



Analisis Tipe Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Di Pantai Lumintang Kabupaten Minahasa Tenggara

John Syaloom^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aj.sylmxx@gmail.com, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^ccindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Pusomaen termasuk salah satu dari 12 kecamatan di Kabupaten Minahasa Tenggara memiliki luas sekitar 53,63 km² dan berbatasan langsung ke laut timur semenanjung Minahasa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tipe pasang surut di Pantai Lumintang, Kabupaten Minahasa Tenggara, dengan menggunakan metode Least Square. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data pasang surut hasil pengamatan selama 15 hari pada bulan Januari 2025, yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Analisis dilakukan menggunakan pendekatan matematis Least Square dan diolah melalui perangkat lunak MOD-LSQ untuk memperoleh komponen harmonik utama serta menentukan elevasi muka air laut. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Pantai Lumintang adalah campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal) dengan nilai bilangan Formzahl sebesar 0,894. Selain itu, diperoleh nilai elevasi muka air laut antara lain HHWL (Highest High Water Level) sebesar 18,53 dm dan LLWL (Lowest Low Water Level) sebesar 0,00 dm berdasarkan referensi LLWL.

Kata kunci: pasang surut, Pantai Lumintang, Least Square, Formzahl, MOD-LSQ, elevasi muka air

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Fenomena pasang surut merupakan salah satu dinamika laut yang sangat penting untuk diketahui, terutama bagi wilayah pesisir seperti Pantai Lumintang di Kabupaten Minahasa Tenggara. Pasang surut tidak hanya memengaruhi aktivitas kelautan seperti pelayaran, penangkapan ikan, dan budidaya laut, tetapi juga berperan dalam perencanaan pembangunan pesisir, mitigasi bencana laut, serta konservasi ekosistem pesisir. Oleh karena itu, analisis yang akurat mengenai karakteristik dan tipe pasang surut menjadi kebutuhan penting bagi berbagai pihak, mulai dari masyarakat lokal hingga pemerintah daerah.

Pantai Lumintang merupakan wilayah pesisir yang berkembang dan memiliki potensi perikanan serta pariwisata bahari. Namun, hingga kini, studi ilmiah mengenai dinamika pasang surut di wilayah tersebut masih sangat terbatas. Kondisi ini menjadi tantangan dalam pengelolaan sumber daya pesisir secara optimal dan berkelanjutan. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan metode analisis yang mampu memberikan gambaran akurat mengenai pola dan tipe pasang surut.

Metode Least Square dan Metode Admiralty merupakan dua pendekatan yang umum digunakan dalam analisis pasang surut. Metode Least Square dikenal dengan pendekatannya yang berbasis statistik untuk memodelkan data pasang surut secara matematis, sementara Metode Admiralty menggunakan pendekatan harmonik berdasarkan konstanta pasang surut yang telah ditentukan. Masing-masing metode memiliki keunggulan dan keterbatasan, sehingga penting dilakukan perbandingan untuk mengetahui mana yang lebih sesuai diterapkan di Pantai Lumintang.

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik pasang surut di Pantai Lumintang dan keefektifan masing-masing metode dalam menganalisisnya. Hasil analisis ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem informasi pasang surut lokal serta mendukung kebijakan pengelolaan wilayah pesisir secara ilmiah dan tepat guna.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik pasang surut di Pantai Lumintang Kabupaten Minahasa Tenggara berdasarkan data pengamatan yang tersedia?
2. Bagaimana hasil analisis tipe pasang surut menggunakan metode Least Square?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik pasang surut di Pantai Lumintang berdasarkan data pengamatan pasang surut.
2. Menganalisis tipe pasang surut di Pantai Lumintang menggunakan metode Least Square.

