

**ANALISIS PASANG SURUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
*LEAST SQUARE* DAN PENENTUAN PERIODE ULANG PASANG SURUT  
DENGAN METODE GUMBEL DI PERAIRAN BOOM BARU DAN  
TANJUNG BUYUT**

***TIDAL ANALYSIS USING LEAST SQUARES METHOD AND  
DETERMINATION OF THE RETURN PERIOD OF TIDAL USING  
GUMBEL METHOD IN BOOM BARU AND TANJUNG BUYUT WATERS***

**Rio Demak Hasibuan<sup>1)</sup>, Heron Surbakti<sup>1)</sup>, dan Robinson Sitepu<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

Email: [rio\\_demak@yahoo.com](mailto:rio_demak@yahoo.com)

Registrasi: 13 Maret 2014; Diterima setelah perbaikan: 22 Mei 2014;

Disetujui terbit: 21 Agustus 2014

**ABSTRAK**

Wilayah Palembang merupakan salah satu wilayah yang sering mengalami banjir. Sekitar tanggal 21 Februari 2013 terjadi fenomena meluapnya air sungai Musi di sekitar Palembang, berdasarkan pantauan BMKG SMB II Palembang, bahwa fenomena ini salah satunya diakibatkan oleh terjadinya bulan besar yang menyebabkan pasang di Palembang sehingga membuat air tertahan menuju ke laut. Sifat Pasut terjadi secara periodik. Hal ini dapat dikaitkan pada fenomena banjir yang terjadi di Palembang bahwa kedepannya ada kemungkinan akan terjadi banjir lagi jika dilihat dari aspek pasut penyebabnya. Fenomena tersebut menjadi alasan dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis komponen harmonik pasang surut dengan metode *Least Square* dan menganalisis periode ulang pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut dengan metode Gumbel. Penelitian ini dilaksanakan bulan September 2013 di Laboratorium Penginderaan Jauh dan Akustik Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Data Pasut diperoleh dari hasil pengamatan Pelindo II Cabang Palembang. Data dianalisis dengan metode *least square* dan Gumbel. Berdasarkan hasil analisis diperoleh komponen K1 dan O1 lebih dominan daripada yang lain. Pola perambatan pasut di kedua perairan terjadi dari Tanjung Buyut menuju Boom Baru. Tipe Pasut di kedua perairan berdasarkan hasil analisis adalah bertipe tunggal. Hasil ramalan pasutnya didapat bahwa hasil ramalan pasut yang lebih akurat terdapat di perairan Tanjung Buyut 80,47% daripada Boom Baru 76,47%, dan peluang terjadinya ketinggian muka air melewati MSL adalah pada periode ulang yang lebih besar dari periode ulang 2,25 tahun di Boom Baru dan lebih besar dari 2,43 tahun di Tanjung Buyut.

**KATA KUNCI:** Gumbel, *least square*, pasang surut, peramalan, periode ulang.

**ABSTRACT**

*Palembang is one area that often encounters flood. On February 21<sup>st</sup>, 2013, there was a phenomena happened in Palembang that was the water in Musi river overflowed. Based on BMKG SMB II Palembang monitoring, it happened as the result of the full moon which caused flood tide in Palembang and it made the water bottled up from went in the direction of*

*ocean. The tidal nature happens periodically. This can be correlated to the flood phenomena happened in Palembang, in the future there is a possibility the flood will occur again seeing from tidal aspect as the cause. That phenomena becomes the reason in doing this research which aims to analyzing the tidal component with Least Square method and analyzing the tidal repetition period in Boom Baru and Tanjung Buyut with Gumbel method. This research was conducted in September 2013 in the Remote Sensing and Marine Acoustics Laboratory Mathematics and Natural Sciences Faculty Sriwijaya University. The tidal data was obtained from monitoring result of Pelindo II Palembang branch. The data was analyzed by using least square method and Gumbel. Based on the analysis result the researcher obtained that the K1 and O1 components were more dominant than others. The propagation pattern in both water happened from Tanjung Buyut heading to Boom Baru. The tidal type in both water based on the analysis result are diurnal tide. The tidal forecasting result was that the tidal forecasting was more accurate in Tanjung Buyut water 80,47% than Boom Baru 76,57%, and the probability of passing water MSL level is the greater repetition period with 2,25 years period in Boom Baru and 2,43 years in Tanjung Buyut.*

