

ANALISIS PERBANDINGAN HASIL PENGOLAHAN DATA PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* DAN *ADMIRALTY* DI PELABUHAN BAKAUHENI LAMPUNG

Vika Setia Putri¹, Ahmad Zakaria² Romi Fadly³

^{1,2,3}Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145,
Telepon (0724) 704947 Faksimile (0721) 704947

³Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT – UNILA
vikaputri1206@gmail.com

(Diterima 28 Juni 2024, Disetujui 24 Desember 2024)

Abstrak

Pelabuhan Bakauheni merupakan pintu gerbang antar pulau Sumatra dengan pulau Jawa. Kondisi yang mempengaruhi operasional pelabuhan salah satunya ialah pasang surut, keterbatasan informasi terkait pasang surut pada Pelabuhan Bakauheni dapat dipenuhi menggunakan metode *least square* dan *admiralty* dalam hal penentuan karakteristik pasang surut seperti mencari tipe pasang surut, elevasi muka air laut dan peramalan pasang surut yang ada di sekitar perairan Pelabuhan Bakauheni. Penelitian ini menggunakan data pasang surut selama 3 bulan masing – masing tahun (2016-2019) dari website Pushidrosal Stasiun Bakauheni. Dengan menguraikan 9 komponen pasang surut menggunakan program anfor (metode *least square*) dan program *admiralty* (metode *admiralty*) akan di dapat amplitudo, mencari perhitungan bilangan *formzahl* untuk menentukan tipe pasang surut, menggunakan program Rampas (metode *least square*) untuk mencari elevasi peramalan. Hasil penelitian menyatakan bahwa pada metode *least square* dan *admiralty* memiliki tipe pasang surut yaitu campuran condong ke harian ganda dalam penentuan tipe pasang surut metode *Admiralty* lebih akurat untuk data pendek, sedangkan metode *Least Square* lebih akurat untuk data panjang. Nilai MSL pada metode *least square* dan *admiralty* adalah 287,2 cm. Nilai HHWL pada metode *least square* dan *admiralty* sebesar 475,8 cm dan 400,6 cm. Nilai LLWL pada metode *least square* dan *admiralty* sebesar 98,5 cm dan 173,6 cm. Peramalan di tahun 2017 sangat baik sementara peramalan di tahun 2018 dan 2019 hasilnya kurang baik ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang kuat antara data pengamatan dan peramalannya.

Kata kunci: Metode *Admiralty*, Metode *Least square* dan Pelabuhan Bakauheni

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Pelabuhan adalah suatu kawasan tertentu di darat atau perairan yang berfungsi sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan usaha serta sebagai tempat berlabuhnya kapal, menaikkan dan menurunkan penumpang, atau memuat dan membongkar muatan. Pelabuhan Bakauheni memiliki perairan yang sering terjadinya pasang surut air laut. Pasang surut air laut ini sangat berpengaruh dalam operasional penyeberangan pelabuhan [1–3].

Pasang surut menjadi faktor yang sangat menentukan pada dinamika yang terjadi di pesisir terutama di area pelabuhan, baik alur masuk pelabuhan, area lego jangkar maupun

tempat sandar [4,5]. Proses terjadinya pasang surut digunakan sebagai analisis dan pertimbangan pada perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan pelayaran [6]. Proses pasang surut juga digunakan dalam penentuan karakteristik pasang surut dan *chart datum* yaitu dengan melakukan analisis harmonik pasang surut [7]. Dalam penelitian ini menggunakan data pengamatan pasang surut selama 4 tahun di Pelabuhan Bakauheni dengan pengolahan data menggunakan metode *Least Square* dan metode *Admiralty* untuk mengetahui hasil tipe pasang surut, nilai *elevasi* muka air laut serta mencari peramalan setiap per tahun di Pelabuhan Bakauheni, Lampung.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tujuan, yakni sebagai berikut:

1. Membandingkan hasil tipe pasang surut dari metode *Least Square* dan metode *Admiralty* di perairan Pelabuhan Bakauheni.
2. Membandingkan nilai *elevasi* muka air laut (HHWL dan LLWL) pada metode *Least Square* dan metode *Admiralty* di perairan Pelabuhan Bakauheni.
3. Mengetahui hasil peramalan pasang surut di Pelabuhan Bakauheni.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pasang Surut Laut

