antara massa air, angin, serta material penyusun lingkungan pesisir. Interaksi ini menjadikan kawasan pantai sangat rentan terhadap perubahan morfologis maupun dinamika lingkungan. Berbagai faktor alami, seperti tiupan angin dan arus laut, berkontribusi terhadap terbentuknya gelombang besar yang berpotensi memberikan tekanan signifikan terhadap garis pantai.

Pantai Hais, yang terletak di Desa Watuliney, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, sebelumnya dikenal sebagai kawasan wisata. Namun, kurangnya pengelolaan dan perawatan fasilitas wisata menyebabkan menurunnya jumlah kunjungan wisatawan. Selain itu, aktivitas nelayan di sekitar Pantai Hais juga mengalami penurunan sebagai akibat dari kondisi perairan yang kurang mendukung. Mengingat pentingnya informasi pasang surut dalam mendukung aktivitas pesisir di Pantai Hais, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe pasang surut dan elevasi muka air laut di Pantai Hais dengan menggunakan metode Least Square berdasarkan data observasi data pasang surut yang tersedia. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah maupun pemangku kepentingan dalam pengelolaan wilayah Pantai Hais.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah menganalisis pasang surut Pantai yang dapat digunakan dalam perencanaan daerah Pantai Hais, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, Propinsi Sulawesi Utara

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan dibatasi dalam hal-hal berikut :

1. Analisis hanya dilakukan di Pantai Hais, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara.
2. Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan metode Least Square
3. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan besaran jenis pasang surut dengan menggunakan metode Least Square. Memperoleh pengetahuan tentang teknik pantai khususnya dalam mempelajari fenomena pasang surut yang ada di Pantai Hais, memperoleh pengetahuan tentang bagaimana cara menggunakan metode Least Square serta menentukan elevasi muka air laut menggunakan metode Least Square.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Sebagai data alternatif bagi pemerintah atau instansi dalam meningkatkan keberlanjutan pembangunan infrastruktur di kawasan pantai Hais.
2. Menjadi sumber informasi untuk pengambilan keputusan terkait pembangunan bangunan disekitar pantai.
3. Menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian di bidang Teknik pantai khususnya dalam menganalisis pasang surut suatu perairan menggunakan metode Least Square.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Pantai Hais, Desa Watulney, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara dengan koordinat 0°57'43.3"N/124°49'50.9"E.

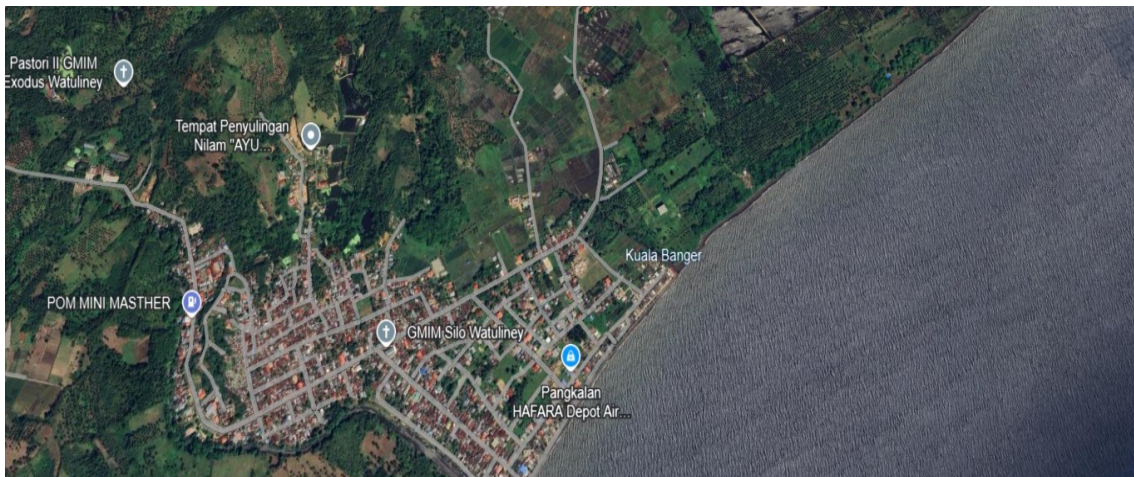
2.2. Pengumpulan Data

Data Primer merupakan data utama melalui survey lapangan di lokasi penelitian untuk mendapatkan data yang akurat. Adapun survey yang dilakukan dilapangan meliputi :

1. Inventarisasi dan mengidentifikasi permasalahan yang ada dilokasi penelitian.
2. Survey Tapak.

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dengan mengunjungi website yang berkaitan dengan penelitian. Data yang dimaksud meliputi:

1. Titik Koordinat
2. Data Pasang Surut dari website Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI)
3. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 1. Letak Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan sesuai alur pada Gambar 2.

