

UJI KUALITAS HASIL ANALISA PERBANDINGAN PREDIKSI PASANG SURUT METODE ADMIRALTY DAN METODE LEAST SQUARE

Gracella (1525038)

Dosen Pembimbing I : Hery Purwanto, ST., MSc

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari Sai

Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Lowokwaru, Malang Telp.(0341) 551431

ABSTRAK

Pasang surut air laut merupakan suatu gerakan naik turunnya permukaan air secara periodik sebagai akibat dari gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Analisa pasang surut sangat diperlukan dalam penentuan posisi *chart datum* maupun prediksi muka air laut yang dapat dianalisa dengan metode metode *admiralty* dan metode *least square*. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap empat tipe pasang surut selama 15 hari. Pengolahan data analisa metode *least square* menggunakan *software* Totis dan analisa metode *admiralty* menggunakan *software microsoft excel*. Hasil analisa pasang surut metode *admiralty* dan *least square* diperoleh selisih terbesar yaitu pada komponen K1 sebesar 0.139 m dari analisa data pengamatan Pantai Rindu Alam. Sedangkan untuk selisih fase terbesar yaitu pada komponen S2 dari analisa data pengamatan Pulau Seraya Batam sebesar 345.304°. Uji hasil data prediksi masing-masing analisa dengan data pengamatan menunjukkan metode *least square* lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai RMSE metode *least square* pada empat data lebih kecil dibanding metode *admiralty*. Berdasarkan hasil uji dari kedua metode menghasilkan bahwa kelebihan dari metode *least square* yaitu lebih cepat dan mudah dalam analisa serta menghasilkan komponen pasut lebih banyak dan hasil prediksi yang lebih akurat.

Kata Kunci : *Admiralty, Least Square, Prediksi Pasang Surut, 15 hari*

ABSTRACT

Tides are a periodic rise and fall of the sea levels as a result of the attractive force between the earth, the moon and the sun. Tidal analysis is very necessary in determining chart datum positions and sea level prediction that can be analyzed by the admiralty method and the least square method. In this study, four tidal data from 15 days observation is analyzed. Tidal analysis of least square method using Totis software and admiralty method analysis using Microsoft Excel software. The results of the tide analysis from admiralty method and least square method the biggest difference K1 component of 0.139 m from the analysis of Rindu Alam Beach observation data. The biggest phase difference S2 component of the Seraya Island, Batam observation data analysis of 345,304 °. The results of the predicted data for each analysis with observational data show the least square method is better. This can be seen from the RMSE value of the least square method in four data give smaller value than the admiralty method. Based on the test results of the two methods produces that the advantages of the least square method are faster and easier to analyze and give more tidal components and more accurate prediction results.

Keywords: *Admiralty, Least Square, Tide Prediction, 15 days*

PENDAHULUAN

Pasang-surut (pasut) merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan vertikal (naik turunnya air laut secara teratur dan berulang-ulang) dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut. Gerakan tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari (Surinati, 2007).

Pengamatan pasang surut sangat dibutuhkan dalam pengamatan, analisis rekayasa dan prediksi. Data pengamatan pasang surut juga digunakan dalam penentuan karakteristik pasang surut dan *chart datum* yaitu dengan melakukan analisis harmonik pasang surut. Analisis harmonik

pasang surut dilakukan terhadap data pasang surut dengan periode waktu tertentu misal 15 atau 29 piantan. Proses analisis harmonik pasang surut menghasilkan gelombang harmonik yang dinyatakan sebagai konstanta harmonik pasang surut Perhitungan konstanta harmonik pasang surut dalam periode yang ditentukan dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya yaitu metode *admiralty* dan metode *least square*. Kedua metode perhitungan konstanta harmonik ini akan menghasilkan nilai amplitudo dan beda fase yang dapat digunakan dalam penentuan karakteristik dan prediksi pasang surut.

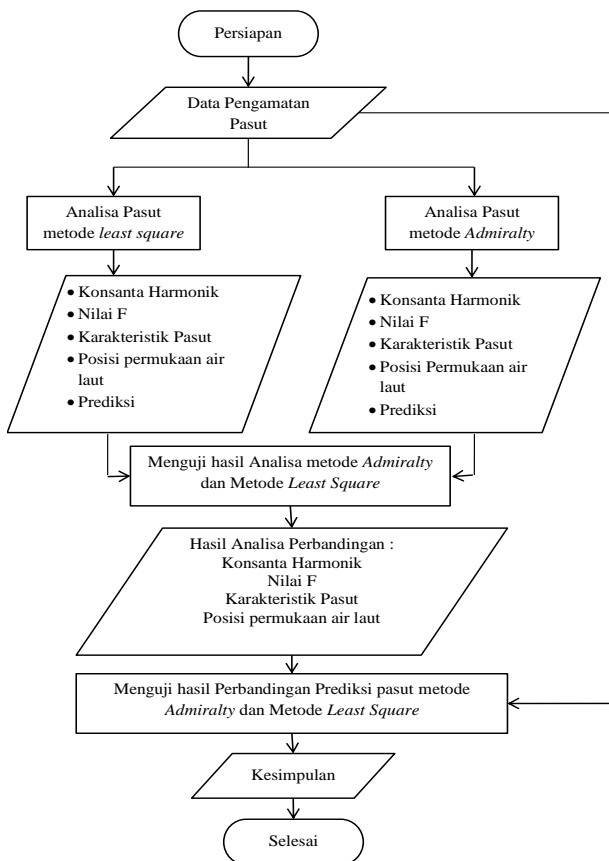
Metode perhitungan yang digunakan adalah dengan metode *least square*. Tujuan analisis dengan metode *least square* dilakukan dengan meminimalkan jumlah kuadrat residu pengamatan.