1.4. Manfaat Penelitian

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

1. Menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai analisis pasang surut menggunakan metode matematis khususnya Metode Least Square.
2. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu oseanografi dan hidrografi, terutama dalam pemodelan dan klasifikasi tipe pasang surut di wilayah pesisir.
3. Memberikan informasi akurat tentang tipe pasang surut di Pantai Lumintang yang dapat digunakan sebagai dasar dalam kegiatan kelautan dan pesisir, seperti nelayan lokal, pengelolaan pelabuhan, dan aktivitas wisata bahari.
4. Memberikan alternatif metode analisis pasang surut yang dapat digunakan oleh instansi terkait (misalnya Dinas Kelautan dan Perikanan, BMKG, atau Bappeda) sesuai dengan kebutuhan data dan kemampuan analisis.
5. Memberikan dampak tidak langsung bagi masyarakat pesisir melalui penyediaan data ilmiah yang dapat meningkatkan keselamatan dan efektivitas kegiatan ekonomi berbasis kelautan.

1.5. Batasan Masalah

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

1. Analisis yang dilakukan adalah tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Lumintang
2. Data yang dikumpulkan merupakan data pasang surut dari website SRGI BIG selama 15 hari di bulan Januari 2025
3. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut
4. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Least Square*

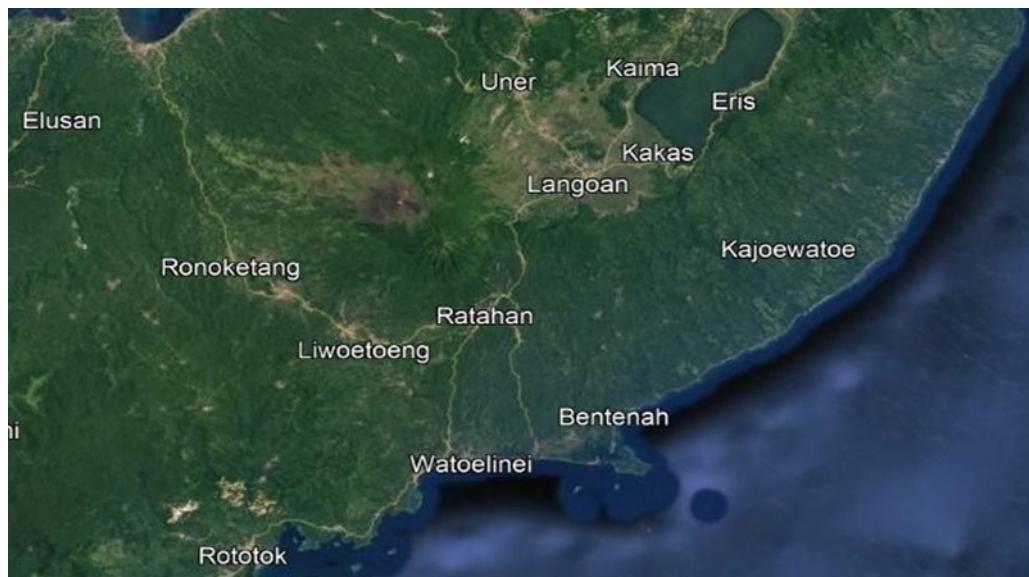
2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