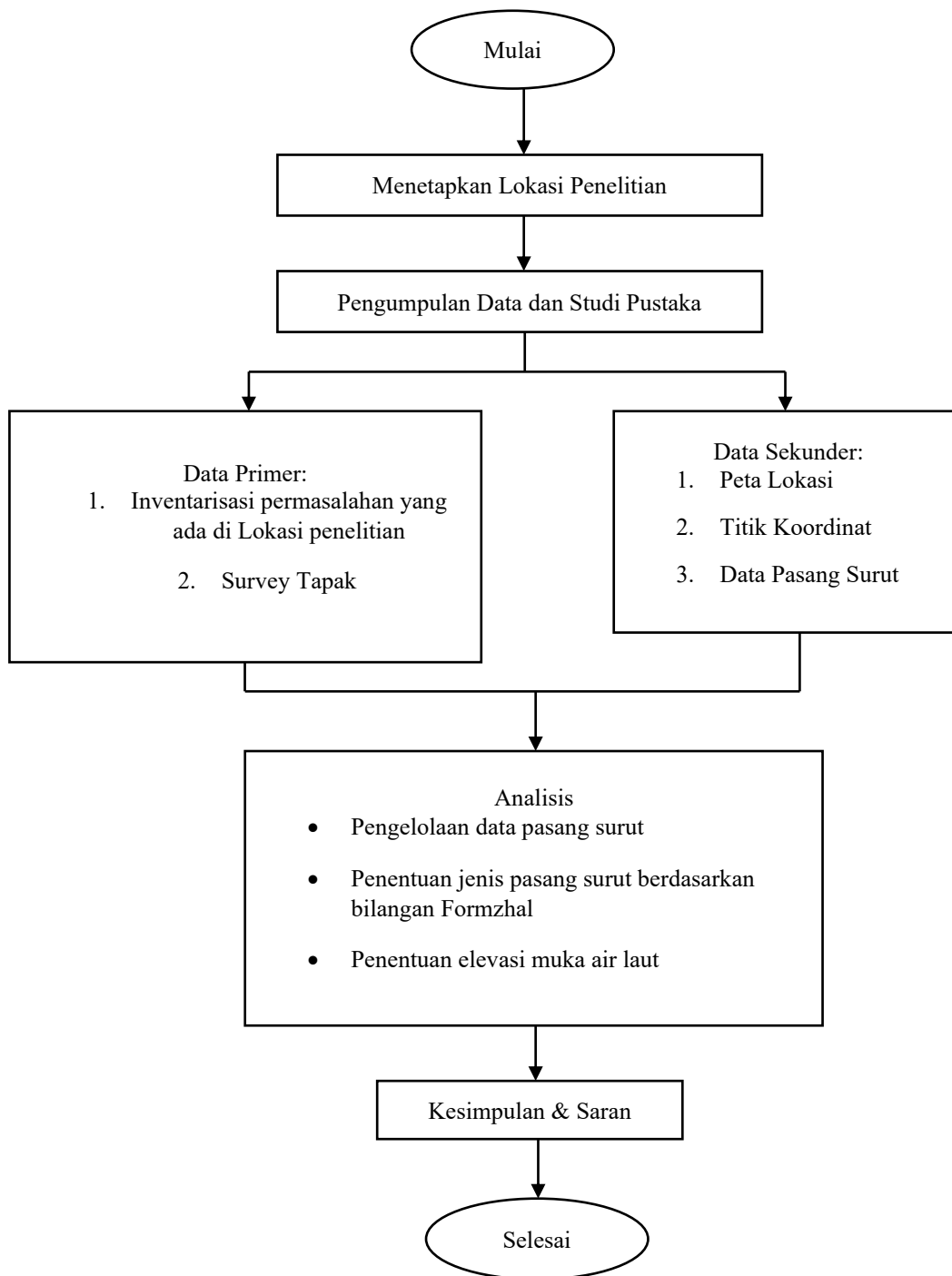
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pasang Surut

