



Analisis Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Di Pantai Karang Ria Kota Manado

Deviyanti Amanda Wendur^{#a}, Muhammad I. Jasin^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c},
Ariestides K. T. Dundu^{#d}, Jeffry D. Mamoto^{#e}, Cindy J. Supit^{#f}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^adeviyantiwendur021@student.unsrat.ac.id, ^bsanyjasin02@yahoo.com, ^carthur.thambas@unsrat.ac.id,

^dtorry@unsrat.ac.id, ^ejeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^fcindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Karang Ria di Kota Manado merupakan kawasan pesisir strategis yang memiliki potensi besar dalam bidang perikanan dan pariwisata, serta direncanakan menjadi target reklamasi oleh Pemerintah Kota Manado. Pemahaman terhadap karakteristik pasang surut sangat krusial untuk mendukung kegiatan pesisir dan perencanaan infrastruktur, termasuk reklamasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik pasang surut dan elevasi muka air laut menggunakan metode harmonik Least Square berbasis program MOD-LSQ. Data pasang surut sekunder selama 15 hari dari Badan Informasi Geospasial (BIG) diolah untuk mendapatkan konstanta harmonik dan bilangan Formzahl (F). Hasil analisis mendapatkan 10 komponen harmonik utama, termasuk M2 (5.839), S2 (4.624), K1 (2.402), dan O1 (1.609). Nilai bilangan Formzahl (F) yang diperoleh adalah 0.383. Nilai ini berada dalam rentang $0.25 < F < 1.5$, yang mengklasifikasikan tipe pasang surut di Pantai Karang Ria sebagai Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Tide, prevailing semi-diurnal). Nilai elevasi muka air rata-rata (MSL) adalah 0.0021, dengan elevasi muka air tertinggi (HHWL) mencapai 16.7500 dan terendah (LLWL) mencapai -14.0351. Hasil ini penting sebagai acuan teknis dalam pekerjaan perencanaan reklamasi kawasan pesisir Boulevard II/Karang Ria.

Kata kunci: pasang surut, metode Least Square, Formzahl, Pesisir Boulevard II

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki wilayah pesisir yang luas dan berperan penting dalam aktivitas sosial, ekonomi, transportasi laut. Salah satu fenomena oseanografi yang berpengaruh signifikan terhadap kawasan pesisir adalah pasang surut laut, yaitu fluktuasi periodik muka air laut akibat gaya tarik gravitasi bulan dan matahari serta rotasi bumi. Informasi pasang surut diperlukan dalam berbagai kegiatan teknik pantai, seperti perencanaan pelabuhan, reklamasi, dan perlindungan pantai.

Pantai Karang Ria terletak di Kawasan Boulevard II, Kota Manado yang memiliki nilai strategis dan direncanakan sebagai wilayah pengembangan dan reklamasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian pasang surut yang komprehensif untuk mendukung perencanaan teknis yang aman dan berkelanjutan. Berbagai metode analisis pasang surut telah digunakan diantaranya metode Admiralty dan metode least square. Metode Least Square dinilai mampu memberikan hasil yang lebih rinci dalam penentuan konstanta harmonik pasang surut. Penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan metode Least Square berbasis program MOD-LSQ untuk menganalisis pasang surut di Pantai Karang Ria, yang sebelumnya belum pernah dikaji secara spesifik. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis bagi pengelolaan kawasan pesisir Kota Manado

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik pasang surut dan elevasi muka air laut di Pantai Karang Ria, Kecamatan Tuminting, Kota Manado, Sulawesi Utara berdasarkan analisis harmonik menggunakan Metode *Least Square* ?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Analisis yang dilakukan adalah analisis besaran serta jenis pasang surut yang terjadi di Pantai Karang Ria
2. Pengolahan data pasang surut menggunakan Metode *Least Square*
3. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk memahami perilaku pasang surut di area Lokasi Reklamasi yaitu: tipe pasang surut, elevasi muka air tertinggi dan terendah yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pekerjaan reklamasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat di antaranya :

1. Memperoleh pengetahuan tentang fenomena pasang surut dan menentukan tipe pasang surut
2. Sebagai referensi mengenai Pasang Surut dan Elevasi Muka Air Laut bagi pemerintah dan pihak terkait lainnya dalam pengembangan Kawasan Pantai Karang Ria



(Tibony beach)

Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

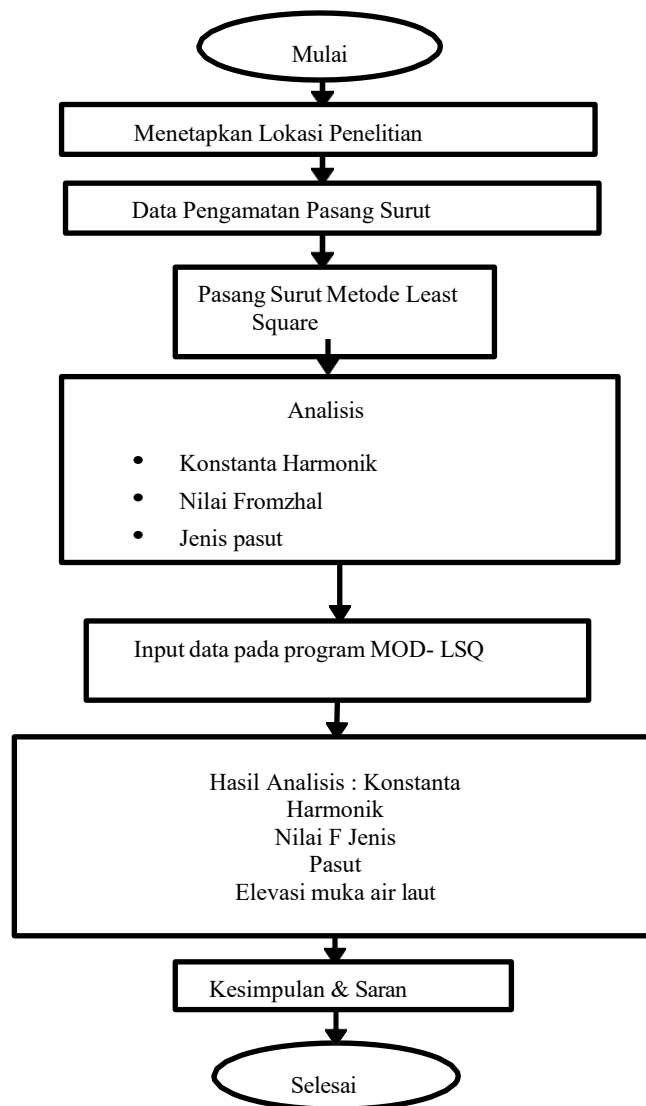
Penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir yang di Jl. Boulevard II, Bitung Karangria, Kecamatan Tuminting, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Keduanya saling melengkapi untuk mendapatkan gambaran yang utuh mengenai kondisi di lokasi penelitian, khususnya terkait karakteristik pasang surut dan kondisi fisik pantai di wilayah Bitung Karangria, Kota Manado.

2.3. Bagan Alir Penelitian

Gambar 2 menunjukkan alur kegiatan penelitian.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

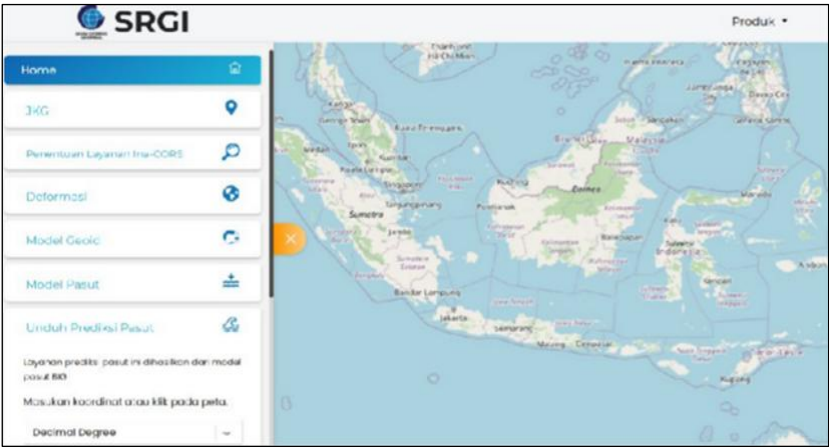
3.1 Pasang Surut Metode Least Square

3.1.1 Pengumpulan Data Pasang Surut

Data pasang surut bersumber Sistem Referensi Geospasial Indonesia (GRSI).