Istilah pasang surut dikaitkan dengan proses naik turunnya paras laut secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik bulan dan matahari, dan menimbulkan gelombang laut [8]. Pengamatan pasang surut sangat penting untuk navigasi pantai karena pasang surut dapat mengubah kedalaman air dan menyebabkan arus pusaran yang dikenal sebagai arus pasang [9]. Periode pasang surut adalah waktu dari puncak atau lembah gelombang ke lembah gelombang berikutnya. Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Puncak gelombang disebut pasang tinggi dan lembah gelombang disebut surut rendah secara berurutan [10]. Harga periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit. Periode pasang surut merupakan waktu yang dibutuhkan berdasarkan posisi muka air dengan muka air rerata ke posisi yang sama. Pada perairan-perairan, terutama pada teluk-teluk atau pada selat-selat sempit, gerakan naik turun atau variasi muka air menimbulkan arus pasang surut, kemudian menyangkut massa air pada jumlah sangat besar yang arahnya kurang lebih membolak-balik [11].

2.2. Komponen Harmonik Pasang Surut

Komponen pasang surut adalah konstanta pasang surut yang terbagi menjadi 2 konstanta yaitu amplitudo dan beda fase [12]. Amplitudo

komponen harmonik pasut di perairan merupakan faktor pembangkit tenaga pasut yaitu yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , K_2 , O_1 , P_1 , Q_1 , M_f , M_m , S_{sa} , M_4 dan MS_4 . Komponen harmonik tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam tiga komponen, yaitu Tengah Harian (*semi diurnal*), harian (*diurnal*), dan periode panjang [13].

2.3. Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut suatu perairan dapat ditentukan dengan dua metode yaitu dengan melihat grafik pasang surut dan menghitung nilai bilangan *formzahl* [14]. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan *formzahl* dibagi menjadi empat:

1. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) yaitu dalam satu hari terdapat satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut rerata yaitu 24 jam 50 menit.
2. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) yaitu dalam sehari terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama datang secara teratur dan berurutan. Periode pasang surut yaitu 12 jam 24 menit.
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) yaitu dalam satu hari terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut, akan tetapi periode dan tingginya berbeda.
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) yaitu pada tipe ini dalam sehari terjadi hanya satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang hanya sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode dan tinggi yang sangat berbeda.

2.4. Bilangan *formzahl*

Bilangan *formzahl* adalah pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama [15]. Hasil perhitungan bilangan *formzahl* ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan *formzahl*:

$$F = \frac{(O_1 + K_1)}{(M_2 + S_2)} \quad (1)$$

Keterangan

F = Bilangan *formzahl*.
 O_1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama dengan sebab gaya tarik bulan.
 K_1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama dengan sebab gaya tarik matahari.
 M_2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama dengan sebab gaya tarik bulan.
 S_2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama dengan sebab gaya tarik matahari.

2.5. Datum Elevasi Muka Air Laut

Datum *elevasi* muka air laut adalah kombinasi dari berbagai faktor, termasuk pasang surut, kenaikan permukaan laut, angin dan pengaturan gelombang. Datum *elevasi* muka air laut tertinggi berguna untuk perencanaan pantai, kemudian datum *elevasi* muka air laut terendah berguna untuk perencanaan pembangunan pelabuhan. Datum *elevasi* muka air dapat berubah-ubah setiap waktu [16].

Tabel 1. Datum *elevasi* muka air laut
(Sumber: [17])

Datum <i>elevasi</i> Muka Air	Keterangan
MHWL	Nilai rerata muka air laut tinggi dalam periode 18,6 tahun.
MHWS	Nilai rerata muka air laut tinggi ketika pasang surut purnama.
HHWL	Muka air laut tertinggi ketika pasang surut purnama atau bulan mati.
MSL	Nilai rerata MHWL dan MLWL.
MLWL	Nilai rerata muka air laut rendah dalam periode 18,6 tahun.
MLWS	Nilai rerata muka air laut terendah ketika pasang surut purnama.
LLWL	Muka air laut terendah ketika pasang surut.
LAT	Muka air laut terendah.

2.6. Metode *Least Square*

Metode *Least Square* merupakan metode analisis harmonik yang menguraikan gelombang pasang surut menjadi beberapa komponen harmonik pasang surut dimana ketinggian muka air yang disebabkan oleh gelombang pasang surut merupakan hasil penjumlahan dari

komponen-komponen gaya pembangkit pasang surut [18]. Metode *Least Square* menjadi salah satu metode pengolahan data pasang surut populer yang digunakan untuk analisis pasang surut air laut. Metode ini efektif digunakan untuk menghitung pasang surut karena menghasilkan sembilan komponen beserta elevasinya [19].