Sedangkan perhitungan metode *Admiralty* dipecahkan secara bertahap dengan menggunakan tabel-tabel skema untuk pengamatan 15 piantan dan 29 piantan menghasilkan 9 komponen pasang surut, yaitu komponen diurnal (K1, P1 dan O1), komponen semi-diurnal (M2, K2, S2 dan N2) dan komponen kuartar-diurnal (M4 dan MS4), komponen-komponen tersebut mempresentasikan jenis pasang surut.

Berdasarkan uraian di atas maka dari penelitian ini dilakukan uji hasil analisa dan prediksi dari kedua metode yang bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan dari metode *admiralty* dan metode *least square*.

METODE

Data pengamatan pasang surut yang digunakan sepanjang 15 hari mencakup 4 tipe pasang surut yaitu Tanjung Medang Provinsi Riau (26 juli – 9 agustus 2017), LOTT Brondong di Lamongan (11 april – 25 april 2017), Pantai Rindu Alam di Kalimantan Selatan (3 juni - 17 juni 2012) dan Pulau Seraya di Batam (25 januari – 8 februari 2013).



Metode *admiralty* ini dikembangkan oleh Doodson untuk menghasilkan konstanta pasang surut utama yaitu M2, S2, N2, K2, K1, P1, O1, M4 dan MS4 dengan menggunakan data pengamatan 15 atau 29 hari (Dronkers, 1964). Proses analisa data pengamatan pasang surut dengan metode *admiralty* menggunakan software *microsoft excel*.

Tahapan analisa metode *admiralty* diselesaikan dalam tabel-tabel skema yang terdiri dari beberapa tahapan pemisahan konstanta. Proses tersebut berupa perhitungan ketinggian air harian, pengelompokkan konstanta pasut ke dalam grup berdasarkan kenaikan fase harian tiap bulannya, perhitungan matrik untuk memperbesar pemisahan antara konstanta pasang surut yang berdekatan dengan menyusun kombinasi sesuai tabel konstanta pengali.

Proses analisa dengan metode *least square* menggunakan software TOTIS. Tujuan analisis dengan metode *least square* dilakukan dengan meminimalkan jumlah kuadrat residu pengamatan. Analisa dengan metode *least square* menggunakan penurunan persamaan berikut :

$$h(t_n) = S_0 + \sum_{r=1}^K R_r \cos(\omega_r t_r - \theta_r) \quad (1)$$

$h(t_n)$: Ketinggian pasang surut pada waktu tertentu (t).

S_0 : Permukaan air laut.

R_r : Amplitudo konstanta ke-n.

ω_r : Kecepatan sudut konstanta ke-n.

θ_r : Fase konstanta ke-n.

t_n : Waktu.

r : Jumlah konstanta yang dihitung.

Penentuan karakteristik pasang surut suatu perairan yaitu dengan perhitungan perbandingan antara jumlah amplitudo komponen-komponen *diurnal* K1 dan O1 dengan jumlah amplitudo* komponen-komponen *semidiurnal* M2 dan S2. Perbandingan ini dinyatakan oleh bilangan *formzal* (F) dalam hubungan sebagai berikut (Pugh. D.T, 2017):

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (2)$$

HASIL DAN ANALISA

Hasil dan Analisa Perbandingan Konstanta

Pasut

A. Konstanta Pasut Pulau Seraya Batam (Tipe *Mixed Mainly Semidiurnal*)

Hasil analisa pasang surut data pengamatan di Pulau Seraya Batam pada 25 januari - 8 februari 2013 dengan metode *admiralty* dan metode *least square* ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil konstanta pasut Pulau Seraya Batam

Konstant a pasut	Amplitudo (m)		Fase (g°)		Selisih	
	<i>least squar e</i>	<i>Admiralty</i>	<i>least squar e</i>	<i>admiralty</i>	amplitud o (m)	Fase (g°)
M2	0.759	0.754	314.6 8	295.42 3	0.005	19.259
S2	0.350	0.339	4.808	350.11 2	0.011	345.30
K1	0.324	0.315	122.0 2	105.47 2	0.009	16.549
O1	0.284	0.282	66.78 1	45.657	0.003	21.124
M4	0.024	0.025	285.1 9	251.65 2	0.000	33.547
MS4	0.040	0.033	335.4 3	300.71 3	0.006	34.714
MSF	0.057		91.72 7			