3.1.2 Pengamatan Pasang Surut

Data pengamatan pasang surut ditampilkan pada Tabel 1. Data pengamatan untuk analisis dengan metode Least Square ditampilkan pada Tabel 2.



Gambar 3. Tampilan Laman Sistem Referensi Geospasial Indonesia

Tabel 1. Data Pengamatan Pasang Surut

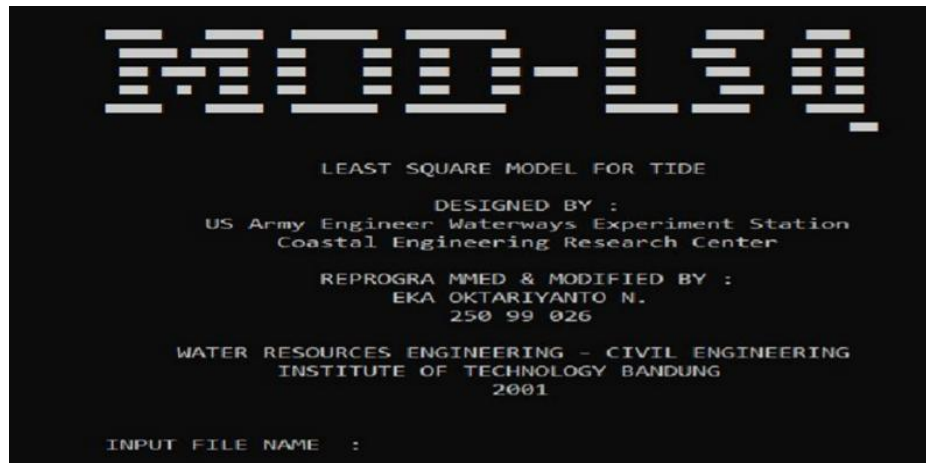
T/J	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01/02/2025	0.84	0.66	0.29	-0.19	-0.63	-0.91	-0.95	-0.74	-0.32	0.21	0.72	1.07	1.18	1.02	0.62	0.08	-0.47	-0.89	-1.08	-1.01	-0.69	-0.22	0.29	0.70
02/02/2025	0.90	0.85	0.57	0.13	-0.35	-0.74	-0.94	-0.89	-0.60	-0.15	0.35	0.78	1.01	1.00	0.75	0.31	-0.21	-0.66	-0.95	-1.00	-0.80	-0.41	0.08	0.54
03/02/2025	0.85	0.94	0.79	0.44	-0.10	-0.45	-0.76	-0.87	-0.75	-0.44	-0.01	0.41	0.72	0.84	0.73	0.43	0.01	-0.41	-0.74	-0.89	-0.82	-0.54	-0.13	0.31
04/02/2025	0.68	0.88	0.87	0.67	0.31	-0.09	-0.45	-0.68	-0.72	-0.57	-0.29	0.06	0.36	0.55	0.57	0.42	0.14	-0.20	-0.51	-0.70	-0.73	-0.58	-0.29	0.08
05/02/2025	0.44	0.70	0.81	0.75	0.54	0.24	-0.09	-0.36	-0.51	-0.52	-0.40	-0.20	-0.03	0.22	0.31	0.29	0.15	-0.06	-0.29	-0.47	-0.56	-0.52	-0.35	-0.10
06/02/2025	0.18	0.44	0.62	0.68	0.62	0.46	0.24	0.01	-0.19	-0.31	-0.35	-0.30	-0.20	-0.09	0.01	0.05	0.04	-0.04	-0.15	-0.26	-0.34	-0.36	-0.32	-0.20
07/02/2025	-0.03	0.16	0.34	0.48	0.54	0.54	0.46	0.33	0.17	0.01	-0.14	-0.24	-0.29	-0.30	-0.27	-0.22	-0.16	-0.12	-0.10	-0.10	-0.13	-0.16	-0.18	-0.18
08/02/2025	-0.15	-0.07	0.04	0.18	0.33	0.46	0.54	0.55	0.49	0.36	0.17	-0.03	-0.23	-0.38	-0.47	-0.47	-0.41	-0.29	-0.15	-0.03	0.04	0.06	0.01	-0.07
09/02/2025	-0.16	-0.13	-0.21	-0.13	0.03	0.24	0.46	0.62	0.70	0.67	0.51	0.26	-0.04	-0.33	-0.55	-0.66	-0.64	-0.45	-0.29	-0.05	0.14	0.24	0.23	0.11
10/02/2025	-0.07	-0.25	-0.37	-0.39	-0.28	-0.05	0.25	0.55	0.78	0.88	0.80	0.57	0.22	-0.17	-0.52	-0.75	-0.82	-0.71	-0.47	-0.15	0.15	0.36	0.42	0.33
11/02/2025	0.11	-0.17	-0.42	-0.57	-0.55	-0.36	-0.03	0.36	0.72	0.96	1.01	0.85	0.51	0.06	-0.39	-0.74	-0.92	-0.89	-0.66	-0.31	0.08	0.40	0.56	0.53
12/02/2025	0.32	-0.01	-0.36	-0.63	-0.74	-0.63	-0.34	0.09	0.54	0.91	1.10	1.05	0.77	0.32	-0.19	-0.64	-0.94	-1.00	-0.83	-0.48	-0.04	0.37	0.64	0.70
13/02/2025	0.54	0.21	-0.21	-0.58	-0.81	-0.83	-0.61	-0.20	0.29	0.75	1.06	1.14	0.95	0.56	0.04	-0.48	-0.87	-1.04	-0.95	-0.64	-0.19	0.27	0.64	0.80
14/02/2025	0.73	0.43	0.01	-0.44	-0.78	-0.92	-0.81	-0.47	0.01	0.51	0.92	1.11	1.05	0.74	0.25	-0.28	-0.74	-1.00	-1.01	-0.77	-0.35	0.14	0.57	0.83
15/02/2025	0.85	0.64	0.24	-0.24	-0.65	-0.90	-0.91	-0.68	-0.26	0.25	0.70	0.99	1.04	0.83	0.43	-0.08	-0.56	-0.90	-1.00	-0.85	-0.49	-0.01	0.45	0.79