**KEYWORDS:** *Forecasting, gumbel, least square, tidal, return period.*

## 1. PENDAHULUAN

Wilayah Palembang, Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu wilayah yang sering mengalami banjir. Fenomena yang menarik perhatian terjadi pada minggu ketiga (mulai sekitar tanggal 21 Februari 2013) yaitu meluapnya air sungai Musi di sekitar kota Palembang. Fenomena ini berdasarkan panta-uan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun SMB II Palembang, bahwa fenomena ini salah satunya diakibatkan oleh terjadinya bulan besar yang menyebabkan pasang di kawasan Palembang sehingga membuat air tertahan menuju ke laut. Santosa (2013) menyatakan wilayah Palembang selama bulan Februari 2013 hingga tanggal 21 Maret 2013 terjadi posisi sudut deklinasi matahari berada di Belahan Bumi Selatan, selanjutnya lintasannya melewati ekuator dan menjauhinya bergerak ke Belahan Bumi Utara. Fenomena ini merupakan kondisi yang sering berulang pada periode tertentu.

Banjir merupakan peristiwa alam dimana terjadinya luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas

penampung saluran (Suripin, 2006 *dalam* Saraswati, 2012). Penyebab banjir pada umumnya adalah karena curah hujan tinggi sehingga saluran tidak dapat menampung air sehingga meluap. Selain itu, banjir juga dapat disebabkan oleh pasang surut yang masuk melalui sungai pada saat pasang dan selanjutnya mengalir melewati saluran drainase dan memenuhi wilayah daratan. Kondisi ini dikenal dengan istilah banjir genangan.

Berdasarkan defenisi dan gambaran diatas dapat dinyatakan bahwa pengaruh pasang surut cukup signifikan dalam mengakibatkan terjadinya banjir genangan di wilayah Palembang. Pasang surut adalah proses naik turunnya permukaan air laut secara periodik karena gaya tarik benda-benda luar angkasa terutama bulan dan matahari (Dahuri *et al*, 1996 *dalam* Saputra, 2007). Berdasarkan defenisi pasang surut diatas dapat dipahami bahwa pasang surut memiliki sifat terjadi secara periodik atau berkelanjutan. Hal ini dapat dikaitkan pada fenomena banjir yang terjadi di wilayah Palembang bahwa kedepannya ada kemungkinan akan terjadi banjir

jika dilihat dari aspek pasang surut penyebabnya.

Data pasang surut dalam jangka panjang menjadi hal yang sangat penting untuk menjelaskan fenomena ini. Ketersediaan data pasang surut perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut yang dibutuhkan dalam penelitian turut mendukung dipilihnya perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut sebagai objek penelitian ini. Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2012. Data pasang surut tersebut diperoleh dari hasil pengukuran pasang surut yang dilakukan oleh PT Pelabuhan Indonesia (PELINDO) II Cabang Palembang.

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah menganalisis komponen harmonik pasang surut di Perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut dengan Metode *Least Square*, menganalisis pola perambatan dan tipe pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung

Buyut, meramalkan pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut, menganalisis periode ulang pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan bulan September-Oktober 2013 dengan menggunakan data pasang surut sekunder di 2 (dua) lokasi stasiun pengukuran pasang surut, yaitu stasiun pengukuran pasang surut Boom Baru dan Tanjung Buyut hasil pengukuran langsung yang dilakukan oleh PT Pelindo (Pelabuhan Indonesia) II Cabang Palembang. Data pasang surut tersebut dianalisis di Laboratorium Penginderaan jauh dan Akustik Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Perangkat lunak <i>Microsoft Excel</i>	Perangkat lunak untuk mengolah data pasang surut
2.	Data Pengukuran Pasut Tahun 2003-2012 Boom Baru dan Tanjung Buyut	Data mentah dengan interval 1 jam yang akan diolah
3.	Peta Lokasi Penelitian	Menunjukkan lokasi penelitian
4.	Perangkat lunak <i>Worldtides 2010</i>	Perangkat lunak untuk menganalisis data pasang surut dengan metode <i>Least Square</i>
5.	Perangkat lunak <i>Matlab 2007</i>	Perangkat lunak untuk menjalankan perangkat lunak <i>Worldtides 2010</i>
6.	Komputer	Perangkat untuk mengolah data
7.	Printer	Mencetak hasil kerja
8.	Kertas A4, 80 gram	Media pencetakan hasil penelitian