2Q1	0.033		92.79 0			
OO1	0.017		241.8 9			
MU2	0.101		106.3 3			
M3	0.012		163.1 8			
S4	0.007		56.95 9			
M6	0.007		75.40 6			
2MS6	0.016		137.5 3			
2SM6	0.011		201.7 8			
N2		0.138	272.17 2			
K2		0.092	350.11 2			
P1		0.104	105.47 2			

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai F analisa Pulau Seraya Batam

Nilai F		Selisih	Karakteristik Pasut	
<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>		<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>
0.546	0.548	0.002	<i>Mixed Mainly Semi-Diurnal</i>	<i>Mixed Mainly Semi-Diurnal</i>

Berdasarkan Tabel 1, nilai selisih terbesar yaitu pada konstanta pasut S2 sebesar 0.011 m. Pada hasil fase konstanta pasang surut metode *admiralty* dan metode *least square* diperoleh selisih terbesar pada konstanta S2 yaitu 345.304°, besar selisih ini tidak menghasilkan ketinggian air yang berbeda karena nilai amplitudo dari S2 masih menunjukkan selisih yang kecil. Hasil perhitungan nilai F pada metode *admiralty* dan metode *least square* menghasilkan nilai $0.25 < F \leq 1.5$ yang dikategorikan sebagai tipe *mixed mainly semidiurnal*.

B. Konstanta Pasut Lott Lamongan (Tipe Diurnal)

Konstanta pasang surut hasil analisa data pengamatan di Lott Lamongan pada 11 - 25 april 2017 dengan metode *admiralty* dan metode *least square* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil konstanta pasut Lott Lamongan

Konstanta pasut	Amplitudo (m)		Fase (g°)		Selisih	
	<i>Least Square</i>	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>	<i>Admiralty</i>	Amplitudo	Fase (g°)
M2	0.051	0.060	140.169	144.269	-0.010	-4.101
S2	0.055	0.047	351.380	355.566	0.008	-4.186
K1	0.402	0.501	296.236	316.355	-0.099	-20.12
O1	0.243	0.274	240.670	236.786	-0.031	-3.884
M4	0.008	0.009	166.968	168.962	0.000	1.994
MS4	0.004	0.003	73.087	52.925	0.001	20.163
MSF	0.011		29.369			
2Q1	0.030		296.031			
OO1	0.059		305.951			

MU2	0.009		177.711			
M3	0.005		92.830			
S4	0.002		44.212			
M6	0.001		287.135			
2MS6	0.002		272.167			
2SM6	0.005		355.113			
N2		0.020		103.763		
K2		0.013		355.566		
P1		0.165		316.355		

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai F hasil analisa data pengamatan LOTT Brondong

Nilai F		Selisih	Karakteristik Pasut	
<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>		<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>
7.241	6.141	1.100	<i>Diurnal</i>	<i>Diurnal</i>

Nilai selisih terbesar dari 6 konstanta pasut Tabel 3 yaitu pada konstanta pasut K1 sebesar 0.099 m. Pada hasil fase konstanta pasang surut metode *admiralty* dan metode *least square* diperoleh selisih terbesar pada konstanta MS4 yaitu 20.163°. Sedangkan selisih nilai F dari hasil analisa kedua metode yaitu sebesar 1.100. Setiap metode analisa menghasilkan nilai $F > 3$, sehingga meskipun memiliki selisih yang cukup besar, kedua hasil metode analisa yang digunakan masih menunjukkan karakteristik pasang surut yang sama yaitu tipe *diurnal*.

C. Konstanta Pasut Pantai Rindu Alam (Tipe Mixed Mainly Diurnal)

Konstanta pasang surut hasil analisa data pengamatan di Pantai Rindu Alam pada 3-17 juni 2012 dengan metode *admiralty* dan metode *least square* ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil konstanta pasut Pantai Rindu Alam

Konstanta pasut	Amplitudo (m)		Fase (g°)		Selisih	
	<i>least square</i>	<i>Admiralty</i>	<i>Least Square</i>	<i>Admiralty</i>	Amplitudo (m)	Fase (g°)
M2	0.351	0.290	82.493	77.714	0.061	4.779
S2	0.108	0.134	222.907	246.426	-0.026	-23.52
K1	0.557	0.403	308.031	313.03	0.154	-5.00
O1	0.27	0.296	278.21	260.044	-0.018	18.17
M4	0.015	0.013	49.227	7.750	0.003	41.47
MS4	0.014	0.005	76.971	344.551	0.009	267.58
MSF	0.025		306.363			
2Q1	0.078		162.470			
OO1	0.005		233.277			
MU2	0.060		345.536			
M3	0.044		73.127			
S4	0.015		224.461			
M6	0.012		261.805			
2MS6	0.009		321.714			
2SM6	0.005		354.666			
N2		0.108		47.190		