Tabel 2. 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
01/02/2025	8.37	6.61	2.85	-1.87	-6.25	-9.07	-9.51	-7.39	-3.16	2.14	7.20	10.72	11.81	10.16	6.16	0.77	-4.69	-8.88	-10.82	-10.07	-6.90	-2.16	2.89	6.96
02/02/2025	9.00	8.53	5.71	1.30	-3.50	-7.41	-9.39	-8.90	-6.03	-1.52	3.51	7.75	10.13	10.02	7.45	3.06	-2.06	-6.63	-9.50	-9.99	-8.00	-4.07	0.79	5.35
03/02/2025	8.45	9.35	7.85	4.40	-1.00	-4.47	-7.59	-8.68	-7.49	-4.36	-0.13	4.08	7.18	8.35	7.31	4.31	0.14	-4.14	-7.43	-8.89	-8.15	-5.39	-1.29	3.12
04/02/2025	6.78	8.80	8.74	6.66	3.13	-0.93	-4.51	-6.75	-7.15	-5.70	-2.86	0.57	3.63	5.53	5.74	4.24	1.42	-1.98	-5.05	-6.99	-7.27	-5.78	-2.86	0.81
05/02/2025	4.38	7.01	8.13	7.53	5.42	2.36	-0.89	-3.58	-5.11	-5.23	-4.04	-1.98	-0.33	2.21	3.13	2.87	1.48	-0.64	-2.92	-4.73	-5.56	-5.15	-3.53	-1.03
06/02/2025	1.82	4.40	6.19	6.82	6.24	4.63	2.40	0.06	-1.89	-3.12	-3.46	-3.00	-2.01	-0.85	0.10	0.54	0.36	-0.38	-1.48	-2.59	-3.40	-3.63	-3.15	-1.97
07/02/2025	-0.29	1.61	3.40	4.75	5.44	5.39	4.63	3.32	1.71	0.07	-1.35	-2.37	-2.91	-2.98	-2.69	-2.18	-1.64	-1.21	-1.00	-1.03	-1.27	-1.58	-1.83	-1.84
08/02/2025	-1.50	-0.73	0.42	1.83	3.30	4.56	5.35	5.50	4.89	3.58	1.74	-0.33	-2.30	-3.83	-4.67	-4.72	-4.05	-2.88	-1.52	-0.32	0.42	0.56	0.11	-0.72
09/02/2025	-1.60	-1.27	-2.11	-1.26	0.34	2.42	4.55	6.23	7.03	6.66	5.09	2.57	-0.43	-3.32	-5.52	-6.60	-6.38	-4.49	-2.85	-0.53	1.37	2.37	2.26	1.12
10/02/2025	-0.65	-2.48	-3.72	-3.90	-2.79	-0.50	2.49	5.51	7.81	8.76	8.04	5.71	2.22	-1.70	-5.20	-7.52	-8.18	-7.12	-4.67	-1.52	1.48	3.56	4.20	3.26
11/02/2025	1.08	-1.70	-4.21	-5.65	-5.49	-3.60	-0.33	3.58	7.20	9.58	10.08	8.49	5.10	0.64	-3.88	-7.42	-9.20	-8.87	-6.60	-3.05	0.83	4.00	5.63	5.33
12/02/2025	3.22	-0.07	-3.59	-6.29	-7.35	-6.32	-3.36	0.90	5.43	9.10	10.95	10.45	7.67	3.21	-1.89	-6.42	-9.35	-10.00	-8.31	-4.78	-0.40	3.68	6.37	6.99
13/02/2025	5.40	2.07	-2.06	-5.82	-8.13	-8.26	-6.07	-2.03	2.91	7.50	10.59	11.35	9.54	5.57	0.38	-4.78	-8.67	-10.37	-9.53	-6.43	-1.94	2.74	6.37	8.02
14/02/2025	7.26	4.33	0.05	-4.40	-7.80	-9.17	-8.08	-4.72	0.09	5.14	9.17	11.12	10.47	7.36	2.54	-2.80	-7.35	-9.99	-10.10	-7.72	-3.52	1.39	5.71	8.31
15/02/2025	8.53	6.35	2.36	-2.35	-6.52	-9.00	-9.11	-6.77	-2.56	2.45	6.99	9.89	10.38	8.33	4.25	-0.83	-5.64	-8.96	-9.98	-8.48	-4.87	-0.12	4.53	7.88