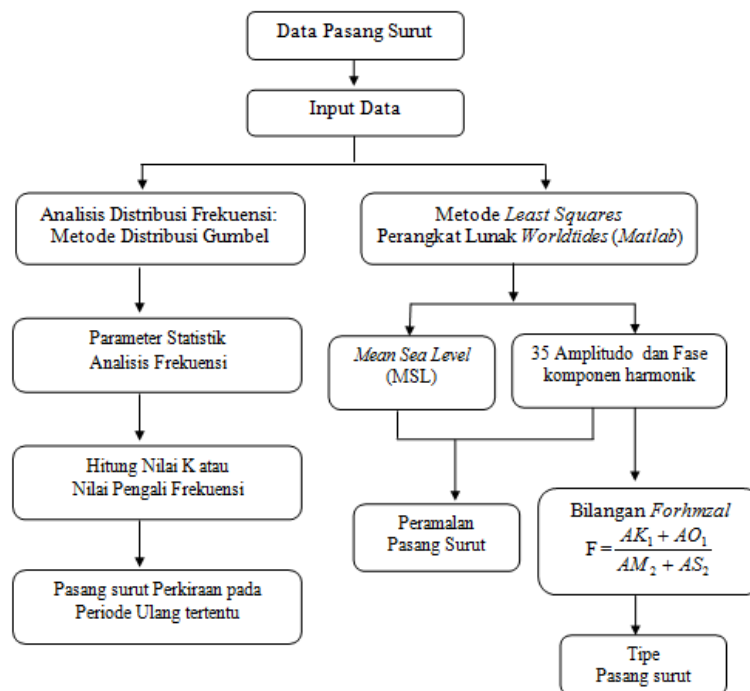
Metode yang digunakan dalam pengolahan data pasang surut adalah metode *Least Squares* dan metode Distribusi Frekuensi menggunakan metode Gumbel. Metode *Least Squares*

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. Metode *Least Squares* dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Worldtides 2010* yang dijalankan dengan *Matlab 2007*. Metode Distribusi Frekuensi menggunakan metode Gumbel merupakan metode

yang bertujuan untuk menganalisis data pasang surut untuk menghasilkan nilai pasang surut perkiraan pada periode ulang tertentu. Metode ini menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan dalam ini dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur penelitian

#### a. Verifikasi Data

Verifikasi data didapat dengan menghi-tung kesalahan relatif yang menunjukkan tingkat kesalahan suatu data dalam persentase nilai. Menurut Triatmodjo, (2009) dalam Budi-wicaksono, (2013) mengatakan bahwa perhitu-ngan untuk mencari nilai tersebut adalah :

1. Kesalahan Relatif atau *Relative Error*:

$$RE = \left| \frac{p-p^*}{p} \right|$$

dengan :

RE = relative error (m)

p = data lapangan (m)

p\* = data peramalan (m)

2. Kesalahan Relatif Rata - rata atau *Mean Relative Error* :

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{p-p^*}{p} \right| \times 100\%$$

dengan :

MRE = mean relative error (%)

P = data lapangan (m)

p\* = data peramalan (m)

n = banyak data

**b. Metode Gumbel**

Menurut Loebis (1984) dalam Purbo dan Primahessa (2008) langkah-langkah perhitungan pasang surut perkiraan pada periode ulang tertentu dengan menggunakan metode Gumbel adalah :

1) Dihitung Parameter Statistika yang Digunakan

Singh, (1992) dalam Machairiyah, (2007) mengatakan dalam statistika dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang digunakan dalam periode ulang metode distribusi Gumbel meliputi :

a) Rata - Rata Hitung

Suharyadi dan Purwanto (2009) mengatakan rata-rata hitung merupakan nilai yang diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai data dan membaginya dengan jumlah data. Rata-rata hitung dinyatakan dalam bentuk rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dengan:

$\bar{x}$  = rata-rata hitung (m)

N = banyak data

$\sum x$  = jumlah seluruh data

b) Standard Deviasi

Suharyadi dan Purwanto (2009) mengatakan standard deviasi adalah sebuah ukuran penyebaran yang menunjukkan standar penyimpangan atau deviasi data terhadap nilai rata-ratanya.

Standard deviasi dinyatakan dalam bentuk rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

dengan :

$\sigma$  = standard deviasi x = data (m)

$\bar{x}$  = rata-rata (m)

n = banyak data

2) Hitung Nilai K atau Faktor Frekuensi Asdak (2007) mengatakan bahwa K adalah faktor frekuensi. Menurut Loebis (1984) dalam Purbo dan Primahessa (2008) untuk menentukan nilai K didapat dengan rumus :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

dengan :

K= faktor frekuensi

$Y_n$ = harga rata-rata *reduce variate*

$S_n$ = *reduced standard deviation*

$Y_t$ = *reduced variated*

Nilai  $Y_t$  yaitu *reduce variated*, didapat berdasarkan Rumus menurut Triatmodjo (1999) yaitu :

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left( 1 - \frac{1}{L T_r} \right) \right\}$$

dengan :

$Y_t$  = *reduce variated*

L = rata-rata jumlah kejadian per tahun

$T_r$  = periode ulang (tahun)