2.7. Metode *Admiralty*

Metode *admiralty* adalah suatu metode untuk menghitung konstanta pasut harmonik berdasarkan pengamatan pasang surut 15 dan 29 harian dengan pengamatan jam-jaman [20]. Metode ini digunakan untuk menentukan muka air laut rata-rata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya. Metode perhitungan pasang surut yang digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonik, amplitudo dan beda fase [21]. Analisis harmonik dan proses perhitungan metode *admiralty* dihitung dengan bantuan table dan skema yang dioperasikan oleh perangkat lunak *Microsoft Office Excel*. Perhitungan menggunakan *admiralty* memberikan konstanta harmonik. Kemudian akan dilanjutkan dengan analisis data menggunakan bilangan *formzahl* yaitu pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Angka hasil *formzahl* yang telah dihitung dapat menentukan tipe pasang surut pada perairan tersebut. Metode *admiralty* ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain akurasi yang baik dan bisa memakai data pengamatan pasut pada waktu-waktu yang pendek, hasilnya yaitu 9 komponen pasang surut yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , K_2 , O_1 , P_1 , M_4 dan MS_4 . Metode *admiralty* melakukan pengembangan perhitungan sistem formula proses perhitungan analisa harmonik dengan *Microsoft Office Excel*, menghasilkan nilai beberapa parameter lalu ditabelkan.

2.8. Koefisien Korelasi

Uji korelasi sendiri merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dua variabel yang di uji. Ukuran kerentanan dalam uji korelasi berkisar -1 sampai 1, jika nilai korelasi mendekati -1 atau 1 maka kedua variabel memiliki korelasi yang kuat. Sebaliknya, jika nilai korelasi mendekati 0, maka kedua variabel memiliki korelasi lemah atau tidak memiliki korelasi.

Tabel 2. Hubungan korelasi besaran mutlak
(Sumber: [22])

Nilai korelasi (r)	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat kurang baik
0,20 - 0,399	Kurang baik
0,40 - 0,599	Cukup
0,60 - 0,799	Baik
0,80 - 1,00	Sangat baik/kuat

2.9. RMSE (Root Mean Squared Error)

Root Mean Squared Error (RMSE) adalah cara untuk penilaian suatu model *regresi linear* melalui pengukuran tingkat akurasi hasil prediksi suatu model. Nilai RMSE yaitu standar deviasi dari suatu residu. Nilai RMSE dari suatu model yang paling rendah menunjukkan model yang lebih baik dari model lainnya. Rumus perhitungan RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(x - y)^2}{n}} \quad (2)$$

Keterangan:

X = Nilai ramalan pasang surut

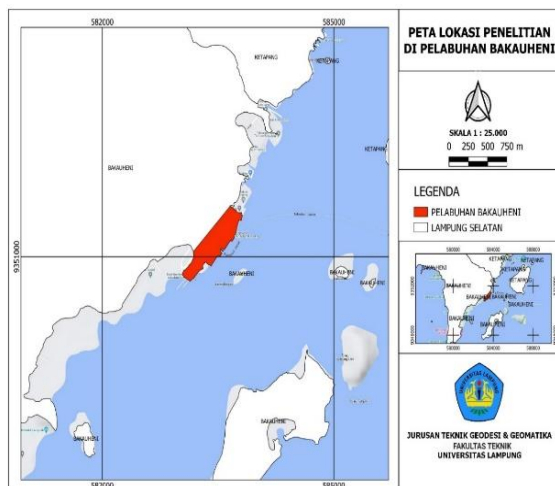
Y = Nilai observasi pasang surut

n = jumlah data

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Pelabuhan Bakauheni, Desa Bakauheni, Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3.2. Alat dan Bahan

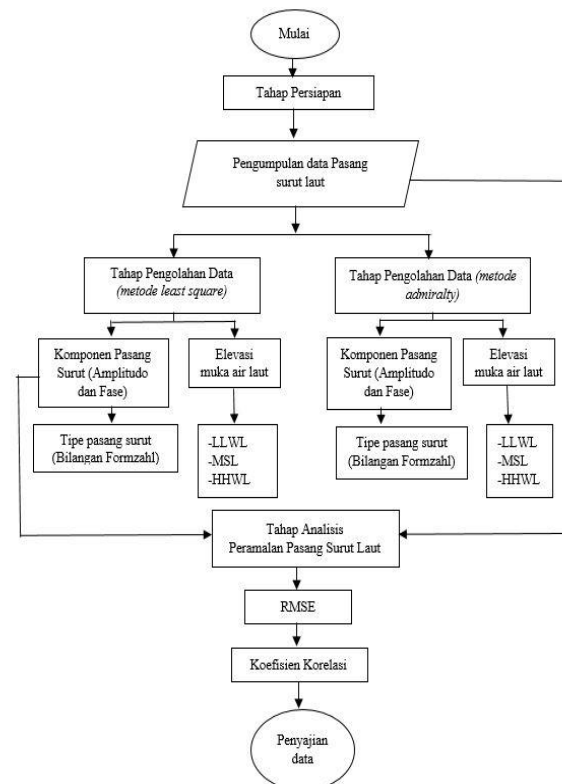
Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop
2. Mouse
3. Program ANFOR
4. Program Admiralty
5. Program Rampas
6. QGIS 3.16
7. *Software Microsoft Excel*
8. *Software Microsoft Word*
9. *Notepad*