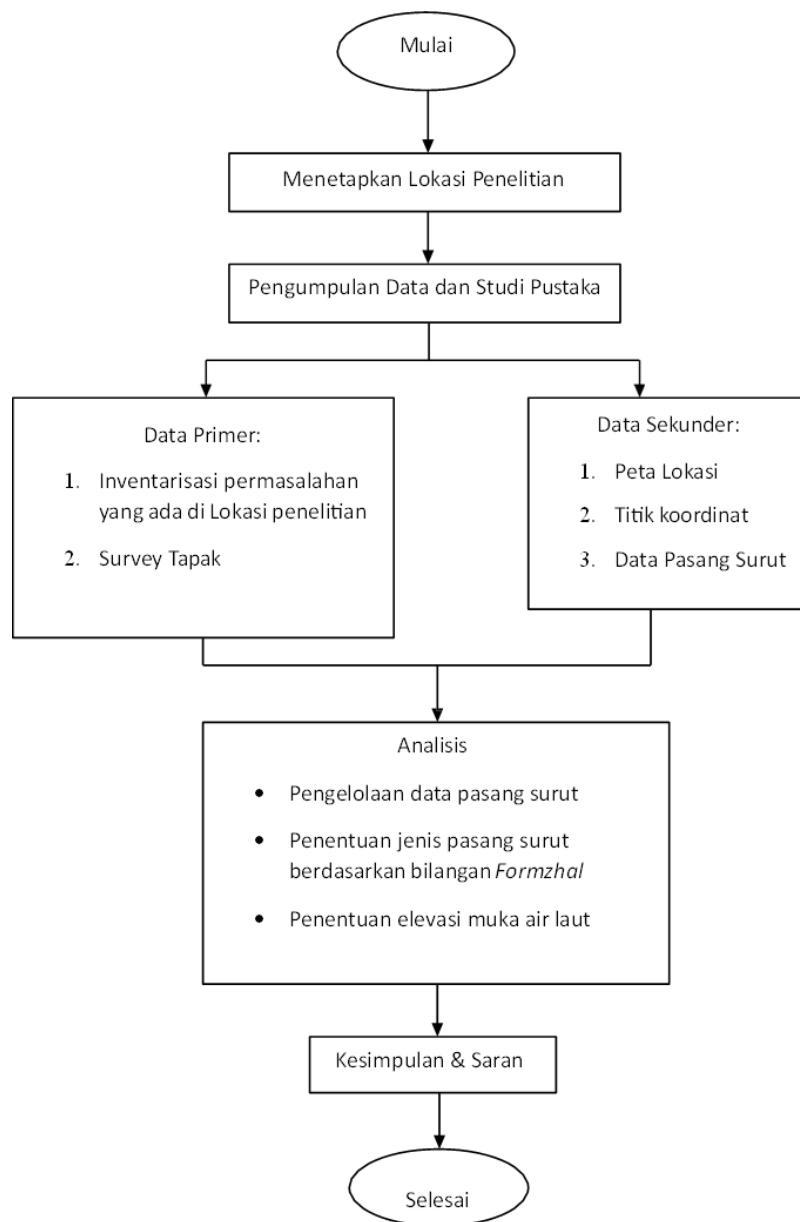
Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Pantai Lumintang, Desa Bentenan, Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara.

2.2 Alur Penelitian

Proses penelitian mengenai tipe pasang surut untuk penentuan elevasi muka air laut secara singkat ditunjukkan pada alur dalam Gambar 2.



Gambar 1. Letak Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pasang Surut Metode Least Square

Perhitungan pasang surut menggunakan data yang diambil dari website Badan Informasi Geospasial (BIG) pada bulan Januari, tahun 2025, selama 15 hari dengan interval data setiap 1 jam. Data pasang surut diolah menggunakan Microsoft Excel untuk memperoleh konstanta harmonik pasang surut pada daerah perairan Pantai Lumintang. Perhitungan konstanta harmonik pasang surut dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square*.

