



## Analisis Data Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Di Pantai Batu Putih Kecamatan Ranowulu

Jonathan I. Tanamal<sup>#a</sup>, Muhammad I. Jasin<sup>#b</sup>, Cindy J. Supit<sup>#c</sup>,  
Arthur H. Thambas<sup>#d</sup>, Ariestides K. T. Dundu<sup>#e</sup>, Jeffry D. Mamoto<sup>#f</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>jonathantanamal021@student.unsrat.ac.id, <sup>b</sup>sanyjasin02@yahoo.com, <sup>c</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id,

<sup>d</sup>arthur.thambas@unsrat.ac.id, <sup>e</sup>torry@unsrat.ac.id, <sup>f</sup>jeffrymamoto@unsrat.ac.id

### Abstrak

Permukaan air laut yang berbatasan dengan pantai tidak pernah memiliki nilai ketinggian yang tetap melainkan bergerak naik turun dengan periode siklus yang berbeda. Hal ini disebabkan pengaruh gaya tarik benda-benda langit terutama gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi. Meskipun massa matahari jauh lebih besar dari massa bulan, namun gaya pembangkit yang dihasilkan bulan jauh lebih besar, yakni sebesar 53% dari total gaya keseluruhan sebagai akibat jaraknya yang lebih dekat. Faktor non astronomi seperti bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan juga menentukan jenis pasang surut disuatu perairan. Secara administratif daerah pantai Batu Putih berada pada koordinat 1°34'29.1" N - 125°09'42.5" E, dengan Kecamatan Ranowulu. Keterbatasan informasi terkait pasang surut di perairan Batu Putih dapat dipenuhi menggunakan metode least square dalam hal penentuan karakteristik pasang surut seperti mencari tipe pasang surut, elevasi muka air laut dan peramalan pasang surut yang ada di sekitar perairan Ranowulu. Penelitian ini menggunakan data pasang surut selama 15 hari yaitu pada bulan Mei tahun 2025 dari website Badan Informasi Geospasial. Dengan menguraikan 10 komponen harmonik pasang surut menggunakan program MOD-LSQ (metode least square) akan di dapat amplitudo, elevasi muka air laut dan mencari bilangan formzahl untuk menentukan tipe pasang surut. Hasil penelitian mendapatkan elevasi muka air dengan nilai HHWL (11.60), MHWS (8.60), MHWL (3.54), MSL (0.0032), MLWL (-3.46), MLWS (-7.00), LLWL (-12.50). Nilai F dalam penelitian ini yaitu 0,123 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut  $F \leq 0.25$  yang menunjukkan bahwa Pantai Batut Putih memiliki tipe pasang surut Pasang harian ganda (semi diurnal). Yakni 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 jam24 menit.

*Kata kunci: pasang surut, Perairan Batu Putih, Metode Least Square*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Utara adalah salah satu provinsi yang memiliki beberapa kawasan pantai yang dimanfaatkan manusia untuk kegiatan kehidupannya. Di kawasan pantai terjadi peristiwa-peristiwa alam, pasang surut air laut salah satunya, pasang surut yang merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.

Pantai adalah daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Indonesia yang merupakan negara kepulauan memiliki banyak daerah pantai. Oleh karena itu pantai di indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang sangat intensif

dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pemukiman, pelabuhan, dan juga sebagai tempat wisata. Akibat peningkatan pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia diiringi oleh timbulnya masalah- masalah yang terjadi di daerah pantai, salah satu contoh erosi yang disebabkan oleh gelombang yang dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai sehingga berdampak bagi kawasan pemukiman di pesisir pantai. Gelombang laut yang cukup besar terjadi pada pantai yang terletak di batu putih kecamatan ranowulu. Apabila deretan gelombang bergerak menuju pantai secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk gelombang yang disebabkan oleh transformasi gelombang. Penelitian terdahulu menggunakan berbagai macam metode dalam menganalisis data pasang surut. Metode Admiralty dan metode Least Square merupakan metode yang umum digunakan untuk menganalisa dan memprediksi elevasi pasang surut laut.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana uji hasil analisis data dan prediksi pasang surut dengan menggunakan metode Least Square di wilayah tersebut?
2. Bagaimana menentukan elevasi muka air laut yang terjadi di Pantai Batu Putih Kecamatan Ranowulu, agar dapat di gunakan dalam perencanaan daerah pantai?
3. Memprediksi keakuratan model pasang surut yang dihasilkan dengan menggunakan metode Least Square dibandingkan dengan data observasi?