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data pengamatan pasang surut Stasiun PUSHIDROSAL Bakauheni tahun 2016 – 2019

3.3. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data penelitian ini akan dilakukan pada beberapa proses tahapannya, yang akan dijelaskan pada diagram alir sebagai berikut;



Gambar 2. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Komponen Pasang Surut Metode *Least Square* dan *Admiralty*

Hasil dari komponen pasang surut di Stasiun Bakauheni selama 3 bulan (Maret, April,

Mei) di tahun 2016 – 2019 yang telah di uraikan menjadi 9 komponen menggunakan program ANFOR dan pengolahan *admiralty* menghasilkan nilai amplitudo dan fase. Berikut nilai komponen harmonik pasang surut terdapat 9 komponen yaitu S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 3. Nilai komponen pasang surut metode *least square*

Tahun	Bulan	K1	O1	P1	M2	S2	N2	K2	M4	MS4
2016	Maret	25,3	12,3	11,1	62,7	23,5	11,7	5,9	3,4	1,8
	April	23,5	13,5	7,1	62,6	31,1	14,4	4,4	1,8	2,2
	Mei	29,6	14,7	5,5	62,7	17,9	13,6	4,7	0,9	1,2
2017	Maret	27,1	12,8	11,9	63,8	22,6	11,04	5,7	2,04	1,6
	April	28,7	13,8	11,7	63,3	31,1	13,2	8,4	0,6	2,05
	Mei	22,4	14,3	17,9	62,03	30,4	13,5	9,6	1,6	2
2018	Maret	15,4	9,4	11,6	32,9	44,2	28,9	84	0,3	0,7
	April	53,5	6,2	36,4	7,3	91,4	28,3	77,1	0,1	1,7
	Mei	24	15,1	11,6	59,5	15	8,4	9,3	1,4	0,3
2019	Maret	68,3	8,1	65,4	45	16,3	18,6	38,2	1,3	1,7
	April	37,8	14,2	29	17,8	46,8	25,2	59	1,4	1,5
	Mei	65,4	15,5	68,5	13,4	95,6	46,7	79,8	0,3	0,7

Tabel 4. Nilai komponen pasang surut metode *admiralty*

Tahun	Bulan	K1	O1	P1	M2	S2	N2	K2	M4	MS4
2016	Maret	33,9	16,3	11,2	60,4	24	10,8	5,5	2,4	1,4
	April	25,8	17,7	8,5	60,8	24,9	11,2	5,7	2,1	1,4
	Mei	23,8	18	7,8	60,2	23,3	11,6	5,3	1,1	0,6
2017	Maret	32,8	14,8	10,8	62,3	22,3	12,8	5,1	1,7	1,8
	April	20,8	16,8	6,9	43,8	8,5	27,7	2	1,3	1
	Mei	23,1	16,4	7,6	57,2	21,2	12,3	4,9	2,2	2,6
2018	Maret	32,1	10	10,6	24,7	31,2	35,3	7,2	1,1	0,4
	April	9,1	1,3	3	20,4	6,7	3,7	1,5	1,4	0,7
	Mei	33,2	17,4	10,9	57,6	22,4	8,6	5,2	1,2	0,2
2019	Maret	20,5	9,3	6,8	47,8	17,2	17,4	4	2,4	1,4
	April	28,4	12,8	9,4	15,8	17	26,3	3,9	3,3	2
	Mei	5,7	13	1,9	9,9	19,2	58,1	4,4	0,5	0,5

Komponen pasang surut pada tahun 2016 sampai 2019 pada metode *least square* memiliki komponen amplitudo tertinggi dan terendah adalah S2 sebesar 95,6 cm dan M4 dengan nilai komponen 0,1 cm. Pada metode *admiralty* komponen amplitudo tertinggi dan terendah adalah komponen M2 sebesar 62,3 cm dan komponen M4, MS4 dengan nilai komponen 0,3 cm.