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

Tabel 1. Tabel Data Pengamatan

LOKASI : HAIS																											
T/J	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	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			
06/ 04/2025	0.206	0.243	0.257	0.252	0.236	0.215	0.192	0.165	0.131	0.087	0.031	-0.037	-0.109	-0.177	-0.231	-0.263	-0.267	-0.245	-0.201	-0.146	-0.088	-0.038	0.001	0.029	0.015	-0.019	
07/ 04/2025	0.051	0.071	0.099	0.137	0.182	0.226	0.259	0.268	0.243	0.182	0.09	-0.019	-0.129	-0.219	-0.272	-0.282	-0.249	-0.184	-0.106	-0.035	0.013	0.029	0.015	0.015	0.015	0.015	-0.019
08/ 04/2025	-0.055	-0.073	-0.058	-0.005	0.08	0.179	0.269	0.325	0.329	0.272	0.162	0.019	-0.127	-0.247	-0.314	-0.316	-0.256	-0.153	-0.034	0.068	0.127	0.13	0.079	0.079	0.079	0.079	-0.008
09/ 04/2025	-0.103	-0.173	-0.192	-0.149	-0.048	0.089	0.229	0.335	0.377	0.341	0.23	0.068	-0.108	-0.259	-0.347	-0.355	-0.281	-0.147	0.012	0.152	0.238	0.247	0.178	0.178	0.178	0.178	0.052
10/ 04/2025	-0.096	-0.222	-0.29	-0.277	-0.183	-0.028	0.148	0.299	0.386	0.382	0.286	0.119	-0.078	-0.256	-0.37	-0.392	-0.316	-0.161	0.032	0.212	0.334	0.365	0.297	0.297	0.297	0.297	0.148
11/ 04/2025	-0.041	-0.221	-0.344	-0.375	-0.307	-0.155	0.041	0.227	0.356	0.39	0.32	0.163	-0.042	-0.241	-0.381	-0.424	-0.356	-0.193	0.026	0.244	0.406	0.471	0.421	0.421	0.421	0.421	0.289
12/ 04/2025	0.053	-0.172	-0.348	-0.433	-0.405	-0.274	-0.078	0.13	0.294	0.367	0.331	0.194	-0.007	-0.218	-0.381	-0.448	-0.398	-0.238	-0.006	0.243	0.445	0.551	0.534	0.534	0.534	0.534	0.396
13/ 04/2025	0.173	-0.081	-0.304	-0.441	-0.464	-0.37	-0.191	0.021	0.208	0.317	0.318	0.21	0.024	-0.19	-0.369	-0.462	-0.436	-0.292	-0.059	0.208	0.445	0.594	0.618	0.618	0.618	0.618	0.512
14/ 04/2025	0.302	0.038	-0.216	-0.401	-0.475	-0.429	-0.283	-0.083	0.113	0.247	0.283	0.209	0.047	-0.158	-0.346	-0.461	-0.464	-0.345	-0.126	0.144	0.404	0.591	0.661	0.661	0.661	0.661	0.599
15/ 04/2025	0.42	0.167	-0.099	-0.316	-0.437	-0.442	-0.34	-0.167	0.02	0.167	0.23	0.189	0.057	-0.129	-0.315	-0.445	-0.475	-0.388	-0.196	0.062	0.329	0.544	0.657	0.657	0.657	0.657	0.643
16/ 04/2025	0.509	0.287	0.03	-0.2	-0.366	-0.407	-0.353	-0.221	0.057	0.087	0.165	0.153	0.053	-0.107	-0.281	-0.416	-0.469	-0.415	-0.256	-0.024	0.234	0.461	0.607	0.607	0.607	0.607	0.64
17/ 04/2025	0.558	0.381	0.154	-0.07	-0.241	-0.382	-0.321	-0.236	-0.108	0.017	0.096	0.103	0.032	-0.099	-0.252	-0.382	-0.447	-0.421	-0.3	-0.102	0.133	0.356	0.52	0.52	0.52	0.52	0.593
18/ 04/2025	0.561	0.439	0.257	0.06	-0.109	-0.217	-0.248	-0.209	-0.126	-0.033	0.032	0.045	-0.004	-0.106	-0.232	-0.347	-0.415	-0.409	-0.321	-0.163	0.038	0.241	0.408	0.408	0.408	0.408	0.506
19/ 04/2025	0.519	0.453	0.326	0.172	0.025	-0.085	-0.141	-0.144	-0.107	-0.056	-0.017	-0.012	-0.05	-0.127	-0.224	-0.316	-0.374	-0.378	-0.318	-0.199	-0.041	0.129	0.281	0.281	0.281	0.281	0.387
20/ 04/2025	0.434	0.417	0.349	0.25	0.143	0.051	-0.013	-0.046	-0.052	-0.047	-0.045	-0.06	-0.098	-0.156	-0.225	-0.287	-0.326	-0.328	-0.286	-0.203	-0.091	0.034	0.152	0.152	0.152	0.152	0.247



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tabel 2. Tabel Data Pengamatan Metode Least Square