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang ditinjau, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan adalah jenis pasang surut yang terjadi di pantai Batu Putih
2. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut
3. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode Least square.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis Pasang Surut di Pantai Batu Putih berdasarkan data pengamatan yang tersedia.
2. Menentukan tipe Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Sebagai data alternatif dalam meningkatkan keberlanjutan pembangunan infrastruktur diwilayah Pantai Batu Putih.
2. Bagi Penelitian lain: Menjadi referensi bagi pengembangan penelitian di bidang Teknik pantai khususnya dalam menganalisis pasang surut suatu perairan menggunakan metode Least Square.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di pantai Batu Putih, Kecamatan Ranowulu, Bitung, Provinsi Sulawesi Utara secara geografis berada 1°34'29.1" N - 125°09'42.5" E.

### 2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diambil dari beberapa website, ataupun dengan menggunakan *software*. Data yang digunakan dalam studi ini meliputi:

- Data Pasang Surut, dari website SRGI ( Sistem Referensi Geospasial Indonesia)
- Peta lokasi / satelit, dari software Microsoft Excel, Microsoft Word & Google Earth
- Program MOD-LSQ dan Notepad.

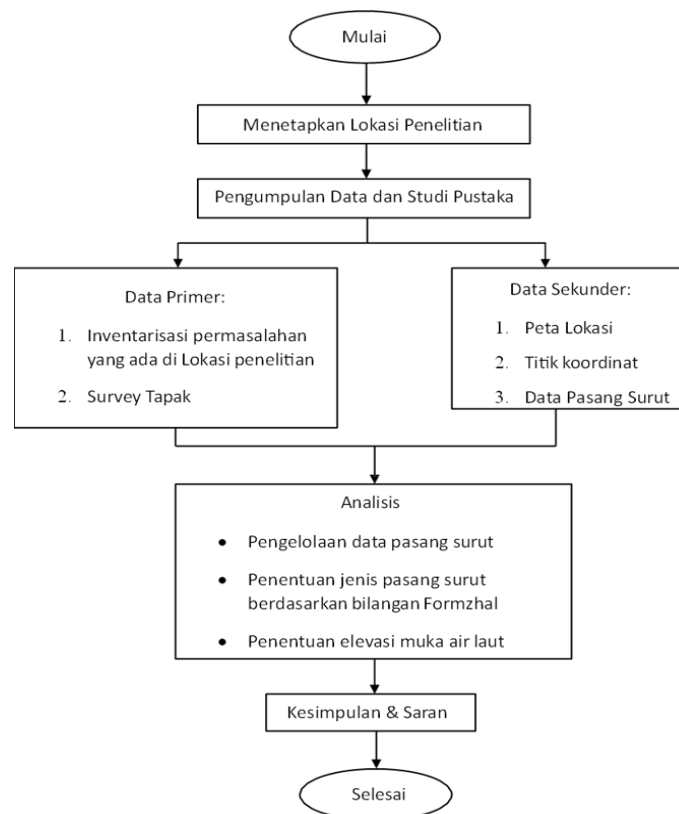
### 2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dikerjakan menurut alur pada Gambar 2.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Data Pasang Surut

Hasil pengukuran pasang surut, pengukuran pasang surut menggunakan program MOD-LSQ, komponen pasang surut dan elevasi muka air ditunjukkan pada Tabel 1 sd. Tabel 4.