Tabel 1. Data Pengamatan

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
01/01/2025	-0.14	-0.27	-0.38	-0.43	-0.39	-0.26	-0.04	0.22	0.47	0.67	0.76	0.73	0.58	0.35	0.09	-0.16	-0.34	-0.42	-0.40	-0.31	-0.18	-0.06	0.01	0.01
02/01/2025	-0.06	-0.19	-0.33	-0.42	-0.45	-0.37	-0.19	0.05	0.32	0.56	0.71	0.75	0.66	0.47	0.22	-0.04	-0.26	-0.39	-0.41	-0.35	-0.23	-0.09	0.02	0.06
03/01/2025	0.02	-0.08	-0.23	-0.36	-0.44	-0.42	-0.31	-0.11	0.14	0.40	0.59	0.69	0.67	0.54	0.32	0.07	-0.16	-0.33	-0.40	-0.37	-0.27	-0.13	0.01	0.09
04/01/2025	0.10	0.03	-0.09	-0.24	-0.35	-0.40	-0.36	-0.22	-0.02	0.21	0.42	0.57	0.61	0.53	0.37	0.15	-0.08	-0.26	-0.37	-0.38	-0.31	-0.18	-0.03	0.09
05/01/2025	0.15	0.14	0.05	-0.08	-0.21	-0.30	-0.32	-0.27	-0.13	0.05	0.24	0.40	0.47	0.46	0.36	0.19	-0.01	-0.20	-0.32	-0.37	-0.33	-0.23	-0.09	0.06
06/01/2025	0.16	0.20	0.17	0.09	-0.03	-0.14	-0.21	-0.22	-0.16	-0.05	0.09	0.22	0.31	0.33	0.28	0.17	0.02	-0.14	-0.27	-0.34	-0.34	-0.27	-0.15	-0.01
07/01/2025	0.119	0.21	0.24	0.22	0.15	0.06	-0.03	-0.09	-0.10	-0.07	-0.01	0.07	0.14	0.17	0.16	0.10	0.00	-0.12	-0.23	-0.31	-0.33	-0.30	-0.22	-0.10
08/01/2025	0.04	0.16	0.24	0.29	0.28	0.24	0.17	0.10	0.04	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.02	-0.01	-0.06	-0.13	-0.20	-0.26	-0.30	-0.30	-0.26	-0.18
09/01/2025	-0.07	0.05	0.17	0.27	0.33	0.36	0.34	0.29	0.22	0.14	0.06	-0.01	-0.06	-0.09	-0.12	-0.13	-0.14	-0.16	-0.19	-0.22	-0.25	-0.27	-0.27	-0.24
10/01/2025	-0.18	-0.08	0.04	0.17	0.30	0.40	0.45	0.46	0.41	0.32	0.20	0.07	-0.05	-0.15	-0.21	-0.24	-0.24	-0.22	-0.20	-0.19	-0.20	-0.22	-0.25	-0.27
11/01/2025	-0.26	-0.21	-0.11	0.02	0.18	0.34	0.47	0.55	0.57	0.51	0.38	0.22	0.04	-0.12	-0.25	-0.31	-0.32	-0.29	-0.23	-0.18	-0.15	-0.16	-0.19	-0.24
12/01/2025	-0.28	-0.30	-0.25	-0.15	0.01	0.21	0.40	0.56	0.65	0.65	0.55	0.39	0.18	-0.04	-0.22	-0.34	-0.38	-0.35	-0.28	-0.19	-0.12	-0.09	-0.11	-0.18
13/01/2025	-0.26	-0.33	-0.35	-0.30	-0.17	0.03	0.26	0.48	0.64	0.72	0.68	0.54	0.33	0.08	-0.15	-0.32	-0.41	-0.40	-0.33	-0.21	-0.10	-0.03	-0.03	-0.08
14/01/2025	-0.19	-0.30	-0.39	-0.40	-0.32	-0.16	0.08	0.33	0.56	0.71	0.74	0.66	0.47	0.22	-0.04	-0.26	-0.40	-0.43	-0.37	-0.25	-0.11	0.00	0.05	0.02
15/01/2025	-0.09	-0.22	-0.36	-0.43	-0.42	-0.31	-0.10	0.16	0.42	0.63	0.73	0.71	0.57	0.34	0.07	-0.18	-0.36	-0.44	-0.41	-0.30	-0.14	0.00	0.09	0.10