T/J	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	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
06/04/2025	2.06	2.43	2.57	2.52	2.36	2.15	1.92	1.65	1.31	0.87	0.31	-0.37	-1.09	-1.77	-2.31	-2.63	-2.67	-2.45	-2.01	-1.46	-0.88	-0.38	0.01	0.29
07/04/2025	0.51	0.71	0.99	1.37	1.82	2.26	2.59	2.68	2.43	1.82	0.90	-0.19	-1.29	-2.19	-2.72	-2.82	-2.49	-1.84	-1.06	-0.35	0.13	0.29	0.15	-0.19
08/04/2025	-0.55	-0.73	-0.58	-0.05	0.80	1.79	2.69	3.25	3.29	2.72	1.62	0.19	-1.27	-2.47	-3.14	-3.16	-2.56	-1.53	-0.34	0.68	1.27	1.30	0.79	-0.08
09/04/2025	-1.03	-1.73	-1.92	-1.49	-0.48	0.89	2.29	3.35	3.77	3.41	2.30	0.68	-1.08	-2.59	-3.47	-3.55	-2.81	-1.47	0.12	1.52	2.38	2.47	1.78	0.52
10/04/2025	-0.96	-2.22	-2.90	-2.77	-1.83	-0.28	1.48	2.99	3.86	3.82	2.86	1.19	-0.78	-2.56	-3.70	-3.92	-3.16	-1.61	0.32	2.12	3.34	3.65	2.97	1.48
11/04/2025	-0.41	-2.21	-3.44	-3.75	-3.07	-1.55	0.41	2.27	3.56	3.90	3.20	1.63	-0.42	-2.41	-3.81	-4.24	-3.56	-1.93	0.26	2.44	4.06	4.71	4.21	2.69
12/04/2025	0.53	-1.72	-3.48	-4.33	-4.05	-2.74	-0.78	1.30	2.94	3.67	3.31	1.94	-0.07	-2.18	-3.81	-4.48	-3.98	-2.38	-0.06	2.43	4.45	5.51	5.34	3.96
13/04/2025	1.73	-0.81	-3.04	-4.41	-4.64	-3.70	-1.91	0.21	2.08	3.17	3.18	2.10	0.24	-1.90	-3.69	-4.62	-4.36	-2.92	-0.59	2.08	4.45	5.94	6.18	5.12
14/04/2025	3.02	0.38	-2.16	-4.01	-4.75	-4.29	-2.83	-0.83	1.13	2.47	2.83	2.09	0.47	-1.58	-3.46	-4.61	-4.64	-3.45	-1.26	1.44	4.04	5.91	6.61	5.99
15/04/2025	4.20	1.67	-0.99	-3.16	-4.37	-4.42	-3.40	-1.67	0.20	1.67	2.30	1.89	0.57	-1.29	-3.15	-4.45	-4.75	-3.88	-1.96	0.62	3.29	5.44	6.57	6.43
16/04/2025	5.09	2.87	0.30	-2.00	-3.56	-4.07	-3.53	-2.21	0.57	0.87	1.65	1.53	0.53	-1.07	-2.81	-4.16	-4.69	-4.15	-2.56	-0.24	2.34	4.61	6.07	6.40
17/04/2025	5.58	3.81	1.54	-0.70	-2.41	-3.82	-3.21	-2.36	-1.08	0.17	0.96	1.03	0.32	-0.99	-2.52	-3.82	-4.47	-4.21	-3.00	-1.02	1.33	3.56	5.20	5.93
18/04/2025	5.61	4.39	2.57	0.60	-1.09	-2.17	-2.48	-2.09	-1.26	-0.33	0.32	0.45	-0.04	-1.06	-2.32	-3.47	-4.15	-4.09	-3.21	-1.63	0.38	2.41	4.08	5.06
19/04/2025	5.19	4.53	3.26	1.72	0.25	-0.85	-1.41	-1.44	-1.07	-0.56	-0.17	-0.12	-0.50	-1.27	-2.24	-3.16	-3.74	-3.78	-3.18	-1.99	-0.41	1.29	2.81	3.87
20/04/2025	4.34	4.17	3.49	2.50	1.43	0.51	-0.13	-0.46	-0.52	-0.47	-0.45	-0.60	-0.98	-1.56	-2.25	-2.87	-3.26	-3.28	-2.86	-2.03	-0.91	0.34	1.52	2.47

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 memasukan data pasang surut (Tabel 2) dalam bentuk time series yang sudah dikelompokan selama 15 hari dalam waktu 24 jam ke dalam program notepad dengan jumlah data sebanyak 360.