4.2. Tipe Pasang Surut Perairan Pelabuhan Bakauheni

Hasil perhitungan komponen harmonik pasang surut menggunakan rumus bilangan *formzhal* menunjukkan bahwa perairan Pelabuhan Bakauheni, Lampung memiliki tipe pasang surut yaitu pasang surut campuran condong ke harian ganda. Berikut hasil perhitungan tipe pasang surut pada tahun 2016 – 2019 ditunjukan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan *formzahl*

Tahun	Bulan	<i>Formzahl</i> (<i>least square</i>)	Tipe Pasang Surut	<i>Formzahl</i> (<i>admiralty</i>)	Tipe Pasang Surut
2016	Maret	0,437	Campuran condong ke harian Ganda	0,59	Campuran condong ke harian Ganda
	April	0,395	Campuran condong ke harian Ganda	0,508	Campuran condong ke harian Ganda
	Mei	0,549	Campuran condong ke harian Ganda	0,5	Campuran condong ke harian Ganda
2017	Maret	0,462	Campuran condong ke harian Ganda	0,56	Campuran condong ke harian Ganda
	April	0,45	Campuran condong ke harian Ganda	0,528	Campuran condong ke harian Ganda
	Mei	0,397	Campuran condong ke harian Ganda	0,502	Campuran condong ke harian Ganda
2018	Maret	0,32	Campuran condong ke harian Ganda	0,75	Campuran condong ke harian Ganda
	April	0,6	Campuran condong ke harian Ganda	1,28	Campuran condong ke harian Ganda
	Mei	0,52	Campuran condong ke harian Ganda	0,63	Campuran condong ke harian Ganda
2019	Maret	1,25	Campuran condong ke harian Ganda	0,45	Campuran condong ke harian Ganda
	April	0,8	Campuran condong ke harian Ganda	1,25	Campuran condong ke harian Ganda
	Mei	0,74	Campuran condong ke harian Ganda	0,64	Campuran condong ke harian Ganda

Tipe pasang surut di Stasiun Bakauheni menunjukkan nilai bilangan *Formzahl* pada metode *least square* memiliki rentang 0,32 sampai 1,25 nilai ini berada pada $0.25 < F \leq 1.5$ merupakan tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Pada metode *admiralty* memiliki nilai rentang 0,45 sampai 1,25 nilai ini berada pada $0.25 < F \leq 1.5$ merupakan tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Kedua metode menunjukkan hasil yang sama, dalam hal ini data yang di peroleh dari Pushidosal Stasiun Bakauheni menunjukkan hasil yang bagus dalam penentuan tipe pasang surut.

4.3. Hasil *Elevasi Muka Air Laut*

Berikut ini merupakan tabel *elevasi* muka air laut tahun 2016 sampai 2019 pada bulan Maret sampai bulan Mei.

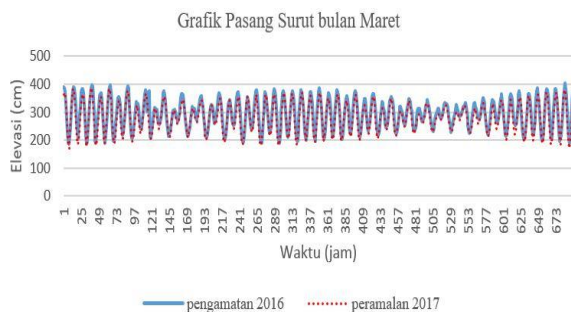
Tabel 6. *Elevasi* muka air laut perairan Pelabuhan Bakauheni

Tahun	Bulan	MSL (Cm)	HHWL (<i>Least square</i>)	HHWL (<i>Admiralty</i>)	LLWL (<i>Least square</i>)	LLWL (<i>Admiralty</i>)
2016	Maret	281	421,8	432,3	140,2	129,7
	April	282,6	424,8	426	140,4	139,2
	Mei	283,9	419	422,3	148,8	145,5
2017	Maret	293	436,9	441,1	149,1	144,9
	April	292	449	390,8	135	193,2
	Mei	283	439,6	413,4	126,4	152,6
2018	Maret	285	482,5	400,8	87,5	169,2
	April	294,7	566,6	336,7	22,8	252,7
	Mei	298	432,5	444,7	163,5	151,3
2019	Maret	292,2	533,5	397,8	50,9	186,6
	April	273,2	477,8	360,5	68,6	185,9
	Mei	287,4	625,6	341,5	-50,8	233,3