Nilai L atau rata-rata jumlah kejadian per tahun didapat berdasarkan Rumus menurut Triatmodjo (1999) yaitu :

$$L = \frac{N_t}{R}$$

dengan :

R = panjang data (tahun)

N = jumlah kejadian pasut selama pencatatan

3) Hitung Nilai  $X_t$  (Pasang Surut Perkiraan)

Menurut Loebis (1984) dalam Purbo dan Primahessa (2008) mengatakan bahwa rumus yang digunakan dalam perhitungan pasang surut perkiraan dengan metode Gumbel yaitu :

$$X_t = X_r + (K \times S_x)$$

dengan :

$X_t$  = pasut perkiraan

$X_r$  = harga rata-rata

K = faktor Frekuensi

$S_x$  = standar deviasi

### c. Perambatan Pasang Surut

Penentuan pola perambatan komponen pasang surut di suatu perairan dapat dilihat dari 2 segi bidang yaitu segi waktu pasang dan nilai fase komponen pasutnya. Menurut Surbakti (2000) mengatakan bahwa arah perambatan komponen pasang surut disuatu perairan dapat kita lihat dengan membandingkan fase komponen pasut yang sama diantara lokasi pengamatan yang berdekatan. Apabila fase di lokasi A lebih kecil dari lokasi B maka komponen pasang surut tersebut akan merambat dari lokasi A menuju ke lokasi B. Hal itu juga berlaku untuk dari segi waktu terjadinya pasang. Daerah yang terjadinya pasang lebih awal maka perambatan pasutnya berasal dari daerah awal terjadinya pasang itu menuju daerah yang lama terjadi nya pasang.

Komponen yang digunakan untuk melihat pola perambatan di kedua perairan ini menggunakan 9 (sembilan) komponen utama yang umum digunakan instansi DISHIDROS (Dinas Hidro-Oseanografi) TNI-AL dalam melakukan peramalan pasang surut yaitu M2, K2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, dan P1. Pugh (1987) mengatakan untuk mengetahui bagai-mana penjalaran pasang surut dari perairan yang satu ke perairan yang lain disekitarnya dapat diketahui dari beda waktu pasang nya dengan rumus :

$$t = g \times \frac{1}{n}$$

dengan:

t = waktu, g = fase ( $^{\circ}$ ) dan n = kecepatan (m/s)

### d. Tipe Pasang Surut

Metode *Least Square* menggunakan perangkat lunak *Worldtides 2010 (Matlab 2007)* digunakan untuk menganalisis

amplitudo dan fase setiap komponen harmonik pasang surut dari data pasang

surut yang diolah. Menurut Ilahude, 1999 dalam Siswanto, 2007 klasifikasi tipe pasang surut didasarkan pada perbandingan antara jumlah amplitudo konstanta-konstanta *diurnal* ( $K_1$  dan  $O_1$ ) dengan jumlah amplitudo konstanta-konstanta *semidiurnal* ( $M_2$  dan  $S_2$ ). Bilangan *Formzahl* digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut yang terjadi diperairan (Mahatmawati, 2009) yang dirumuskan :

$$F = \frac{(AK_1 + AO_1)}{(AM_2 + AS_2)}$$

dengan :

F = *formzahl*

$AK_1$  = amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari

$AO_1$  = amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan

$AM_2$  = amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh bulan

$AS_2$  = amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh matahari

Menurut Oktavia, 2011 mengatakan bahwa jika nilai F berada antara :

$0 < F \leq 0,25$  : *semidiurnal*

$0,25 < F \leq 1,50$  : *mixed tide prevailing semi-diurnal*

$1,50 < F \leq 3,00$  : *mixed tide prevailing diurnal*

$F > 3,0$  : *diurnal*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

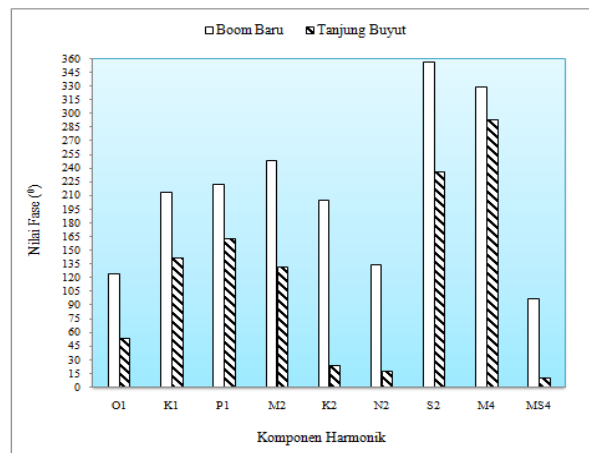
Berdasarkan hasil analisis didapat nilai amplitude dan fase ke 35 komponen harmonik yang disajikan dalam Tabel 2. Dari Tabel 2 diperoleh bahwa komponen yang dominan membangkitkan pasang surut di kedua perairan adalah K1 sebesar 0,441 di Boom Baru dan 0,805 di Tanjung Buyut.