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

**Tabel 1.** Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut

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
08/05/2025	-1,96	-3,00	-3,20	-2,50	-1,10	0,63	2,23	3,23	3,36	2,53	0,93	-1,04	-2,87	-4,08	-4,32	-3,47	-1,72	0,54	2,76	4,40	5,03	4,50	2,93	0,70
09/05/2025	-1,64	-3,50	4,45	-4,25	-2,99	-1,02	1,13	2,85	3,70	3,41	2,07	0,03	-2,17	-3,91	-4,69	-4,23	-2,60	-0,15	2,54	4,80	6,06	5,98	4,57	2,14
10/05/2025	-0,73	-3,34	-5,09	-5,57	-4,72	-2,80	-0,35	1,96	3,50	3,88	2,99	1,10	-1,27	-3,43	-4,75	-4,80	-3,48	-1,05	1,92	4,71	6,63	7,17	6,15	3,81
11/05/2025	0,67	-2,54	-5,06	-6,32	-6,09	-4,50	-2,02	0,66	2,81	3,87	3,58	2,05	-0,27	-2,69	-4,50	-5,11	-4,26	-2,08	0,95	4,13	6,65	7,88	7,48	5,50
12/05/2025	2,38	-1,17	4,32	-6,38	-6,91	-5,89	-3,67	-0,88	1,70	3,39	3,76	2,75	0,69	-1,79	-3,95	-5,10	-4,84	-3,10	-0,24	3,09	6,09	8,00	8,33	6,96
13/05/2025	4,17	0,59	-2,96	-5,69	-7,03	-6,75	-5,05	-2,44	0,31	2,47	3,48	3,10	1,49	-0,83	-3,16	-4,76	-5,10	-3,95	-1,49	1,75	5,00	7,48	8,57	7,96
14/05/2025	5,77	2,48	-1,17	-4,36	-6,42	-6,95	-5,95	-3,81	-1,16	1,24	2,76	3,02	1,99	0,04	-2,23	-4,11	-4,97	-4,46	-2,58	0,31	3,56	6,39	8,13	8,34
15/05/2025	6,93	4,21	0,79	-2,57	-5,15	-6,43	-6,25	4,77	-2,51	-0,14	1,69	2,50	2,11	0,68	-1,31	-3,23	-4,47	-4,55	-3,33	-0,99	1,98	4,90	7,10	8,04
16/05/2025	7,48	5,54	2,64	-0,58	-3,41	-5,29	-5,89	-5,20	-3,56	-1,48	0,42	1,61	1,81	1,00	-0,52	-2,26	-3,66	-4,21	-3,64	-1,98	0,49	3,22	5,61	7,10
17/05/2025	7,34	6,26	4,11	1,34	-1,44	-3,67	-4,92	-5,04	-4,14	-2,60	-0,90	0,47	1,14	0,96	0,03	-1,32	-2,63	-3,46	-3,46	-2,51	-0,73	1,55	3,83	5,61
18/05/2025	6,50	6,27	4,99	2,92	0,50	-1,77	-3,45	4,28	-4,19	-3,34	-2,07	-0,77	0,19	0,57	0,29	-0,49	-1,49	-2,36	-2,77	-2,49	-1,49	0,10	1,97	3,72
19/05/2025	4,99	5,50	5,11	3,92	2,15	0,16	-1,66	-2,99	-3,64	-3,58	-2,93	-1,95	-0,92	-0,13	0,23	0,14	-0,34	-1,00	-1,58	-1,84	-1,63	-0,89	0,26	1,64
20/05/2025	2,95	3,92	4,34	4,09	3,20	1,82	0,21	-1,34	-2,55	-3,25	-3,35	-2,90	-2,07	-1,08	-0,17	0,45	0,68	0,52	0,06	-0,51	-0,98	-1,17	-0,96	-0,33
21/05/2025	0,62	1,69	2,65	3,26	3,36	2,87	1,84	0,45	-1,04	-2,34	-3,21	-3,48	-3,10	-2,18	-0,94	0,34	1,37	1,95	1,95	1,41	0,51	-0,50	-1,33	-1,73
22/05/2025	-1,58	-0,88	0,22	1,43	2,45	2,98	2,85	2,02	0,65	-0,98	-2,49	-3,53	-3,84	-3,31	-2,04	-0,30	1,50	2,97	3,75	3,66	2,74	1,20	-0,56	-2,12