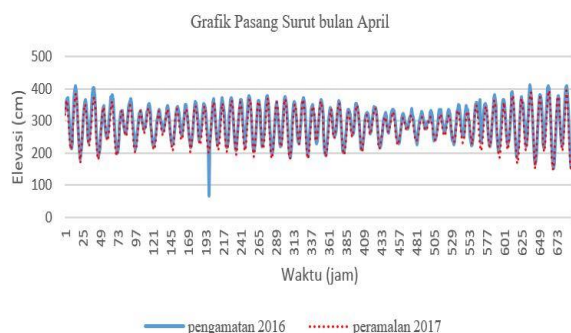
Hasil pengolahan data pengamatan pasang surut tahun 2016 sampai 2019 selama 3 bulan dari data stasiun pengamatan Pushidrosal Bakauheni nilai rata-rata MSL pada metode *least square* dan *admiralty* sebesar 287,2 cm. Nilai rata-rata keseluruhan HHWL pada metode *least square* sebesar 475,8 cm dan pada metode *admiralty* sebesar 400,6 cm. Nilai rata-rata keseluruhan LLWL pada metode *least square* sebesar 98,5 cm dan pada metode *admiralty* sebesar 173,6 cm.

4.4. Peramalan Pasang Surut di Pelabuhan Bakauheni

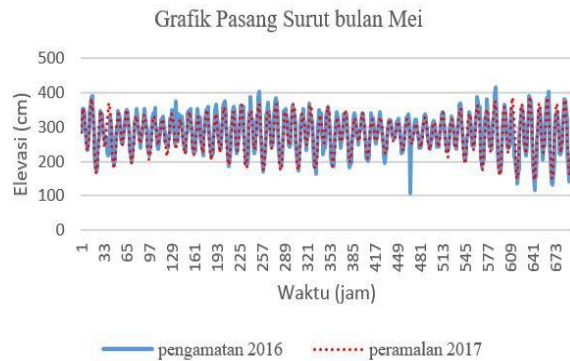
Peramalan pasang surut menggunakan data amplitudo dan fase, hasil perhitungan dilakukan di *Microsoft excel* program rampas di Pelabuhan Bakauheni, Lampung. Data yang digunakan adalah data tahun 2016, 2017, 2018 di bulan (Maret, April, Mei) dari pemodelan tersebut akan mendapatkan hasil peramalan selama 1 tahun ke depan yang ditunjukkan pada gambar grafik dibawah.



Gambar 3. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Maret tahun 2016-2017



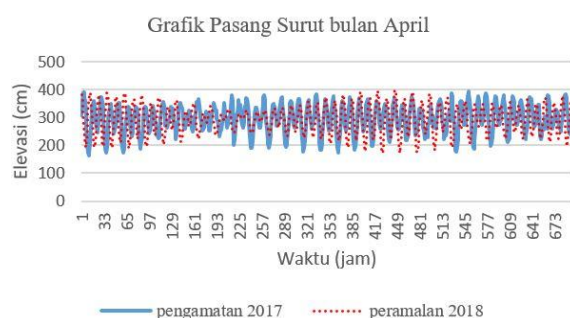
Gambar 4. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan April tahun 2016-2017



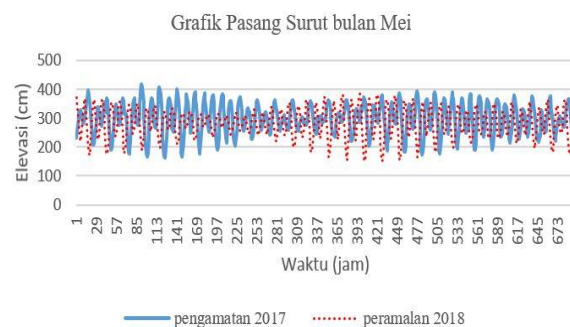
Gambar 5. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Mei tahun 2016-2017



Gambar 6. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Maret tahun 2017-2018



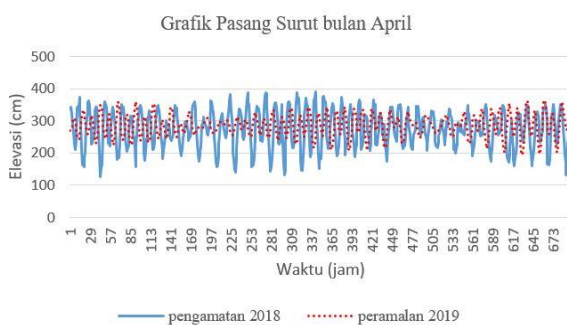
Gambar 7. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan April tahun 2017-2018