K2		0.036		246.426		
P1		0.133		313.038		

Tabel 6. Hasil perhitungan nilai F hasil analisa data pengamatan Pantai Rindu Alam

Nilai F		Selisih	Karakteristik Pasut	
Admiralty	Least Square		Admiralty	Least Square
1.649	1.817	0.168	Mixed Mainly Diurnal	Mixed Mainly Diurnal

Nilai selisih terbesar dari 6 konstanta pasut Tabel 6 yaitu pada konstanta pasut K1 sebesar 0.154 m. Pada hasil fase konstanta pasang surut metode *admiralty* dan metode *least square* diperoleh selisih terbesar pada konstanta MS4 yaitu 267.581°, perbedaan fase ini berpengaruh pada nilai ketinggian muka air, namun dengan amplitudo yang selisihnya kecil maka nilai ketinggian muka air tidak jauh berbeda. Perbandingan nilai F pada analisa metode *admiralty* dan metode *least square*. Kedua metode menghasilkan nilai $1.5 < F \leq 3.0$ yang dikategorikan sebagai tipe *mixed mainly diurnal*. Selisih yang diperoleh yaitu sebesar 0.168.

D. Konstanta Pasut Tanjung Medang (Tipe Semidiurnal)

Konstanta pasang surut hasil analisa data pengamatan di Tanjung Medang pada 26 juli - 9 agustus 2017 dengan metode *admiralty* dan metode *least square* ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 7. Hasil konstanta pasut Tanjung Medang

Konstanta pasut	Amplitudo (m)		Fase (g°)		Selisih	
	Least Square	Admiralty	Least Square	Admiralty	Amplitud	Fase (g°)
M2	0.582	0.647	326.452	325.615	-0.064	0.837
S2	0.262	0.309	15.381	3.459	-0.047	11.922
K1	0.052	0.046	57.022	34.102	0.006	22.919
O1	0.132	0.141	52.389	50.468	-0.009	1.921
M4	0.021	0.020	246.474	252.829	0.001	-6.356
MS4	0.021	0.020	291.348	277.859	0.001	13.489
MSF	0.012		163.595			
2Q1	0.012		312.041			
OO1	0.027		284.131			
MU2	0.055		263.897			
M3	0.010		239.452			
S4	0.006		287.934			
M6	0.012		65.255			
2MS6	0.017		123.439			
2SM6	0.007		159.403			
N2		0.113		340.023		
K2		0.083		3.459		
P1		0.015		34.102		

Tabel 8. Hasil perhitungan F hasil analisa data pengamatan Tanjung Medang

Nilai F		Selisih	Karakteristik Pasut	
Admiralty	Least Square		Admiralty	Least Square
0.196	0.217	0.021	Semi Diurnal	Semi Diurnal

Selisih nilai amplitudo dari 6 konstanta pasut metode *admiralty* dan metode *least square* tidak begitu besar. Nilai selisih terbesar yaitu pada konstanta pasut M2 sebesar 0.064 m. Pada hasil fase konstanta pasang surut metode *admiralty* dan metode *least square* diperoleh selisih terbesar pada konstanta K1 yaitu 22.919°. Tabel 8 menunjukkan perbandingan nilai F pada analisa metode *admiralty* dan metode *least square*. Kedua metode menghasilkan nilai $0 < F \leq 2.5$ yang dikategorikan sebagai tipe *semidiurnal*. Selisih yang diperoleh yaitu sebesar 0.021.

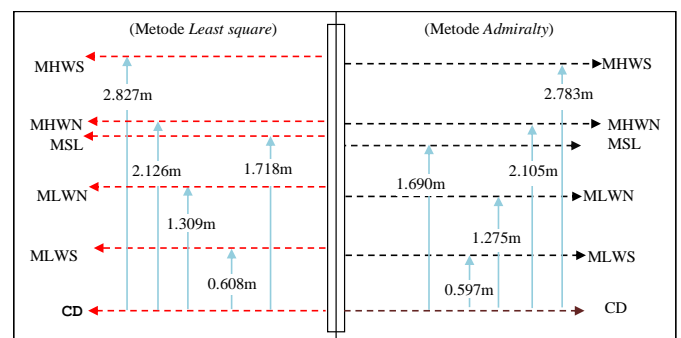
Hasil dan Analisa Perbandingan Posisi Muka Air

A. Hasil dan Analisa Posisi Muka Air Pulau Seraya Batam (Tipe Mixed Mainly Semidiurnal)

Kedudukan *chart datum* menggunakan ISLW (*Indian Spring Low Water*) dari metode *least square* dengan *software* Totis yaitu 1.718 m di bawah MSL dan metode *admiralty* yaitu 1.690 m di bawah MSL.