2025	04	06	1	360																			
2.06	2.43	2.57	2.52	2.36	2.15	1.92	1.65	1.31	0.87	0.31	-0.37	-1.09	-1.77	-2.31	-2.63	-2.67	-2.45	-2.01	-1.46	-0.88	-0.38	0.01	0.29
0.51	0.71	0.99	1.37	1.82	2.26	2.59	2.68	2.43	1.82	0.90	-0.19	-1.29	-2.19	-2.72	-2.82	-2.49	-1.84	-1.06	-0.35	0.13	0.29	0.15	-0.19
-0.55	-0.73	-0.58	-0.05	0.80	1.79	2.69	3.25	3.29	2.72	1.62	0.19	-1.27	-2.47	-3.14	-3.16	-2.56	-1.53	-0.34	0.68	1.27	1.30	0.79	-0.08
-1.03	-1.73	-1.92	-1.49	-0.48	0.89	2.29	3.35	3.77	3.41	2.30	0.68	-1.08	-2.59	-3.47	-3.55	-2.81	-1.47	0.12	1.52	2.38	2.47	1.78	0.52
-0.96	-2.22	-2.90	-2.77	-1.83	-0.28	1.48	2.99	3.86	3.82	2.86	1.19	-0.78	-2.56	-3.70	-3.92	-3.16	-1.61	0.32	2.12	3.34	3.65	2.97	1.48
-0.41	-2.21	-3.44	-3.75	-3.07	-1.55	0.41	2.27	3.56	3.90	3.20	1.63	-0.42	-2.41	-3.81	-4.24	-3.56	-1.93	0.26	2.44	4.06	4.71	4.21	2.69
0.53	-1.72	-3.48	-4.33	-4.05	-2.74	-0.78	1.30	2.94	3.67	3.31	1.94	-0.07	-2.18	-3.81	-4.48	-3.98	-2.38	-0.06	2.43	4.45	5.51	5.34	3.96
1.73	-0.81	-3.04	-4.41	-4.64	-3.70	-1.91	0.21	2.08	3.17	3.18	2.10	0.24	-1.90	-3.69	-4.62	-4.36	-2.92	-0.59	2.08	4.45	5.94	6.18	5.12
3.02	0.38	-2.16	-4.01	-4.75	-4.29	-2.83	-0.83	1.13	2.47	2.83	2.09	0.47	-1.58	-3.46	-4.61	-4.64	-3.45	-1.26	1.44	4.04	5.91	6.61	5.99
4.20	1.67	-0.99	-3.16	-4.37	-4.42	-3.40	-1.67	0.20	1.67	2.30	1.89	0.57	-1.29	-3.15	-4.45	-4.75	-3.88	-1.96	0.62	3.29	5.44	6.57	6.43
5.09	2.87	0.30	-2.00	-3.56	-4.07	-3.53	-2.21	0.57	0.87	1.65	1.53	0.53	-1.07	-2.81	-4.16	-4.69	-4.15	-2.56	-0.24	2.34	4.61	6.07	6.40
5.58	3.81	1.54	-0.70	-2.41	-3.82	-3.21	-2.36	-1.08	0.17	0.96	1.03	0.32	-0.99	-2.52	-3.82	-4.47	-4.21	-3.00	-1.02	1.33	3.56	5.20	5.93
5.61	4.39	2.57	0.60	-1.09	-2.17	-2.48	-2.09	-1.26	-0.33	0.32	0.45	-0.04	-1.06	-2.32	-3.47	-4.15	-4.09	-3.21	-1.63	0.38	2.41	4.08	5.06
5.19	4.53	3.26	1.72	0.25	-0.85	-1.41	-1.44	-1.07	-0.56	-0.17	-0.12	-0.50	-1.27	-2.24	-3.16	-3.74	-3.78	-3.18	-1.99	-0.41	1.29	2.81	3.87
4.34	4.17	3.49	2.50	1.43	0.51	-0.13	-0.46	-0.52	-0.47	-0.45	-0.60	-0.98	-1.56	-2.25	-2.87	-3.26	-3.28	-2.86	-2.03	-0.91	0.34	1.52	2.47

Gambar 3. Tampilan Data Pasut pada Notepad

2. Selanjutnya file disimpan dengan nama Tikapro.txt, lalu memasukan data Tikapro.txt ke dalam directory MOD-LSQ.
3. Lalu program dijalankan akan menghasilkan uotput data. Selanjutnya didapat amplitudo dan beda fase setiap komponen dan mean sea level dari pengolahan tersebut.
4. Selanjutnya hasil akhir dari penguraian komponen pasang surut menggunakan program MOD-LSQ menghasilkan elevasi muka air seperti pada Gambar 6.

```

C:\Users\LENOVO\Downloads\w\ls.exe

LEAST SQUARE MODEL FOR TIDE

DESIGNED BY :
US Army Engineer Waterways Experiment Station
Coastal Engineering Research Center

REPROGRA MMED & MODIFIED BY :
EKA OKTARIYANTO N.
250 99 026

WATER RESOURCES ENGINEERING - CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF TECHNOLOGY BANDUNG
2001

INPUT FILE NAME :
Tikapro.txt

OUTPUT FILE NAME :
TIKA.txt