Menurut Surbakti (2000) mengatakan bahwa arah perambatan komponen pasang surut disuatu perairan dapat kita lihat dengan membandingkan fase komponen pasut yang sama diantara lokasi pengamatan yang berdekatan. Apabila fase di lokasi

A lebih kecil dari lokasi B maka komponen pasang surut tersebut akan merambat dari lokasi A menuju ke lokasi B. Selain dari nilai fase, pola perambatan pasang surut juga dapat diketahui dari waktu terjadinya pasang. Hasil perhitungannya yang diperoleh dilihat dari nilai fase dan waktu pasang diperoleh bahwa perambatan komponen pasang surut di kedua perairan akan terjadi dari Tanjung Buyut merambat menuju ke perairan Boom Baru. Nilai fase dan beda waktu pasang di kedua perairan disajikan pada Gambar 1-2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Nilai Amplitudo dan Fase ke 35 Komponen Harmonik

No	Komponen	Boom Baru		Tanjung Buyut	
		Amplitudo	Fase	Amplitudo	Fase
1	Q1	0,05	13,05	0,089	303,77
2	RHO1	0,011	154,81	0,021	56,16
3	O1	0,311	124,48	0,539	53,5
4	M1	0,005	90,78	0,017	303,99
5	P1	0,15	221,61	0,248	163,17
6	S1	0,076	344,28	0,02	18,78
7	K1	0,441	213,15	0,805	141,44
8	J1	0,006	93,12	0,023	307,77
9	OO1	0,051	103,14	0,046	32,32
10	MNS2	0,007	205,5	0,01	118,61
11	2N2	0,008	343,82	0,01	285,75
12	MU2	0,011	334,53	0,023	236,18
13	N2	0,031	133,42	0,052	18,03
14	NU2	0,01	268,73	0,014	152,04
15	M2	0,161	247,65	0,307	132,29
16	LAM2	0,009	92,37	0,019	314,95
17	L2	0,016	317,4	0,026	193,69
18	T2	0,008	168,4	0,015	200,58
19	S2	0,059	356,26	0,118	236,41
20	R2	0,009	255,26	0,014	41,42
21	K2	0,016	205,2	0,043	23,66
22	2SM2	0,006	309,29	0,013	185,63
23	2MK3	0,014	203,75	0,011	317
24	M3	0,001	345,61	0,003	20,26
25	MK3	0,021	343,47	0,005	346,29
26	MN4	0,003	198,01	0,006	192,25
27	M4	0,007	328,55	0,014	293,24
28	MS4	0,008	96,84	0,007	10,61
29	S4	0,001	249,32	0,002	41,72
30	2MN6	0	165,87	0,002	190,32
31	M6	0,001	268,45	0,004	307,79
32	2MS6	0	67,33	0,004	68,63
33	S6	0	71,86	0	296,33
34	MS	0	101,44	0,001	27,19
35	3MS8	0,001	192,42	0,001	127,89

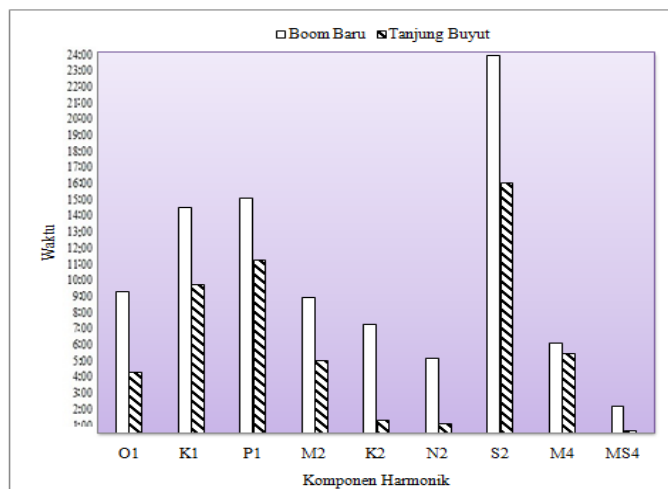


Gambar 1. Perbandingan nilai fase di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut

Tabel 3. Hasil perhitungan beda waktu menurut rumus Pugh (1987)