Tabel 9. Hasil dan Perbandingan posisi muka air data Pulau Seraya Batam

Metode	So (m)	Zo (m)	MLWS (m)	MLWN (m)	MHWN (m)	MHWS (m)
Least Square	1.745	1.718	0.608	1.309	2.126	2.827
Admiralty	1.742	1.690	0.597	1.275	2.105	2.783
Selisih	0.003	0.028	0.011	0.034	0.021	0.044



Gambar 1. Posisi muka air di Pulau Seraya, Batam

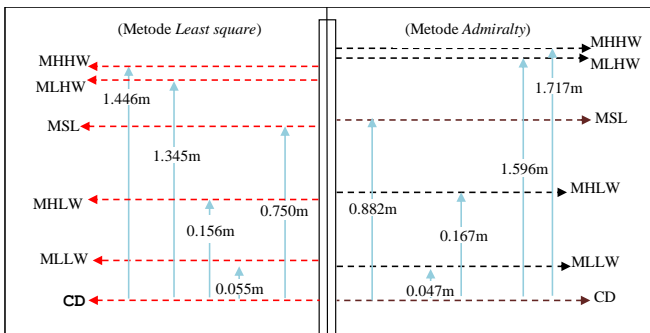
Perbandingan nilai *So* dari analisa metode *least square* dan metode *admiralty* tidak begitu besar yaitu 0.003 m. Posisi *chart datum* pada kedua metode yang digambarkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa *chart datum* hasil metode *admiralty* berada di atas *chart datum* hasil metode *least square* dengan selisih 0.028 m. Perbandingan antara hasil posisi muka air *semidiurnal* dari metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh selisih terbesar yaitu pada nilai MHWS sebesar 0.044 m.

B. Hasil dan Analisa Posisi Muka Air Lott Lamongan (Tipe Diurnal)

Kedudukan *chart datum* menggunakan ISLW (*Indian Spring Low Water*) dari metode *least square* dengan *software* Totis yaitu 0.750 m di bawah MSL dan metode *admiralty* yaitu 0.882 m di bawah MSL. **Tabel 10.** Hasil dan Perbandingan posisi muka air data

Lott Lamongan

Metode	So (m)	Zo (m)	MLLW (m)	MHLW (m)	MLHW (m)	MHHW (m)
<i>Least Square</i>	0.801	0.750	0.055	0.156	1.345	1.446
<i>Admiralty</i>	0.798	0.882	0.047	0.167	1.596	1.717
Selisih	0.003	0.132	0.008	0.011	0.251	0.271



Gambar 2. Posisi muka air di Lott Lamongan

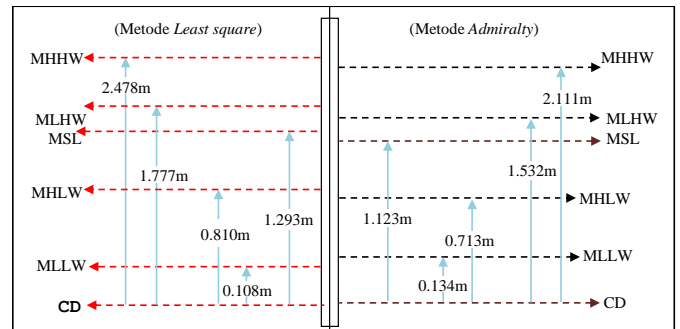
Berdasarkan nilai selisih pada Tabel 10, selisih nilai *So* dari analisa metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh sebesar 0.003 m. Selisih *chart datum* dengan sistem ISLW yaitu sebesar 0.132 m, dengan posisi seperti pada Gambar 4.2. Posisi *chart datum* pada kedua metode yang digambarkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa *chart datum* hasil metode *admiralty* berada di bawah *chart datum* hasil metode *least square*. Perbandingan antara hasil posisi muka air *semidiurnal* dari metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh selisih terbesar yaitu pada nilai MHHW sebesar 0.271 m.

C. Hasil dan Analisa Posisi Muka Air Pantai Rindu Alam (Tipe Mixed Mainly Diurnal)

Hasil posisi muka air yang diperoleh dari analisa pasut dengan tipe *mixed mainly diurnal* pada data pengamatan pasut Pantai Rindu Alam metode *least square* dengan *software* Totis dan metode *admiralty* ditunjukkan pada Tabel 11. Kedudukan *chart datum* menggunakan ISLW (*Indian Spring Low Water*) dari metode *least square* dengan *software* Totis yaitu 1.293 m di bawah MSL dan metode *admiralty* yaitu 1.123 m di bawah MSL. **Tabel 11.** Hasil dan Perbandingan posisi muka air data

Pantai Rindu Alam

Metode	So (m)	Zo (m)	MLLW (m)	MHLW (m)	MLHW (m)	MHHW (m)
<i>Least Square</i>	3.033	1.293	0.108	0.810	1.777	2.478
<i>Admiralty</i>	3.032	1.123	0.134	0.713	1.532	2.111
Selisih	0.001	0.170	0.026	0.097	0.245	0.367