Tabel 2. 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
01/01/2025	-1.43	-2.66	-3.75	-4.26	-3.89	-2.55	-0.39	2.21	4.74	6.67	7.58	7.27	5.81	3.51	0.87	-1.58	-3.36	-4.18	-4.03	-3.10	-1.80	-0.59	0.13	0.12
02/01/2025	-0.63	-1.89	-3.25	-4.24	-4.46	-3.69	-1.94	0.51	3.20	5.56	7.09	7.47	6.60	4.70	2.18	-0.42	-2.57	-3.86	-4.14	-3.50	-2.25	-0.86	0.21	0.62
03/01/2025	0.24	-0.83	-2.25	-3.58	-4.35	-4.23	-3.10	-1.09	1.43	3.95	5.91	6.90	6.70	5.37	3.20	0.68	-1.64	-3.30	-4.01	-3.74	-2.69	-1.27	0.08	0.93
04/01/2025	1.02	0.34	-0.91	-2.35	-3.52	-4.01	-3.59	-2.24	-0.19	2.14	4.24	5.65	6.05	5.34	3.71	1.51	-0.76	-2.61	-3.68	-3.81	-3.08	-1.76	-0.29	0.92
05/01/2025	152	1.37	0.52	-0.75	-2.06	-2.99	-3.24	-2.65	-1.30	0.52	2.42	3.95	4.74	4.61	3.58	1.87	-0.12	-1.95	-3.22	-3.70	-3.34	-2.28	-0.85	0.56
06/01/2025	1.60	2.01	1.73	0.89	-0.26	-1.35	-2.07	-2.18	-1.62	-0.52	0.86	2.16	3.06	3.31	2.82	1.68	0.15	-1.44	-2.73	-3.44	-3.43	-2.73	-1.52	-0.11
07/01/2025	1.19	2.09	2.43	2.19	1.50	0.58	-0.29	-0.88	-1.04	-0.74	-0.09	0.70	1.37	1.72	1.60	0.98	-0.02	-1.19	-2.29	-3.05	-3.31	-3.00	-2.16	-0.97
08/01/2025	0.35	1.55	2.43	2.85	2.80	2.37	1.69	0.96	0.35	-0.05	-0.19	-0.12	0.05	0.19	0.17	-0.09	-0.58	-1.26	-1.99	-2.63	-3.01	-3.02	-2.61	-1.81
09/01/2025	-0.72	0.51	1.70	2.69	3.34	3.59	3.43	2.94	2.21	1.38	0.58	-0.10	-0.61	-0.94	-1.15	-1.28	-1.43	-1.62	-1.90	-2.23	-2.54	-2.74	-2.73	-2.42
10/01/2025	-1.77	-0.80	0.42	1.74	2.97	3.95	4.52	4.58	4.13	3.23	2.04	0.74	-0.48	-1.45	-2.08	-2.36	-2.26	-2.20	-2.02	-1.94	-2.01	-2.22	-2.48	-2.65
11/01/2025	-2.55	-2.05	-1.11	0.23	1.81	3.39	4.71	5.52	5.65	5.06	3.83	2.17	0.39	-1.24	-2.45	-3.11	-3.21	-2.88	-2.33	-1.81	-1.51	-1.55	-1.90	-2.41
12/01/2025	-2.84	-2.95	-2.53	-1.48	0.12	2.05	4.00	5.58	6.46	6.46	5.54	3.86	1.75	-0.40	-2.21	-3.39	-3.81	-3.53	-2.78	-1.88	-1.16	-0.87	-1.09	-1.75
13/01/2025	-2.60	-3.30	-3.51	-3.00	-1.69	0.27	2.57	4.77	6.42	7.16	6.82	5.44	3.30	0.84	-1.47	-3.19	-4.06	-4.03	-3.28	-2.14	-1.03	-0.32	-0.25	-0.83
14/01/2025	-1.88	-3.03	-3.87	-4.01	-3.24	-1.56	0.78	3.34	5.60	7.07	7.43	6.58	4.70	2.20	-0.42	-2.61	-3.97	-4.32	-3.74	-2.53	-1.13	-0.01	0.47	0.16
15/01/2025	-0.85	-2.24	-3.56	4.34	-4.22	-3.06	-1.00	1.60	4.21	6.27	7.31	7.11	5.70	3.40	0.71	-1.78	-3.58	-4.36	-4.08	-2.97	-1.43	0.02	0.93	1.02