```

Gambar 4. Memasukkan Input dan Output Data pada Program

```

Lokasi pengamatan pasut :Cantika
Mengurai Konstituen Pasut

So = 0.000
Amplitudo M2 = 2.306dm Beda Fasa 1.87
Amplitudo S2 = 2.473dm Beda Fasa -13.39
Amplitudo N2 = .316dm Beda Fasa 53.40
Amplitudo K1 = 2.773dm Beda Fasa 73.40
Amplitudo M4 = .009dm Beda Fasa 61.56
Amplitudo O1 = 1.275dm Beda Fasa 89.92
Amplitudo P1 = 1.632dm Beda Fasa -53.42
Amplitudo K2 = .288dm Beda Fasa -13.41
Amplitudo MS4 = .011dm Beda Fasa -29.72

Menentukan Jenis Pasut

F = 0.847
jenis pasut mixed, semidiurnal

```

Gambar 5. Tampilan Output Amplitudo dan Beda Fasa pada Notepad

```

Elevasi muka air

hhwl = 10.4316 dm
mhws = 6.6612 dm
mhw1 = 2.9755 dm
msl = .0001 dm
mlwl = -2.6201 dm
mlws = -4.9604 dm
llwl = -8.5508 dm

Elevasi muka air Referensi LLWL

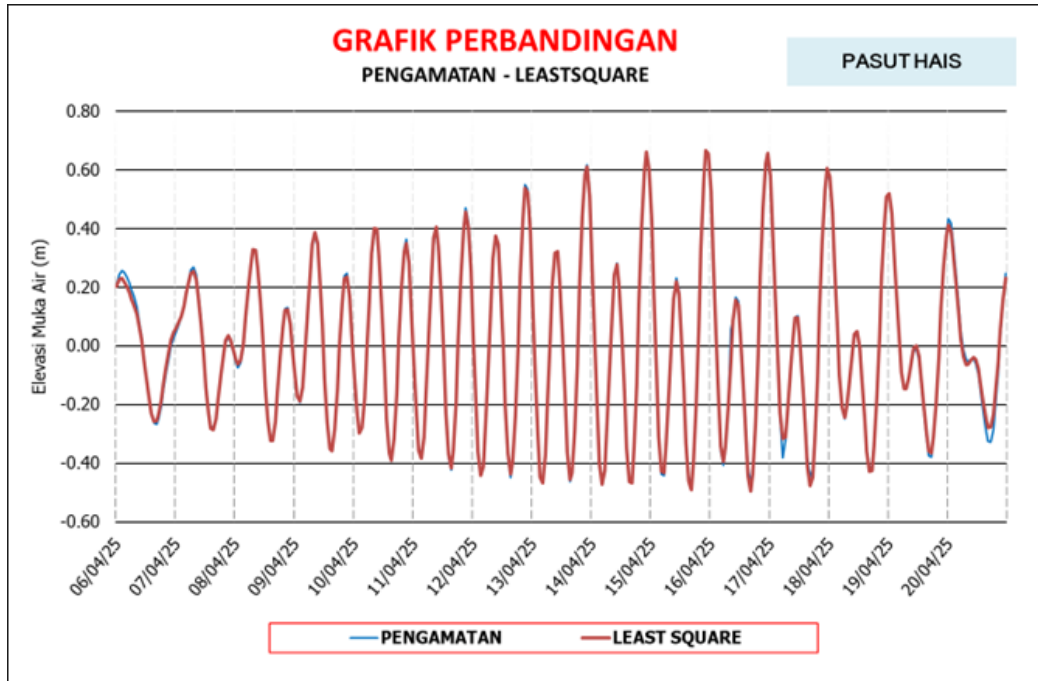
hhwl = 18.9823 dm
mhws = 15.2120 dm
mhw1 = 11.5263 dm
msl = 8.5509 dm
mlwl = 5.9307 dm
mlws = 3.5904 dm
llwl = .0000 dm