3.1.3 Program MOD-LSQ

Berikut ini adalah tampilan proses analisis menggunakan piranti lunak MOD-LSQ.



Gambar 4. Tampilan Awal Program MOD-LSQ (*Least Square Model for Tide*)

Gambar 5. Tampilan Data Pasang Surut dalam Format Time Series



Gambar 6. Proses Penyimpanan File Input dalam *Directory* MOD-LSQ


```

File Edit View

Lokasi pengamatan pasut :LSQKarangRia1
Mengurai Konstituen Pasut

So = -.002
Amplitudo M2 = 5.839dm Beda Fasa 21.58
Amplitudo S2 = 4.624dm Beda Fasa 45.07
Amplitudo N2 = .829dm Beda Fasa 43.23
Amplitudo K1 = 2.402dm Beda Fasa 60.14
Amplitudo M4 = .012dm Beda Fasa 78.61
Amplitudo O1 = 1.609dm Beda Fasa 1.75
Amplitudo P1 = 1.076dm Beda Fasa 51.31
Amplitudo K2 = 1.431dm Beda Fasa 7.93
Amplitudo MS4 = .004dm Beda Fasa -13.28

Menentukan Jenis Pasut

F = .309
jenis pasut mixed, semidiurnal

```

Gambar 7. Tampilan Output Amplitudo

```

Elevasi muka air

hhwl = 16.7500 dm
mhws = 11.5921 dm
mhw1 = 4.9025 dm
msl = -.0021 dm
mlwl = -4.6425 dm
mlws = -10.7198 dm
llwl = -14.0351 dm

Elevasi muka air Referensi LLWL

hhwl = 30.7851 dm
mhws = 25.6272 dm
mhw1 = 18.9377 dm
msl = 14.0330 dm
mlwl = 9.3926 dm
mlws = 3.3153 dm
llwl = .0000 dm