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Impact

	Amplitudo	Satuan	Beda Fasa
So	-0.001	dm	
M2	2.407	dm	15.04
S2	2.117	dm	20.09
N2	0.339	dm	66.45
K1	2.372	dm	49.37
M4	0.003	dm	32.61
O1	1.673	dm	-15.23
P1	1.861	dm	4.58
K2	0.763	dm	11.26
MS4	0.003	dm	51.16

Menentukan jenis pasang surut :

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

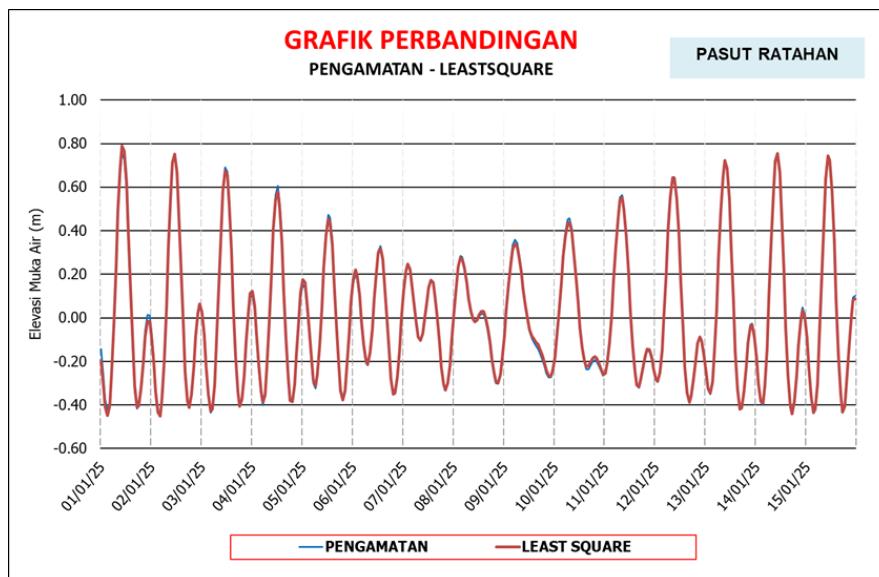
$$F = 0.894$$

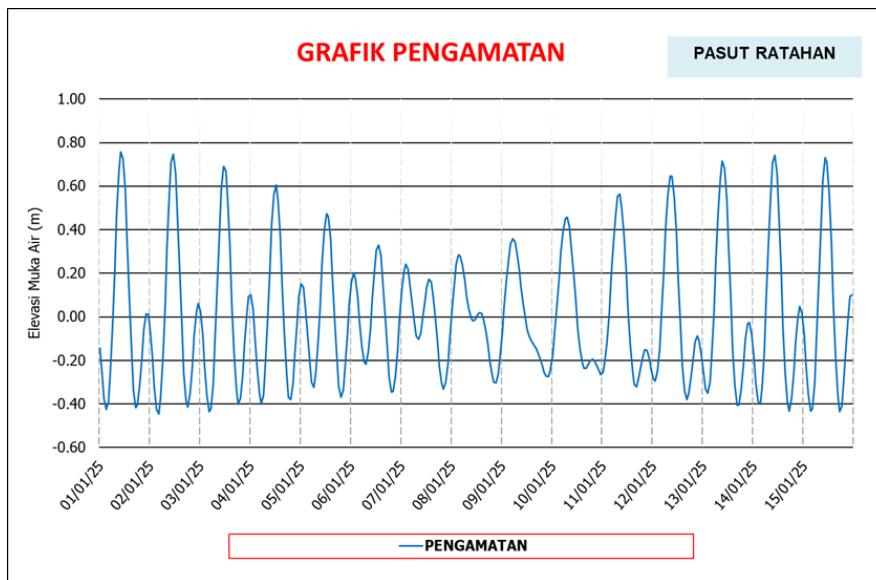
Termasuk pada jenis pasang surut mixed, semidiurnal