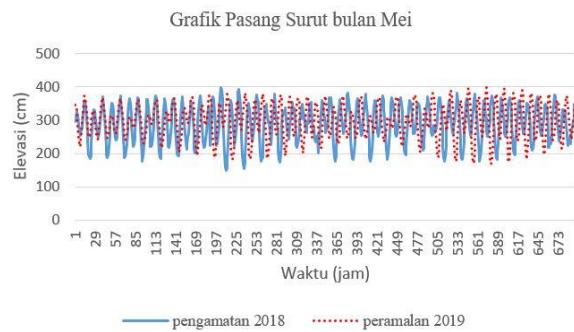
Gambar 8. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Mei tahun 2017-2018



Gambar 9. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Maret tahun 2018-2019



Gambar 10. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan April tahun 2018-2019



Gambar 11. Grafik *elevasi* pengamatan dan peramalan pasang surut bulan Mei tahun 2018-2019

Hasil peramalan pasang surut menggunakan program rampas selama 1 tahun ke depan di bulan Maret, April, Mei di Pelabuhan Bakauheni menunjukkan bahwa grafik *elevasi* peramalan di tahun 2017 mendekati data pengamatan sementara di tahun 2018 dan 2019 *elevasi* peramalan tidak mendekati data pengamatan di sebabkan grafik peramalan tidak sama dengan grafik pengamatan, adanya selisih yang sangat jauh antara *elevasi* data pengamatan dan *elevasi* peramalan. Jadi, hasil peramalan yang bagus hanya dihasilkan di tahun 2017.

4.5. Hasil Uji Koefisien dan RMSE

Hasil uji data di lakukan dengan menghitung nilai korelasi dan nilai RMSE di dapat dari data peramalan dengan data terukur. Perhitungan korelasi dan RMSE dapat dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 2** dengan bantuan *microsoft excel*, dari perhitungan yang dilakukan nilai Korelasi dan RMSE ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Nilai korelasi peramalan dan nilai RMSE

Tahun / Bulan	2017 Korelasi	2018 Korelasi	2019 Korelasi	2017 RMSE	2018 RMSE	2019 RMSE
Maret	0,981925	-0,17875	-0,27966	15,30972	63,7894	71,004
April	0,975408	-0,19205	-0,29533	15,90494	71,64656	72,23394
Mei	0,927753	0,091457	-0,25719	31,67129	95,71419	82,61098

Nilai korelasi peramalan antara *elevasi* peramalan dengan *elevasi* data terukur pada tahun 2017 sampai tahun 2019 yang mengalami perubahan signifikan ada di tahun 2018 dan 2019. Dari ke 3 tahun tersebut hanya di tahun 2017 memiliki nilai korelasi sangat baik, dan di tahun 2018 – 2019 memiliki nilai korelasi

kurang baik. Jadi nilai rata – rata korelasi dari ke 3 tahun tersebut adalah 0,2 dan berdasarkan **Tabel 2** Hubungan korelasi besaran mutlak dikatakan sangat kurang baik, maka nilai koefisien korelasi menunjukkan bahwa korelasi peramalan tidak mendekati data terukur.

Hasil nilai RMSE untuk data pasang surut menggunakan data pengukuran dan data

peramalan pada tahun 2017 sampai tahun 2019, nilai rata-rata RMSE yang besar ada di tahun 2018 dan 2019 sementara untuk data tahun 2017 nilai rata-rata RMSE hampir mendekati 0. RMSE dikatakan paling baik apabila nilai RMSE adalah 0, sedangkan nilai keseluruhan rata-rata RMSE adalah 57,8 cm dikatakan bahwa data tersebut kurang bagus digunakan dalam memprediksi pasang surut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil pengolahan data dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengolahan metode *Least Square* dan *Admiralty* pada Pelabuhan Bakauheni tergolong tipe pasang campuran condong harian ganda. Keduanya memiliki hasil yang sama dalam menentukan tipe pasang surut. Dalam penentuan tipe pasang surut metode *Admiralty* lebih akurat untuk data pendek, sedangkan metode *Least Square* lebih akurat untuk data panjang.
2. Nilai rata-rata MSL pada metode *least square* dan metode *admiralty* sebesar 287,2 cm. Nilai HHWL pada metode *least square* sebesar 475,8 cm dan pada metode *admiralty* sebesar 400,6 cm. Nilai LLWL pada metode *least square* sebesar 98,5 cm dan pada metode *admiralty* sebesar 173,6 cm.
3. Hasil pengolahan peramalan menggunakan metode *least square* menunjukkan bahwa peramalan di tahun 2017 sangat baik sementara di tahun 2018-2019 peramalannya kurang baik. Hasil pengolahan peramalan dan koefisien menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang kuat antara data pengamatan dan peramalannya.