No	Komponen	Fase (°)		Kecepatan	Waktu Pasang		Beda Waktu Pasang			
		BB	TB		BB	TB	Selisih	Jam	Menit	Detik
1	O1	124,48	53,5	13,943	8:55:39	3:50:13	5,09	5	5	26
2	K1	213,15	141,44	15,041	14:10:16	9:24:13	4,77	4	46	3
3	P1	221,61	163,17	14,958	14:48:55	10:54:30	3,91	3	54	24
4	M2	247,65	132,29	28,984	8:32:39	4:33:51	3,98	3	58	48
5	K2	205,2	23,66	30,082	6:49:16	0:47:11	6,03	6	2	5
6	N2	133,42	18,03	28,439	4:41:29	0:38:02	4,06	4	3	26
7	S2	356,26	236,41	14,958	23:49:02	15:48:17	8,01	8	0	44
8	M4	328,55	293,24	57,968	5:40:04	5:03:31	0,61	0	36	32
9	MS4	96,84	10,61	58,98	1:38:30	0:10:47	1,46	1	27	43

Ket: BB = Boom Baru TB = Tanjung Buyut  
 Nilai Kecepatan didapat dari Ali (1994)

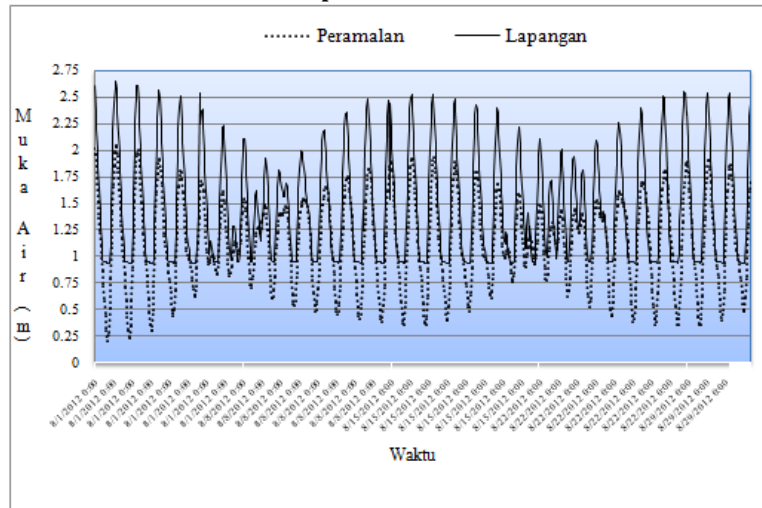


Gambar 2. Perbandingan waktu pasang di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut



Berdasarkan hasil analisis data pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut didapat nilai bilangan *formzahl* (F) yaitu sebesar 3,41 dan Perairan Tanjung Buyut sebesar 3,16. Berdasarkan klasifikasi nilai F menurut Oktavia, 2011 dapat

disimpulkan bahwa tipe pasang surut di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut adalah pasang surut harian tunggal (*diurnal*) artinya dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.



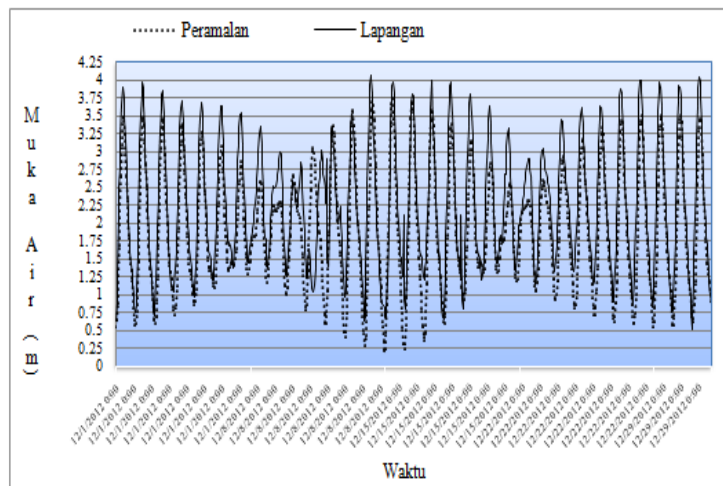
Gambar 3. Grafik perbandingan data lapangan dengan hasil peramalan pasut di Boom Baru

Penelitian ini melakukan analisis peramalan dengan tujuan agar kita dapat mengetahui keadaan pasang surut pada waktu sebelumnya dan waktu setelah atau kedepannya. Hasil peramalannya dilakukan verifikasi dengan tujuan untuk melihat akurasi menurut Triatmodjo, (2009) dalam Budiwicaksono, (2013) dapat disimpulkan bahwa pada perairan Boom Baru didapat nilai *Relative error* atau kesalahan relative sebesar 0,24 meter dan nilai nilai persentase *Mean Relative Error* (MRE) atau kesalahan relative rata-rata data antara peramalan dengan lapangan adalah 23,53% yang artinya nilai akurasi sebesar 76,47%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan *Worldtides* sangat memuaskan.

antara data lapangan dengan hasil peramalan. Verifikasi data didapat dengan menghitung kesalahan relatif yang menunjukkan tingkat kesalahan suatu data dalam persentase nilai.