**Tabel 2.** Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square

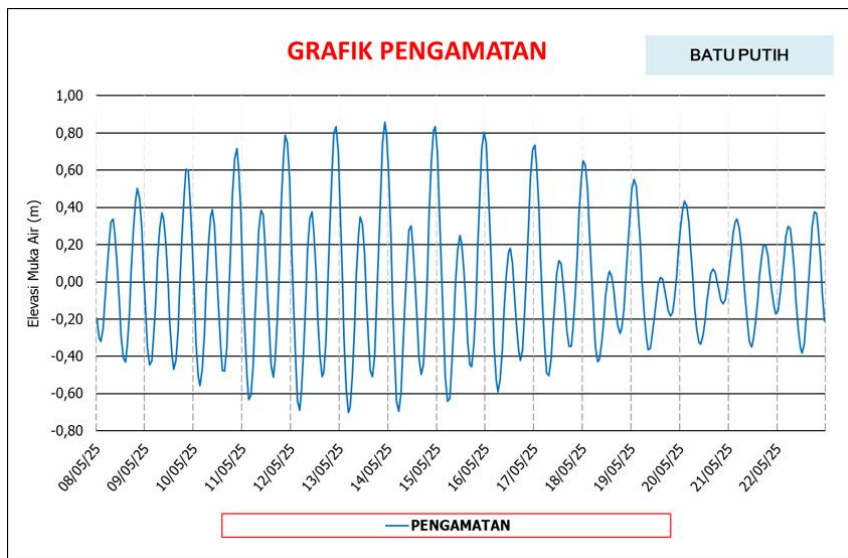
T/J	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
08/05/2025	-1,96	-3,00	-3,20	-2,50	-1,10	0,63	2,23	3,23	3,36	2,53	0,93	-1,04	-2,87	-4,08	-4,32	-3,47	-1,72	0,54	2,76	4,40	5,03	4,50	2,93	0,70
09/05/2025	-1,64	-3,50	4,45	-4,25	-2,99	-1,02	1,13	2,85	3,70	3,41	2,07	0,03	-2,17	-3,91	-4,69	-4,23	-2,60	-0,15	2,54	4,80	6,06	5,98	4,57	2,14
10/05/2025	-0,73	-3,34	-5,09	-5,57	-4,72	-2,80	-0,35	1,96	3,50	3,88	2,99	1,10	-1,27	-3,43	-4,75	-4,80	-3,48	-1,05	1,92	4,71	6,63	7,17	6,15	3,81
11/05/2025	0,67	-2,54	-5,06	-6,32	-6,09	-4,50	-2,02	0,66	2,81	3,87	3,58	2,05	-0,27	-2,69	-4,50	-5,11	-4,26	-2,08	0,95	4,13	6,65	7,88	7,48	5,50
12/05/2025	2,38	-1,17	4,32	-6,38	-6,91	-5,89	-3,67	-0,88	1,70	3,39	3,76	2,75	0,69	-1,79	-3,95	-5,10	-4,84	-3,10	-0,24	3,09	6,09	8,00	8,33	6,96
13/05/2025	4,17	0,59	-2,96	-5,69	-7,03	-6,75	-5,05	-2,44	0,31	2,47	3,48	3,10	1,49	-0,83	-3,16	-4,76	-5,10	-3,95	-1,49	1,75	5,00	7,48	8,57	7,96
14/05/2025	5,77	2,48	-1,17	-4,36	-6,42	-6,95	-5,95	-3,81	-1,16	1,24	2,76	3,02	1,99	0,04	-2,23	-4,11	-4,97	-4,46	-2,58	0,31	3,56	6,39	8,13	8,34
15/05/2025	6,93	4,21	0,79	-2,57	-5,15	-6,43	-6,25	4,77	-2,51	-0,14	1,69	2,50	2,11	0,68	-1,31	-3,23	-4,47	-4,55	-3,33	-0,99	1,98	4,90	7,10	8,04
16/05/2025	7,48	5,54	2,64	-0,58	-3,41	-5,29	-5,89	-5,20	-3,56	-1,48	0,42	1,61	1,81	1,00	-0,52	-2,26	-3,66	-4,21	-3,64	-1,98	0,49	3,22	5,61	7,10
17/05/2025	7,34	6,26	4,11	1,34	-1,44	-3,67	-4,92	-5,04	-4,14	-2,60	-0,90	0,47	1,14	0,96	0,03	-1,32	-2,63	-3,46	-3,46	-2,51	-0,73	1,55	3,83	5,61
18/05/2025	6,50	6,27	4,99	2,92	0,50	-1,77	-3,45	4,28	-4,19	-3,34	-2,07	-0,77	0,19	0,57	0,29	-0,49	-1,49	-2,36	-2,77	-2,49	-1,49	0,10	1,97	3,72
19/05/2025	4,99	5,50	5,11	3,92	2,15	0,16	-1,66	-2,99	-3,64	-3,58	-2,93	-1,95	-0,92	-0,13	0,23	0,14	-0,34	-1,00	-1,58	-1,84	-1,63	-0,89	0,26	1,64
20/05/2025	2,95	3,92	4,34	4,09	3,20	1,82	0,21	-1,34	-2,55	-3,25	-3,35	-2,90	-2,07	-1,08	-0,17	0,45	0,68	0,52	0,06	-0,51	-0,98	-1,17	-0,96	-0,33
21/05/2025	0,62	1,69	2,65	3,26	3,36	2,87	1,84	0,45	-1,04	-2,34	-3,21	-3,48	-3,10	-2,18	-0,94	0,34	1,37	1,95	1,95	1,41	0,51	-0,50	-1,33	-1,73
22/05/2025	-1,58	-0,88	0,22	1,43	2,45	2,98	2,85	2,02	0,65	-0,98	-2,49	-3,53	-3,84	-3,31	-2,04	-0,30	1,50	2,97	3,75	3,66	2,74	1,20	-0,56	-2,12