```

Gambar 8. Tampilan Output Data Elevasi

Setelah dilakukan pengolahan data pasang surut dengan menggunakan program MOD-LSQ, diperoleh hasil elevasi muka air berdasarkan data observasi. Selain itu, juga dihitung elevasi muka air berdasarkan referensi LLWL (Lowest Low Water Level) sebagai acuan. Data elevasi tersebut ditampilkan sebagai berikut:

a) Elevasi Muka Air berdasarkan Data Observasi

Hhwl = 16.7500 dm
 Mhws = 11.5921 dm
 Mhw1 = 4.9025 dm
 Msl = -0.0021 dm
 Mlwl = -4.6425 dm
 Mlws = -10.7198 dm
 Llwl = -14.0351 dm

b) Elevasi Muka air Referensi LLWL

Hhwl = 30.7851 dm

Mhws = 25.6272 dm

Mhwl = 18.9377 dm

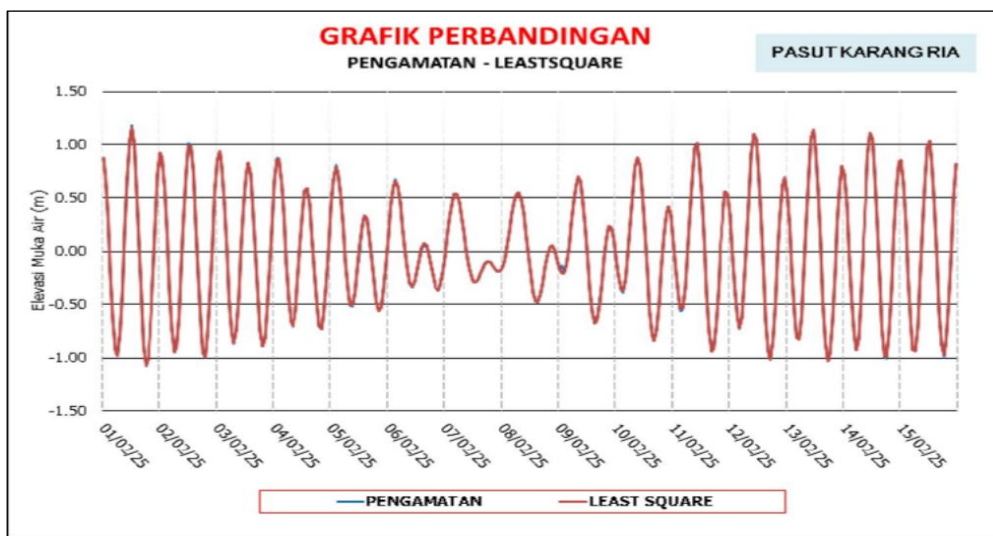
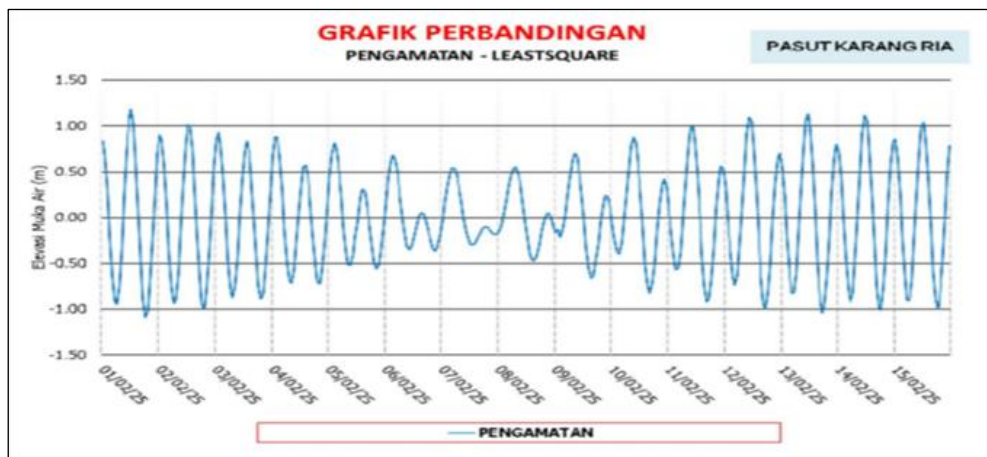
Msl = 14.0330 dm