Berdasarkan hasil perhitungan rumus nilai MRE (*Mean Relative Error*) kesalahan relative sebesar 0,20 meter dan nilai nilai persentase *Mean Relative Error* (MRE) atau kesalahan relative rata-rata data antara hasil peramalan dengan data lapangan adalah 19,53% yang artinya nilai akurasi sebesar 80,47%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan *Worldtides* sangat memuaskan. Hasil peramalan yang didapat bahwa hasil peramalan di Tanjung Buyut lebih baik dibandingkan perairan Boom Baru.

Pada perairan Tanjung Buyut didapat nilai *Relative Error* atau



Gambar 4. Grafik perbandingan data lapangan dengan hasil peramalan pasut di Tanjung Buyut

Data MSL (*Mean Sea Level*) tahunan di kedua perairan yang telah disusun lalu dianalisis dengan metode Gumbel. Tujuan dari analisis frekuensi ini adalah untuk memperoleh data pasang surut perkiraan dengan beberapa periode ulang. Hasil analisis yang didapat diperoleh nilai parameter statistika di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut yaitu nilai rata-rata

hitungnya sebesar 1,79 meter dan 2,01 meter. Nilai standar deviasi data yang didapat di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut yaitu 0,20 dan 0,06. Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian permukaan air di perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut tidak sama. Hasil perhitungan parameter - parameter yang didapat yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan nilai  $Y_t$ ,  $K$ ,  $X_r$  dan  $S_x$  periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun

Tr	Yt	Yn	Sn	K	Xr		Sx	
					BB	TB	BB	TB
2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,14	1,80	2,01	0,2	0,06
5	1,4999	0,4952	0,9496	1,06	1,80	2,01	0,2	0,06
10	2,2504	0,4952	0,9496	1,85	1,80	2,01	0,2	0,06
25	3,1985	0,4952	0,9496	2,85	1,80	2,01	0,2	0,06
50	3,9019	0,4952	0,9496	3,59	1,80	2,01	0,2	0,06
100	4,6001	0,4952	0,9496	4,32	1,80	2,01	0,2	0,06

Ket :

Tr= periode ulang (Tahun)

Yt = *reduced variated*

K = faktor frekuensi

Xr = nilai Rata - rata (m)

Sx = standar deviasi

BB = Boom Baru

Yn = *reduced variated*

TB = Tanjung buyut

Sn = *reduced standard deviation*

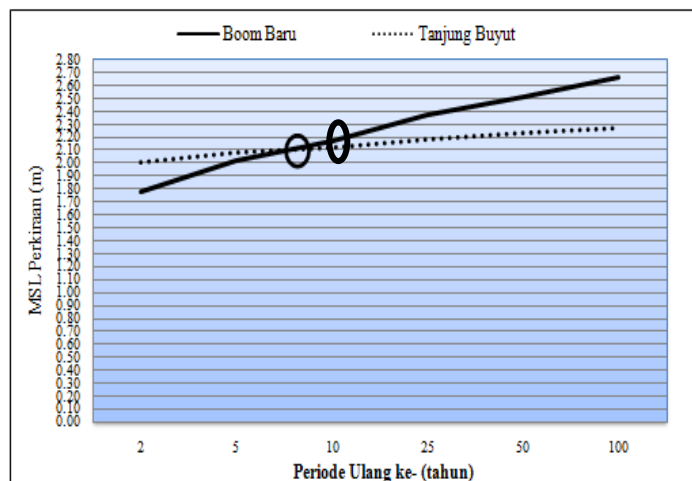
Tabel 5. MSL perkiraan pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun

Periode Ulang	Xt (Mean Sea Level) Perkiraan (m)	
	Boom Baru	Tanjung Buyut
	2	1,77
5	2,01	2,07
10	2,17	2,12
25	2,37	2,18
50	2,52	2,23
100	2,66	2,27

Titik potong suatu grafik garis dapat ditentukan dengan persamaan garis singgung. Menurut Foster (2005) mengatakan bahwa dalam suatu ilmu matematika dikenal dengan materi tentang gradien dan persamaan garis singgung. Gradien bertujuan untuk melihat bagaimana faktor x terhadap y dalam suatu persamaan dan persamaan garis singgung menggambarkan bagaimana model yang dihasilkan. Persamaan garis singgung ini didapat dari titik-titik data absis (x) dan ordinat (y). Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai titik potong pada grafik garis diatas adalah pada  $x = 7,73$

(tahun) dan  $y = 2,1$  (m), jika dituliskan dalam bentuk titik koordinat yaitu (7.73,2.1).