**Tabel 3.** Konstantan Harmoik Pasang Surut

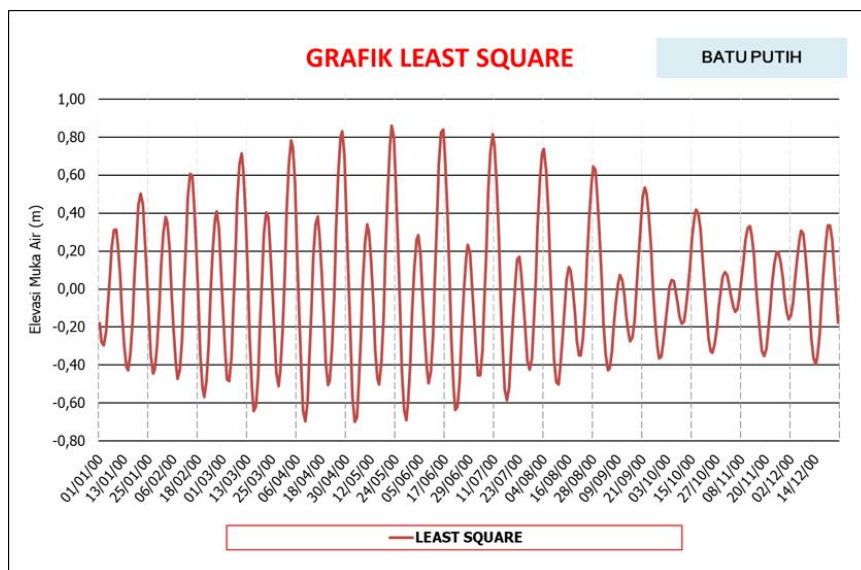
Konstanta	Satuan	Beda Fasa
So	0,003	dm
M2	4,076	dm
S2	3,179	dm
N2	0,582	dm
K1	0,312	dm
M4	0,003	dm
O1	1,185	dm
P1	1,879	dm
K2	2,148	dm
MS4	0,002	dm

**Tabel 4.** Penguraian Tipe Pasang Surut

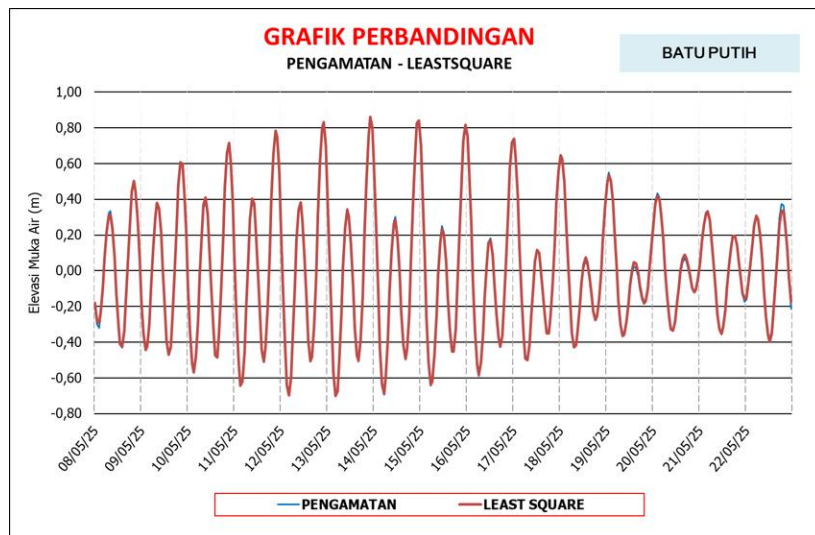
Lokasi	Elevasi Muka Air	Least Square	
		Ref. Peil (m)	Ref. LLWL (m)
<b>BATU PUTIH</b>	HHWL	0,00	1,25
	MHWS	0,86	2,11
	MHWL	0,35	1,60
	MSL	0,00	1,25
	MLWL	-0,35	0,90
	MLWS	-0,70	0,55
	LLWL	-1,25	0,00
<b>Tanggung Pasang Surut</b>		<b>1,25</b>	
<b>Konstanta</b>		<b>Least Square</b>	
	<b>S0</b>		0,00
	<b>M2</b>		4,08
	<b>S2</b>		3,18
	<b>N2</b>		0,58
	<b>K1</b>		0,31
	<b>O1</b>		1,19
	<b>M4</b>		0,00
	<b>MS4</b>		0,00
	<b>K2</b>		2,15
	<b>P1</b>		1,88
<b>Bilangan Formzal</b>		<b>0,206</b>	
<b>F=(AO1+AK1)/(AM2+AS2)</b>		<b>0,123</b>	
<b>Tipe Pasang Surut</b>		<b>Pasang harian ganda (semi diurnal)</b>	