Mlwl = 9.3926 dm

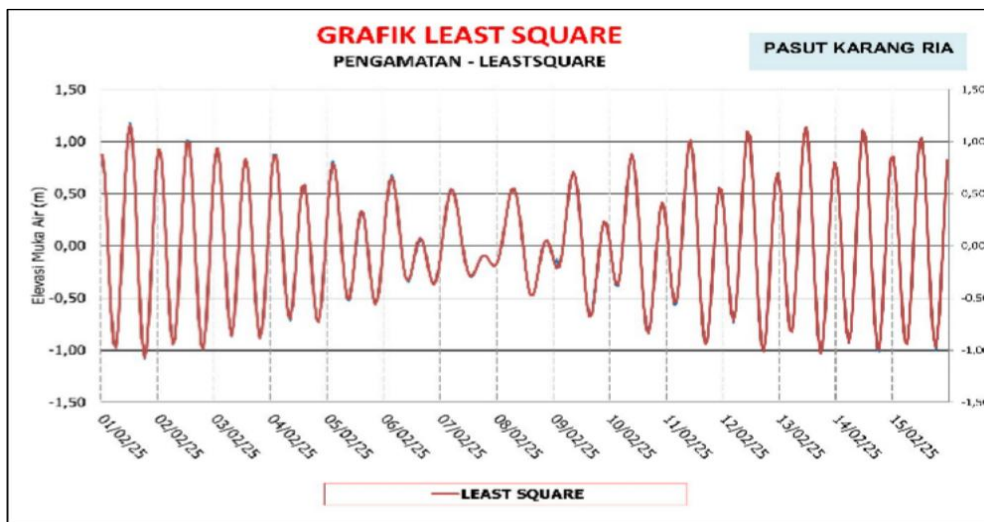
Mlws = 3.3153 dm

3.1.4 Grafik Pengamatan Pasang Surut

Hasil pengamatan pasang surut ditampilkan dalam bentuk grafik perbandingan terhadap hasil analisis menggunakan metode *Least Square*.

Gambar 9. Grafik Perbandingan Data Pengamatan dan Data *Least Square*

Gambar 10. Grafik Data Pengamatan Pasang Surut

Gambar 11. Grafik Data *Least Square*

3.2 Perhitungan Elevasi Muka Air

Dalam proses ini, dilakukan penguraian konstanta pasang surut dengan menggunakan metode Least Square. Hasil penguraian komponen pasang surut tersebut ditunjukkan pada Tabel 3 yang memuat nilai amplitudo dan beda fasa dari masing-masing komponen pasut utama.

Tabel 3. Penguraian Konstanta Pasang Surut

Amplitudo		Beda Fasa
So	-0.002	
M2	5.839	21.58
S2	4.624	45.07
N2	0,829	43.23
K1	2.402	60.14
M4	0.012	78.16
O1	1.609	1.75
P1	1.076	51.31
K2	1.431	7.93
MS4	0.004	-13,28

Berdasarkan hasil amplitudo dari beberapa komponen utama pasang surut pada Tabel 3, dilakukan perhitungan nilai elevasi muka air sebagai berikut:

- 1) MSL = $A(So) = -0,002$
- 2) LLWL = $MSL - (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$
 $= -0,002 - (4.624) + (2.402) + (1.609) + (1.076) + (5.839) + (1.431)$
 $= -14.0351$
- 3) HHWL = $MSL + (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$
 $= -0,002 - (4.624) + (2.402) + (1.609) + (1.076) + (5.839) + (1.431)$
 $= 16.7500$
- 4) F = $A(K1) + A(O1) / A(M2) + A(S2)$
 $= 2.402 + 1.609 / 5.839 + 4.624$
 $= 0.309$

Hasil dari perhitungan elevasi muka air selanjutnya disajikan dalam Tabel 4, yang menunjukkan elevasi muka air berdasarkan referensi Peil dan referensi LLWL di lokasi studi.

Tabel 4. Elevasi Muka Air Laut

Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
MANADO	HHWL	1.68	3.08
	MHWS	1.16	2.56
	MHWL	0.49	1.89
	MSL	0.00	1.40
	MLWL	-0.46	0.94
	MLWS	-1.07	0.33
	LLWL	-1.40	0.00
Tunggang Pasang Surut		3.08	
Amplitudo		Least Square	
S0		0.00	
M2		5.84	
S2		4.62	
N2		0.83	
K1		2.40	
O1		1.61	
M4		0.01	
MS4		0.00	

Tabel 5. Penentuan Tipe Pasang Surut

K2	1.43
P1	1.08
Bilangan Formzahl	0.383
$F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)$	
Tipe Pasang Surut	Campuran, condong ke semi diurnal

Berdasarkan nilai amplitudo dan perhitungan bilangan Formzahl, diketahui bahwa nilai F sebesar 0,383, sehingga tipe pasang surut di lokasi pengamatan tergolong campuran dengan kecenderungan semi-diurnal (semi harian).