```

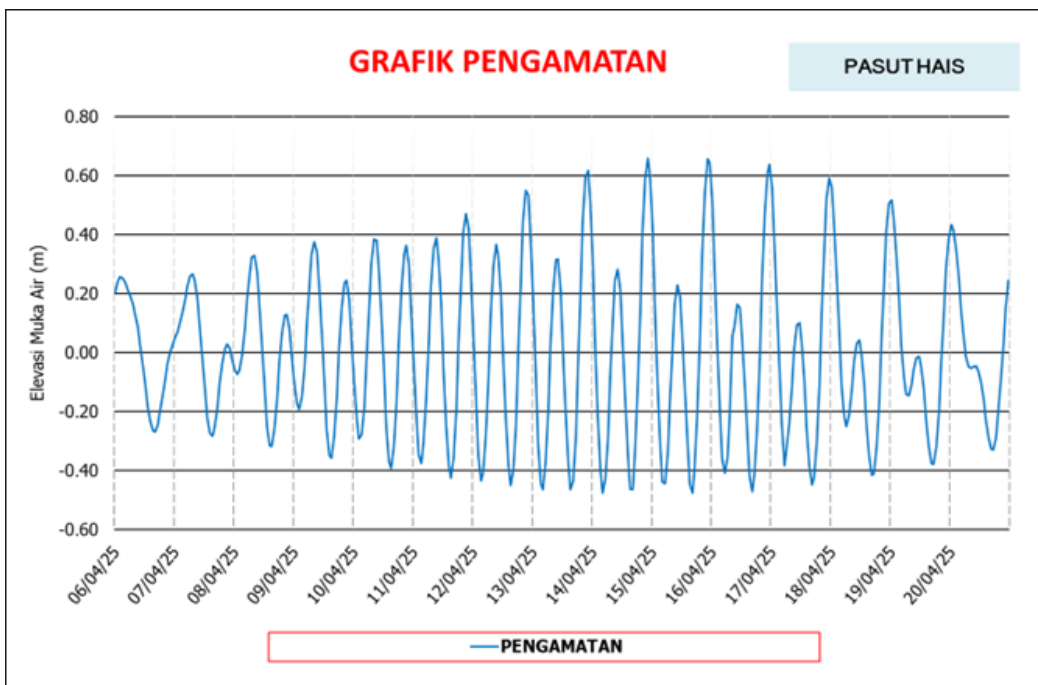
Gambar 6. Tampilan Output Data Elevasi Muka Air pada Notepad

3.3. Grafik Pengamatan Pasang Surut

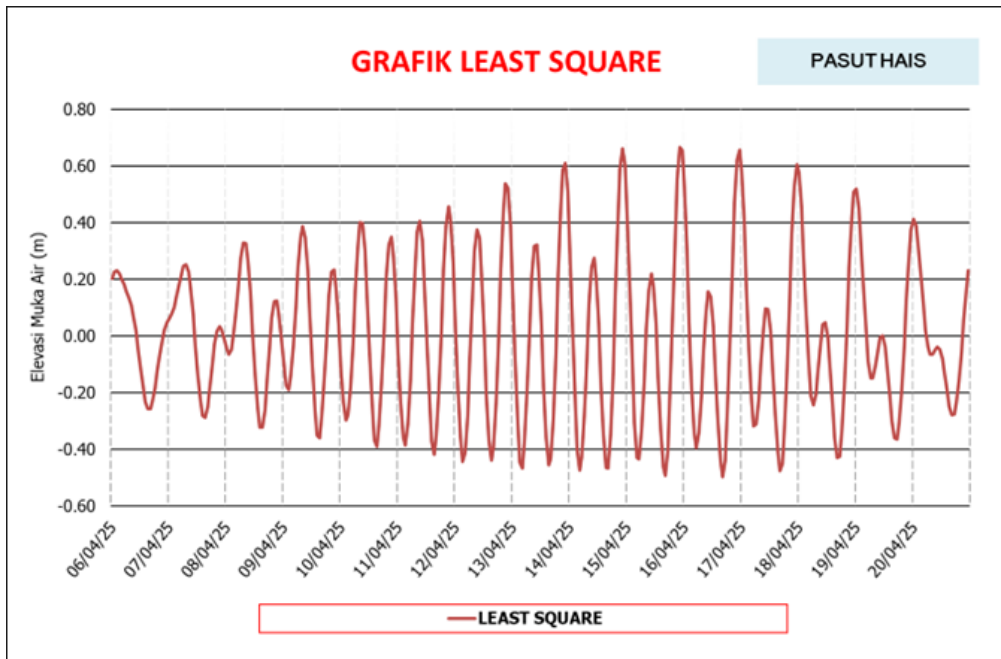
Grafik pengamatan pasang surut diperoleh melalui hasil input data pengamatan pada microsoft excel dan data least square yang telah diperoleh dari program MOD-LSQ, terdapat beberapa perbandingan yang bisa di lihat pada gambar 7 yaitu pada tanggal 1, 12, 17 dan 20 antara data pengamatan dan data least square.