- Elevasi muka air

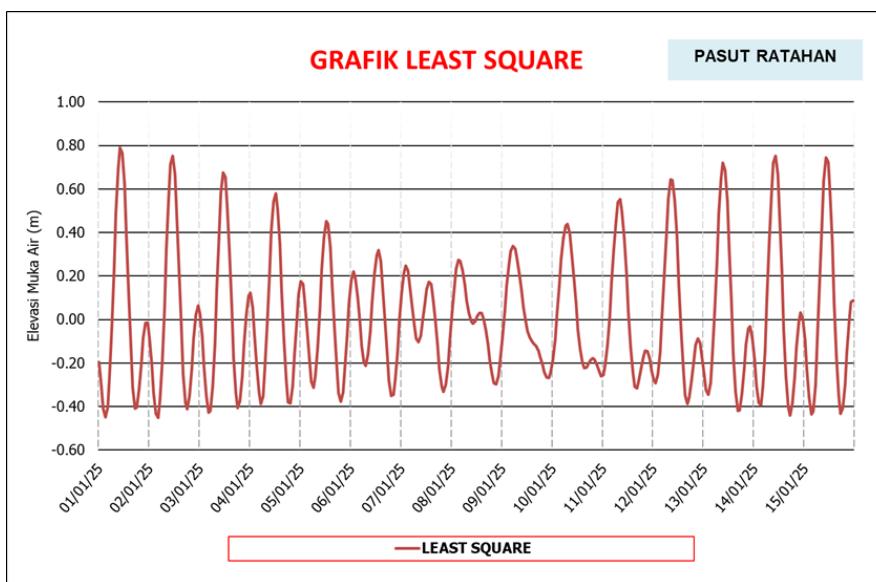
HHWL	=	10.7248 dm
MHWS	=	7.8963 dm
MHWL	=	2.9541 dm
MSL	=	-0.0010 dm
MLWL	=	-2.5628 dm
MLWS	=	-4.5177 dm
LLWL	=	-7.8025 dm
- Elevasi muka air Referensi LLWL

HHWL	=	18.5273 dm
MHWS	=	15.6988 dm
MHWL	=	10.7566 dm
MSL	=	7.8016 dm
MLWL	=	5.2397 dm
MLWS	=	3.2489 dm
LLWL	=	0.0000 dm

**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Data Pengamatan dan Data Least Square



Gambar 4. Grafik Data Pengamatan Pasang Surut



Gambar 5. Grafik Data Least Square

3.2. 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 4. Penguraian Konstanta Pasang

	Amplitudo	Satuan	Beda Fasa
So	-0.001	dm	
M2	2.407	dm	15.04
S2	2.117	dm	20.09
N2	0.339	dm	66.45
K1	2.372	dm	49.37
M4	0.003	dm	32.61
O1	1.673	dm	-15.23
P1	1.861	dm	4.58
K2	0.763	dm	11.26
MS4	0.003	dm	51.16

- 1) $MSL = A(S_0) = -0,001$
- 2) $LLWL = MSL - (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$
 $= -0,001 - (2,117 + 2,372 + 1,673 + 1,861 + 2,407 + 0,763)$
 $= -0,001 - (11.193)$
 $= -11.194$
- 3) $HHWL = MSL + (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$
 $= 11.192$
- 4) $F = \frac{A(K1)+A(O1)}{A(M2)+A(S2)}$
 $= \frac{2.372+1.673}{2.407+2.117}$
 $= 0.8941$