Gambar 3. Posisi muka air di Lott Lamongan

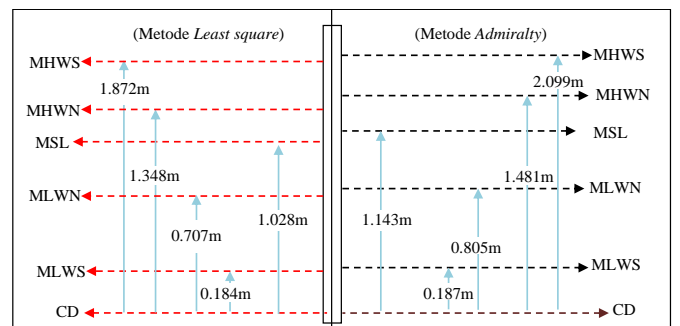
Berdasarkan nilai selisih pada Tabel 11, selisih nilai *So* dari analisa metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh sebesar 0.001 m. Posisi *chart datum* pada kedua metode yang digambarkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *chart datum* hasil metode *admiralty* berada di atas *chart datum* hasil metode *least square*, dengan selisih *chart datum* sistem ISLW yaitu sebesar 0.170 m. Perbandingan antara hasil posisi muka air *semidiurnal* dari metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh selisih terbesar yaitu pada nilai MHHW sebesar 0.367 m.

D. Hasil dan Analisa Posisi Muka Air Tanjung Medang (Tipe Semidiurnal)

Posisi muka air yang diperoleh dari analisa pasut dengan tipe *semidiurnal* pada data pengamatan pasut Tanjung Medang metode *least square* dengan *software* Totis dan metode *admiralty* ditunjukkan pada Tabel 12. Kedudukan *chart datum* menggunakan ISLW (*Indian Spring Low Water*) dari metode *least square* dengan *software* Totis yaitu 1.028 m di bawah MSL dan metode *admiralty* yaitu 1.143 m di bawah MSL. **Tabel 12.** Hasil dan Perbandingan posisi muka air data

Tanjung Medang

Metode	So (m)	Zo (m)	MLWS (m)	MLWN (m)	MHWN (m)	MHWS (m)
<i>Least Square</i>	2.037	1.028	0.184	0.707	1.348	1.872
<i>Admiralty</i>	2.035	1.143	0.187	0.805	1.481	2.099
Selisih	0.002	0.115	0.003	0.098	0.133	0.227



Gambar 4. Posisi muka air di Tanjung Medang

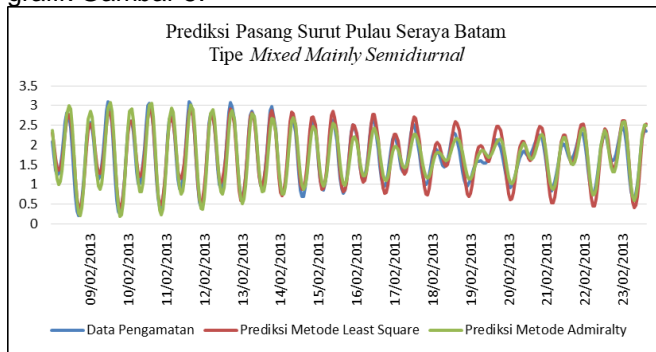
Perbandingan nilai *So* dari analisa metode *least square* dan metode *admiralty* sebesar 0.002 m. Posisi *chart datum* pada kedua metode yang digambarkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa *chart datum* hasil metode *admiralty* berada di bawah *chart datum* hasil metode *least square*

dengan selisih 0.115 m. Perbandingan antara hasil posisi muka air *semidiurnal* dari metode *least square* dan metode *admiralty* diperoleh selisih terbesar yaitu pada nilai MHSW sebesar 0.227 m.

Hasil dan Analisa Perbandingan Prediksi Pasut

A. Hasil dan Analisa Perbandingan Prediksi Pasut Pulau Seraya Batam (Tipe *Mixed Mainly Semidiurnal*)

Hasil prediksi pasang surut dari metode *admiralty* dan metode *least square* dengan *software* Totis di Pulau Seraya, Batam pada tanggal 9 – 23 february 2013 ditunjukkan pada grafik Gambar 5.



Gambar 5. Prediksi pasut data pengamatan Pulau Seraya Batam

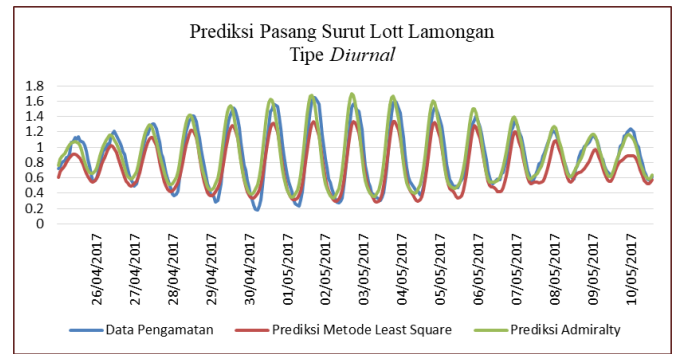
Tabel 13. Hasil residu dan RMSE prediksi pasut Pulau Seraya Batam