3.4 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya di Pantai Karang Ria dan Sindulang

Lokasi penelitian di Pantai Karang Ria Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara, berdekatan dengan lokasi penelitian terdahulu yaitu di pantai sindulang kota Manado, salah satu penelitian yang dilakukan oleh Agitha Kurniawan (2019) membahas tentang Analisis Data Pasang Surut di Pantai Sindulang Kota Manado. Penelitian ini menggunakan metode Admiralty dan data pasang surut agar mendapatkan nilai komponen harmonik serta agar mengetahui tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Sindulang Kota Manado. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis pasang surut yang dilakukan mendapatkan tipe pasang surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*) dengan nilai $F = 0.180 < 0.25$. Elevasi muka air laut tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 260 cm (+129 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut terendah terjadi sebesar 1cm (-130 cm dari MSL). Sedangkan pada penelitian di Pantai karang ria menggunakan metode least square memperoleh 10 komponen harmonik yaitu So (-0.002), M2 (5.839), S2 (4.624), N2 (0,829), K1 (2.402), M4 (0.012), O1 (1.609) , P1(1.076), K2 (1.431), dan MS4 (0.004) berupa nilai amplitudo dan fase dan nilai elevasi muka air dengan nilai MSL adalah -0.0021. Nilai HHWL adalah 16.7500, Nilai LLWL -14.0351. Sedangkan Nilai F dalam penelitian ini yaitu 0.383 dimana hal ini memenuhi klarifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa Pantai Karang Ria Kota Manado memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Selain itu, hasil analisis elevasi muka air menunjukkan nilai-nilai sebagai berikut pada lokasi Pantai Karang Ria, Kota Manado: HHWL (*Highest High Water Level*) sebesar 1,68 m

berdasarkan referensi Peil dan 3,08 m berdasarkan referensi LLWL (*Lowest Low Water Level*); MHWS (*Mean High Water Spring*) sebesar 1,16 m dan 2,56 m; MHWL (*Mean High Water Level*) sebesar 0,49 m dan 1,89 m; MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 0,00 m dan 1,40 m; MLWL (*Mean Low Water Level*) sebesar -0,46 m dan 0,94 m; MLWS (*Mean Low Water Spring*) sebesar -1,07 m dan 0,33 m; serta LLWL sebesar -1,40 m dan 0,00 m. Berdasarkan data tersebut, nilai tunggang pasang surut di lokasi penelitian adalah sebesar 3,08 meter.

Selanjutnya, nilai *Formzahl* (F) yang diperoleh dari hasil analisis adalah sebesar 0,383. Nilai ini berada pada rentang $0,25 < F < 1,5$ yang mengindikasikan bahwa tipe pasang surut di wilayah Pantai Karang Ria, Kota Manado adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

4.2 Saran

Hasil analisis pasang surut yang diperoleh melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap program-program pemerintah, khususnya dalam perencanaan kegiatan reklamasi dan pengembangan wilayah pesisir di daerah Pantai Sindulang. Untuk mendukung analisis yang lebih akurat dan representatif di masa yang akan datang, disarankan agar dilakukan pengumpulan data pasang surut melalui pengukuran langsung di lokasi penelitian dengan durasi pengamatan yang lebih panjang dan resolusi waktu yang lebih tinggi.

Referensi

- Bachmid, M., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2018). Analisis pasang surut di pantai moinit pada daerah pltu amurang kabupaten minahasa selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 6(4), 225-234.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). Data pasang surut bulan Oktober 2018. <https://srgi.big.go.id/tides>
- Korto, J., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisis pasang surut di pantai nuangan (desa iyok) boltim dengan metode admiralty. *Jurnal Sipil Statik*, 3(6), 391-402.
- Kurniawan, A. P., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2019). Analisis data pasang surut di pantai Sindulang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(5), 567-574.
- Setia, V., Fadly, R., & Zakaria, A. (2024). 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), 32-41.
- Setyowati, R. W. W., & Zahrina, N. (2024). 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*, 6(1), 15-22.
- Zahro, A. A., & Zahrina, N. (2024). 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*, 6(1), 7-14.
- Zakaria, A. (2009). Program Interaktif berbasis Web untuk Menghitung Panjang Gelombang dan Pasang Surut. *Bandar Lampung: Magister Teknik Sipil Universitas Lampung*.
- 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.