Tabel 5. Elevasi Muka Air

Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
PANTAI LUMINTANG	HHWL	1.07	1.85
	MHWS	0.79	1.57
	MHWL	0.30	1.08
	MSL	0.00	0.78
	MLWL	-0.26	0.52
	MLWS	-0.45	0.33
	LLWL	-0.78	0.00
Tunggang Pasang Surut		1.85	
Amplitudo		Least Square	
S0		0.00	
M2		2.41	
S2		2.12	
N2		0.34	
K1		2.37	
O1		1.67	
M4		0.00	
MS4		0.00	
K2		0.76	
P1		1.86	
Bilangan Formzal		0.894	
F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)			
Tipe Pasang Surut		Campuran, condong ke semi diurnal	

3.3. 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 :

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

$$= \frac{2.372+1.673}{2.407+2.117} = 0.8941$$

Termasuk jenis pasang surut mixed, condong ke semidiurnal

Tabel 6. Jenis Pasang Surut

JENIS PASANG SURUT		
FORMZAHLL	TIPE PASUT	DESKRIPSI
$F \leq 0.25$	Pasang harian ganda (semi diurnal)	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air surut dengan ketinggian yang hampir sama dan terjadi berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.
$0.25 < F < 1.5$	Campuran, condong ke semi diurnal	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.
$1.5 < F < 3.0$	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 0,894 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa wilayah perairan Pantai Lumintang 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

Hasil analisis komponen harmonik pasang surut di wilayah perairan di Pantai Lumintang, Desa Bentenan, Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara, menggunakan metode Least Square mendapatkan 10 Komponen harmonik yaitu S0, M2, S2, N2, K1, M4, O1, P1, K2, dan MS4 berupa nilai amplitudo dan fase, dan nilai elevasi muka air.

- Komponen Harmonik

	Amplitudo	Satuan	Beda Fasa
S0	-0.001	dm	
M2	2.407	dm	15.04
S2	2.117	dm	20.09
N2	0.339	dm	66.45
K1	2.372	dm	49.37
M4	0.003	dm	32.61
O1	1.673	dm	-15.23
P1	1.861	dm	4.58
K2	0.763	dm	11.26
MS4	0.003	dm	51.16

- Elevasi Muka Air

Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
RATAHAN	HHWL	1.07	1.85
	MHWS	0.79	1.57
	MHWL	0.30	1.08
	MSL	0.00	0.78
	MLWL	-0.26	0.52
	MLWS	-0.45	0.33
	LLWL	-0.78	0.00
Tunggang Pasang Surut		1.85	

Nilai Formzahl dalam penelitian ini yaitu 0,894 yang dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa wilayah perairan Pantai Lumintang memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed semidiurnal).

Referensi

- Ali, M., Mihardja D.K., dan Hadi, S., 1994. Pasang Surut Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sepang, Indry S., Jeffry D. Mamoto, dan Arthur H. Thambas. "Analisis Pasang Surut di Kawasan Pantai Budo Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara." TEKNO – Volume 22 nomor 88 – Juli 2024. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sumampouw, Faron V. H., Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasin. Perencanaan Pengaman Pantai di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil, Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Abadi, Ira K., Cindy J. Supit, Arestides K. T. Dundu. "Studi Hidro-Oseanografi di Pantai Pulisan Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara" TEKNO – Volume 23 nomor 92 – Juli 2025. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Korto, Jufri, M. Ihsan Jasin, dan Jeffry D. Mamoto. "Analisis pasang surut di pantai nuangan (desa iyok) boltim dengan metode admiralty." Jurnal Sipil Statik 3.6 (2015): 391-402.
- 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 Pepartemen PU. Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. DIKLAT PU WIL III. Dirjen Pengairan Pepartemen PU. Yogyakarta. 51 Hal.
- Triatmodjo Bambang. (1999). Teknik Pantai. Unit Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gaja Mada, Beta Offset, Yogyakarta.
- Vika, S. P. (2024). Analisis Perbandingan Hasil Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square dan Admiralty di Pelabuhan Bakauheni Lampung.
- Zakaria, A., Purna, B.I.M.C., and Maryanto, 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.