Metode	RMSE	Residu Rata-Rata
<i>Least Square</i>	0.184 m	0.150 m
<i>Admiralty</i>	0.222 m	0.184 m

Hasil prediksi dari metode *least square* lebih baik dari metode *admiralty*. Hal ini ditunjukkan dari nilai RMSE prediksi data pengamatan Pulau Seraya, Batam dengan metode *least square* sebesar 0.184 m yang lebih kecil dari nilai RMSE prediksi metode *admiralty* sebesar 0.222 m. Jumlah residu rata-rata dari prediksi metode *least square* dengan *software* Totis terhadap pengamatan diperoleh lebih kecil yaitu 0.150 m, dengan nilai residu maksimal dari metode *least square* juga menunjukkan nilai yang lebih kecil yaitu 0.471 m dibanding prediksi metode *admiralty* yaitu 0.561 m.

B. Hasil dan Analisa Perbandingan Prediksi Pasut Lott Lamongan (Tipe *Diurnal*)

Hasil prediksi pasang surut dari metode *admiralty* dan metode *least square* dengan *software* Totis di LOTT Brondong, Lamongan pada tanggal 26 april – 10 mei 2017 ditunjukkan pada grafik Gambar 6.



Gambar 6. Prediksi pasut data pengamatan Lott Lamongan

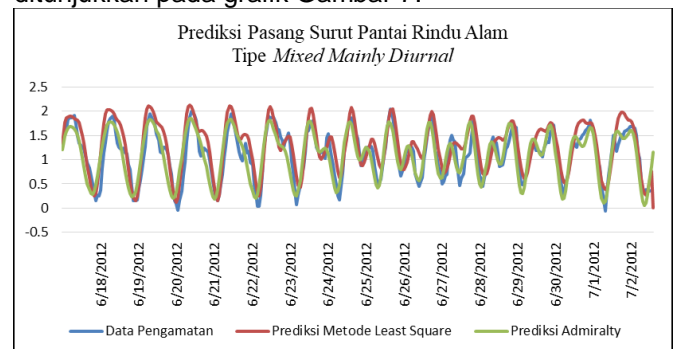
Tabel 14. Hasil residu dan RMSE prediksi pasut Lott Lamongan

Metode	RMSE	Residu Rata-Rata
<i>Least Square</i>	0.114 m	0.091 m
<i>Admiralty</i>	0.174 m	0.133 m

Berdasarkan hasil prediksi kedua metode dihitung nilai RMSE dengan hasil pada Tabel 14 menunjukkan data prediksi dari metode *least square* lebih baik dari metode *admiralty*. Hal ini dilihat dari nilai RMSE prediksi data pengamatan Lott Lamongan dengan metode *least square* sebesar 0.114 yang lebih kecil dari nilai RMSE prediksi metode *admiralty* sebesar 0.174. Selain itu nilai residu rata-rata dari prediksi metode *least square* dengan *software* Totis menunjukkan nilai lebih kecil yaitu 0.091 m, dengan residu terbesar yaitu 0.354 m dibanding prediksi metode *admiralty* yang nilai residu rata-rata 0.133 m, dengan residu terbesar yaitu 0.468 m.

C. Hasil dan Analisa Perbandingan Prediksi Pasut Pantai Rindu Alam (Tipe *Mixed Mainly Diurnal*)

Hasil prediksi pasang surut dari metode *admiralty* dan metode *least square* dengan *software* Totis di Pantai Rindu Alam, Kalimantan Selatan pada tanggal 18 juni – 2 juni 2012 ditunjukkan pada grafik Gambar 7.



Gambar 7. Prediksi pasut data pengamatan Pantai Rindu Alam

Tabel 15. Hasil residu dan RMSE prediksi pasut Pantai Rindu Alam

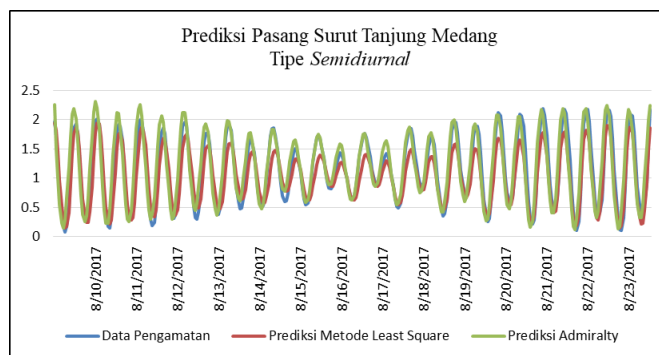
Metode	RMSE	Residu Rata-Rata
<i>Least Square</i>	0.225 m	0.184 m
<i>Admiralty</i>	0.259 m	0.210 m