Gambar 7. Perbandingan data Pengamatan dan data Least Square



Gambar 8. Data Pengamatan Pasang Surut



Gambar 9. 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)
HAIS	HHWL	1.04	1.90
	MHWS	0.67	1.52
	MHWL	0.30	1.15
	MSL	0.00	0.86
	MLWL	-0.26	0.59
	MLWS	-0.50	0.36
	LLWL	-0.86	0.00
Tunggang Pasang Surut		1.90	
Amplitudo		Least Square	
S0		0.00	
M2		2.31	
S2		2.47	
N2		0.32	
K1		2.77	
O1		1.28	
M4		0.01	
MS4		0.01	
K2		0.29	
P1		1.63	
Bilangan Formzal		0.847	
F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)			
Tipe Pasang Surut		Campuran, condong ke semi diurnal	

- 1) MSL = A(S₀) = 0.000
- 2) LLWL = MSL - (A(S₂) + A(K₁) + A(O₁) + A(P₁) + A(M₂) + A(K₂))
= 0 - (2.473) + (2,773) + (1,275) + (1,632) + (2,306) + (0,288)
= -8.5508
- 3) HHWL = MSL + (A(S₂) + A(K₁) + A(O₁) + A(P₁) + A(M₂) + A(K₂))
= 0 + (2.473) + (2,773) + (1,275) + (1,632) + (2,306) + (0,288)
= 10.4316
- 4) F = A (K₁) + A(O₁) / A(M₂) + A(S₂)
= 2.773 + 1,275 / 2,306 + 2,473
= 0,847

3.5 Perhitungan Bilangan Formzahl

Bilangan Formzahl merupakan hasil perbandingan antara amplitude komponen utama pasang surut harian dengan amplitude komponen utama pasang surut ganda. Melalui perhitungan bilangan formzahl ini, jenis pasang surut di suatu wilayah perairan dapat ditentukan. Penentuan tipe pasang surut tersebut dilakukan menggunakan rumus Formzahl berikut :

$$F = \frac{AO_1 + AK_1}{AM_2 + AS_2}$$

$$F = A (K_1) + A(O_1) / A(M_2) + A(S_2)$$

$$= 2.773 + 1,275 / 2,306 + 2,473$$

$$= 0,847$$

Jenis pasut mixed, condong ke semidiurnal.

Tabel 4. Tabel Jenis Pasang Surut berdasarkan Bilangan Formzahl

JENIS PASANG SURUT		
FORMZAL	TIPE PASUT	DESKRIPSI
F ≤ 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 ≥ 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

Nilai perhitungan bilangan Formzahl dalam penelitian ini yaitu 0,847 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa wilayah perairan Hais 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 Pantai Hais, Desa Watuliney, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara, tepatnya pada titik koordinat 0°57'43.3"N/124°49'50.9"E, menggunakan metode Least Square mendapatkan 10 komponen harmonik yaitu S₀ (0.000), M₂ (2.306), S₂ (2.473), N₂ (0.316), K₁ (2.773), M₄ (0.009), O₁ (1.275), P₁ (1.632), K₂ (0.288), dan M_{S4} (0.011) berupa nilai amplitudo dan nilai elevasi muka air HHWL (1.04), MHWS (0.67), MHWL (0.30), MSL (0.00), MLWL (-0.26), MLWS (-0.50), LLWL (-0.86). Nilai F dalam penelitian ini yaitu 0,847 dimana hal ini memenuhi

klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa wilayah perairan Hais memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda.

4.2 Saran

Diperlukan pengolahan data menggunakan metode tambahan, seperti metode Admiralty, guna memperoleh lebih banyak komponen pasang surut. Selain itu dibutuhkan data pasang surut yang lebih akurat, seperti hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian, agar hasil analisis dapat dibandingkan secara lebih jelas dan mendalam.

Referensi

- Triatmodjo, Bambang., 1999. Teknik Pantai. Beta offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang., 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta offset. Yogyakarta
- Sepang, I. S., Mamoto, J. D., & Thambas, A. H. (2024). *Analisis Pasang Surut Di Kawasan Pantai Budo Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara*. *TEKNO*, 22(88), 1471-1478.
- 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.
- Kurniawan, Agitha, M.Ihsan Jasin , Jeffry D Mamoto. " Analisis Data Pasang Surut Di Pantai SindulangKota Manado". *Jurnal Sipil Statik* Vol.7, No 5 (2019) .
- ZAHRO, Alfiyani Az; ZHRINA, 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.