Daftar Pustaka

- [1] Hasanudin, M., Kusmanto, E., dan Budisetyawan, W., 2016. Amplifikasi pasang surut dan dampaknya terhadap Perairan Probolinggo. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 1 (3), 69.
- [2] Sri Sugiarti, A. and Setiawan, I., 2014. Tidal Analysis at Kuala Langsa and Pusong Island Using Admiralty Method. *Annual International Conference Syiah*
- [3] Jaka Gumelar, Bandi Sasmito, F.J.A. 2016. Analisis Harmonik Dengan Menggunakan Teknik Kuadrat Terkecil Untuk Penentuan Komponen-Komponen Pasut Di Wilayah Laut Selatan Pulau Jawa Dari Satelit Altimetri Topex/Poseidon Dan Jason-1, 5.
- [4] Hersa, M.I., 2022. Analisis Gelombang Laut Pelabuhan Bakauheni Menggunakan Pemodelan Numerik Mike 21.
- [5] Sofian, M.I. and Baso, S., 2022. Design of Shipping Lanes at Tanjung Ringgit Port Palopo City, 1 (1).
- [6] Sangari, *et al.*, 2019. Planning a Beach Protection Building on the Kalinaung Beach of North Minahasa Regency. *Jurnal Sipil Statik*, 7 (8), 975–984.
- [7] Gracella, 2019. Uji kualitas hasil analisa perbandingan prediksi pasang surut metode admiralty dan metode least square, (1525038).
- [8] Yona, Defri. Sartimbul, Aida. Iranawati, Feni. Dkk, 2017. Fundamental Oseanografi. UB Press, Malang.
- [9] Arani, D., 2015. Modeling of Transport Sediment in East Pemodelan Perubahan Sedimen Di Pesisir Surabaya Using Hydro-Oceanographic Data Surabaya Timur Dengan Menggunakan Data Modelling of Transport Sediment in East Surabaya Using Hydro-Oceanographic Data. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [10] Mahbub, M., 2020. Proses dan Tipe Pasang Surut.
- [11] Marselina, 2022. Perbandingan Hasil Tangkapan Minnow Trap pada saat Pasang dan pada saat Surut di Perairan Estuaria Pulau Selayar Kabupaten Kepulauan Selayar. *Braz Dent J*.
- [12] Malo, S., Mamuaya, G., dan Rampengan, R., 2017. Konstanta pasut perairan laut di sekitar kepulauan Sangihe. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 5 (3), 38.
- [13] Zakaria, A., 2009. Program Interaktif berbasis Web untuk menghitung Panjang Gelombang dan Pasang Surut.
- [14] Dina Amalina, A., Atmodjo, W., dan Setiyo Pranowo, W., 2019. Karakteristik

- Pasang Surut di Teluk Jakarta Berdasarkan Data 253 Bulan. *Jurnal Riset Jakarta*, 12 (1), 25–36.
- [15] Fabiola, N., Muhammad, R., Jasin, I., dan Tawas, H.J., 2022. Analisis Pasang Surut Di Pantai Mahembang Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 10 (1), 63–68.
- [16] Sasongko, D. P. 2014. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*, 6(1), 1–12.
- [17] Istiarto. 2015. Analisis Harmonik Pasang Surut. *Makalah Universitas Gajah Mada*, 1(2).
- [18] Hasibuan, R.D., Surbakti, H., dan Robinson, S., 2015. Analisis pasang surut dengan menggunakan metode Least Square dan penentuan periode ulang pasang surut dengan metode Gumbel di Perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut. *Maspari Journal*, 7 (1), 35–48.
- [19] Rosida, L.A., dkk., 2022. Penerapan Metode Least Square untuk Analisis Harmonik Pasang Surut Air Laut di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *El-Jughrafiyah*, 2 (2), 67.
- [20] 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.
- [21] Tajfirooz, B., Arabsheibani, R., and Behnia, S., 2018. GIS-based seamless tide prediction framework in the Persian Gulf. *Annals of GIS*, 24 (2), 139–150.
- [22] Schober, Patrick. *et al.*, 2018. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. VU Universitas Medical Center. Amsterdam. Belanda. Volume 126.