Berdasarkan hasil prediksi kedua metode dihitung nilai RMSE dengan hasil pada Tabel 15. Tabel 15 di atas menunjukkan data prediksi dari

metode *least square* lebih baik dari metode *admiralty*. Hal ini dapat dilihat dari nilai RMSE prediksi data pengamatan Pantai Rindu Alam dengan metode *least square* sebesar 0.225 yang lebih kecil dari nilai RMSE prediksi metode *admiralty* sebesar 0.259. Nilai residu rata-rata dari prediksi metode *least square* dengan *software Totis* juga menunjukkan nilai yang lebih kecil 0.184 m dengan residu terbesar yaitu 0.634 m dibanding prediksi metode *admiralty* yang nilai residu rata-rata yaitu 0.210 m, dengan residu terbesar 0.721 m.

D. Hasil dan Analisa Perbandingan Prediksi Pasut Tanjung Medang (Tipe Semidiurnal)

Hasil prediksi pasang surut dari metode *admiralty* dan metode *least square* dengan *software Totis* di Tanjung Medang, Riau pada tanggal 10 agustus – 23 Agustus 2017 ditunjukkan pada grafik Gambar 8.



Gambar 8. Prediksi pasut data pengamatan Tanjung Medang

Tabel 16. Hasil residu dan RMSE prediksi pasut Tanjung Medang

Metode	RMSE	Residu Rata-Rata
<i>Least Square</i>	0.191	0.160
<i>Admiralty</i>	0.252	0.195

Berdasarkan hasil prediksi kedua metode dihitung nilai RMSE dengan hasil pada Tabel 16. Tabel 16 di atas menunjukkan data prediksi dari metode *least square* lebih baik dari metode *admiralty*. Hal ini dilihat dari nilai RMSE prediksi data pengamatan Tanjung Medang dengan metode *least square* sebesar 0.191 m yang lebih kecil dari nilai RMSE prediksi metode *admiralty* sebesar 0.252 m. Selain itu nilai residu rata-rata dari prediksi metode *least square* juga menunjukkan nilai yang lebih kecil yaitu 0.160 m dengan residu terbesar 0.463 m dibanding residu rata-rata dari prediksi metode *admiralty* yaitu 0.195 m dengan residu terbesar 0.681 m.

KESIMPULAN

Analisa pasang surut dengan metode *admiralty* dan dengan metode *least square* dengan *software Totis* diperoleh 6 konstanta pasang surut yang sama yaitu M2, S2, K1, O1, M4 dan MS4. Selisih amplitudo konstanta pasang surut yang dihasilkan kedua metode tidak jauh berbeda. Nilai

selisih terbesar pada konstanta K1 dari analisa data Pantai Rindu Alam sebesar 0.139 m dan karakteristik yang dihasilkan sama pada masing-masing data pengamatan, dengan selisih nilai F terbesar pada data pengamatan Lott Lamongan 1.069

Posisi muka air dari perbandingan metode *admiralty* dan metode *least square* menunjukkan selisih terbesar untuk tipe pasut *diurnal* dari data pengamatan Lott Lamongan dan Pantai Rindu Alam yaitu pada nilai MHHW, masing-masing sebesar 0.271 m dan 0.367 m. Perbandingan posisi muka air untuk tipe pasut *semidiurnal* dari data pengamatan Pulau Seraya dan Tanjung Medang yaitu pada nilai MHSW, masing-masing sebesar 0.044 m dan 0.227 m

Uji hasil data prediksi Pulau Seraya, Batam (*mixed mainly semidiurnal*), Tanjung Medang (tipe *semidiurnal*), Lott Lamongan (tipe *diurnal*) dan data prediksi Pantai Rindu Alam (tipe *mixed mainly diurnal*) menunjukkan metode *least square* dengan *software Totis* lebih baik dengan nilai RMSE yang lebih kecil dari metode *admiralty*. Hasil prediksi yang paling baik diperoleh pada tipe *diurnal*

Kelebihan analisa pasang surut metode *least square* dengan *software Totis* yaitu analisa dilakukan lebih cepat dan mudah dengan hasil konstanta yang lebih banyak dibanding dengan metode *admiralty* yang memiliki banyak parameter untuk masing-masing perhitungannya berdasarkan lama pengamatannya. Sedangkan kelebihan pada metode *admiralty* yaitu ada proses perhitungan untuk pemisahan komponen dengan frekuensi yang sama dan menghasilkan komponen K2 dan P1.

DAFTAR PUSTAKA

- Dronkers, J.J. 1964. *Tidal Computation in River and Coastal Water*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company
- Greats Company, 2016. *Totis Software*, URL: <http://www.totis.xyz/>
- Pugh, D.T. 1987. *Tides, Surges and Mean Sea-Level, A Handbook for Engineers and Scientist*. Swindon : Natural Environment Research Council
- Surinati, dewi. 2007. *Pasang Surut dan Energinya*. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Volume XXXII, Nomor 1, Tahun 2007 : 15-22 ISSN 0216-1877.