**Gambar 2.** Grafik Pengamatan



**Gambar 3.** Grafik Least Square



Gambar 3. Grafik Perbandingan

### 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 5. Penguraian Konstanta Pasang Surut

Konstanta	Satuan	Beda Fasa
So	0,003	dm
M2	4,076	dm
S2	3,179	dm
N2	0,582	dm
K1	0,312	dm
M4	0,003	dm
O1	1,185	dm
P1	1,879	dm
K2	2,148	dm
MS4	0,002	dm

- 1) MSL =  $A(So)$   
= **0.003**
- 2) LLWL =  $MSL - (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$   
=  $0.0032 - (3.179) + (0.312) + (1.185) + (1.879) + (4.076) + (2.148)$   
= **-12.5035**
- 3) HHWL =  $MSL + (A(S2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(M2) + A(K2))$   
=  $0.0032 + (3.179) + (0.312) + (1.185) + (1.879) + (4.076) + (2.148)$   
= **11.601**
- 4) F =  $A(K1) + A(O1) / A(M2) + A(S2)$   
=  $0.312 + 1.185 / 4.076 + 3.179$   
= **0,123**

### 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 :

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

$$\begin{aligned}
 F &= A(K1) + A(O1) / A(M2) + A(S2) \\
 &= 0.312 + 1.185 / 4.076 + 3.179 \\
 &= 0,123
 \end{aligned}$$

Jenis pasut, Pasang Harian Ganda (semidiurnal).

**Tabel 6.** Jenis Pasang Surut

FORMZAL	TIPE PASUT	DESKRIPSI
$F \leq 0.25$	Pasang harian ganda (semi diurnal)	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian yang hampir sama dan terjadi berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.
$F > 0.25 < 1.5$	Campuran, condong ke semi diurnal	Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian 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 0,081 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut  $F \leq 0.25$  yang menunjukkan bahwa wilayah pantai Tanjung Labuo memiliki tipe pasang surut Pasang harian ganda (semi diurnal) 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 Batu Putih, Kecamatan Ranowulu, Bitung, Provinsi Sulawesi Utara, tepatnya pada titik koordinat  $1^{\circ}34'29.1''$  N -  $125^{\circ}09'42.5''$  E., menggunakan metode Least Square mendapatkan 10 komponen harmonik yaitu  $S_0$  (0.003),  $M_2$  (4.076),  $S_2$  (3.179),  $N_2$  (0.582),  $K_1$  (0.312),  $M_4$  (0.003),  $O_1$  (1.185),  $P_1$  (1.879),  $K_2$  (2.148), dan  $MS_4$  (0.002) berupa nilai amplitudo dan fase, dan nilai elevasi muka air. HHWL (11.60), MHWS (8.60), MHWL (3.54), MSL (0.0032), MLWL (-3.46), MLWS (-7.00),  $x^2$  ini yaitu 0,081 dimana hal ini memenuhi klasifikasi pasang surut  $F \leq 0.25$  yang menunjukkan bahwa Pantai Batu Putih memiliki tipe pasang surut Pasang harian ganda (semi diurnal). Yakni 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.

##### 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

- Ali, M., Mihardja D.K., dan Hadi, S., 1994. Pasang Surut Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- 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.
- Solihuddin, T. (2011). Karakteristik pantai dan proses abrasi di pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 13(2).
- Sutikno, 1993. Karakteristik Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. DIKLAT PU WIL III. Dirjen Pengairan Departemen PU. Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. DIKLAT PU WIL III. Dirjen

Pengairan 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.

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.

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