Titik perpotongan pada kedua grafik garis di kedua perairan berada pada titik kooordinat (7.73,2.1). Titik-titik koordinat sebelum melewati titik perpotongan (7.73,2.1), keadaan MSL (*Mean Sea Level*) di perairan Boom Baru lebih kecil dibandingkan dengan di perairan Tanjung Buyut. Berbeda dengan titik-titik koordinat setelah melewati titik perpotongan (7.73,2.1) keadaan MSL (*Mean Sea Level*) di perairan Boom Baru lebih besar dibandingkan dengan Tanjung Buyut.



Gambar 5. Grafik MSL perkiraan pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun di Perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut

Hasil perhitungan dengan metode gumbel didapat bahwa peluang terjadinya ketinggian muka air melewati tinggi muka air rata-rata

(MSL) adalah pada periode ulang yang lebih besar dari 2,25 tahun di perairan Boom Baru dan lebih besar dari 2,43 tahun di perairan Tanjung Buyut.

Pada perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut didapat nilai MSL perkiraan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Pengertian periode ulang yang dimaksud adalah bahwa dalam kurung waktu tertentu ada kemungkinan 1 kali terjadi ketinggian permukaan air yang besarnya sama atau melebihi nilai MSL perkiraan pada perairan tersebut. Hasil yang didapat mengatakan pada perairan Boom Baru bahwa pada periode ulang 5 tahun nilai MSL (*Mean Sea Level*)nya sebesar 2,01 m artinya bukan berarti menunjukkan bahwa ketinggian air sebesar 2,01 m akan terjadi secara periodik 1 kali dalam setiap 5 tahun. Namun dalam 5 tahun ada kemungkinan 1 kali terjadi ketinggian permukaan air yang besarnya sama atau lebih dari 2,01 m, begitu juga pengertian periode ulang untuk 10, 25, 50 dan 100 tahun, sama halnya dengan Tanjung Buyut.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan kesimpulan bahwa hasil analisis komponen harmonik didapat nilai komponen *diurnal* (AK1 + AO1) lebih dominan atau lebih besar dari komponen yang lain, Pola perambatan komponen pasang surut pada penelitian ini dilihat dari segi nilai fase dan waktu pasang di kedua perairan terjadi dari perairan Tanjung Buyut merambat menuju Boom Baru dan Nilai bilangan *Formzhal* pada Perairan Boom Baru 3,41 dan Tanjung Buyut 3,16 dapat disimpulkan tipe pasang surut di kedua perairan yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal*) artinya dalam sehari terjadi satu kali

pasang dan satu kali surut. Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa pada perairan Tanjung Buyut 80,47% mengah-silkan peramalan lebih baik dibandingkan pada perairan Boom Baru 76,47%. Hasil perhitungan dengan metode gumbel didapat bahwa peluang terjadinya ketinggian muka air melewati tinggi muka air rata-rata (MSL) adalah pada periode ulang yang lebih besar dari 2,25 tahun di perairan Boom Baru dan lebih besar dari 2,43 tahun di perairanTanjung Buyut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. 2007. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Bandung: Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.
- Budiwicaksono RA. 2013. Pemodelan pola arus tiga kondisi musim berbeda sebagai jalur pelayaran perairan teluk lampung menggunakan *software* DELFT3D. Semarang: Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Machairaiyah. 2007. Analisis curah hujan untuk pendugaan debit puncak dengan metode rasional pada das percut kabupaten Deli Serdang. Medan: Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Oktavia R. 2011. Variasi muka laut dan arus geostropik permukaan perairan selat Sunda berdasarkan data pasut dan angin tahun 2008. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, IPB.
- Pugh TD. 1987. *Tides, surges, and mean sea-level*. Swindon, UK: Natural Environment Research Council.

- Purbo PA, Primahessa A. 1995. Perencanaan pengamatan pantai dari bahaya abrasi di kecamatan sayung kabupaten demak [Skripsi]. Semarang: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Santosa A. 2013. *Buletin stasiun meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Edisi Februari dan Maret 2013.* Palembang: Stasiun Meteorologi SMB II Palembang.
- Saputra C. 2007. Studi fluktuasi pasang surut di muara Sungai Siak, Selat Bengkalis dan Tanjung Gadai Perairan Selat Panjang Riau [Skripsi]. Riau: Ilmu Kelautan, FPIK, UNRI.

**Rio Demak Hasibuan, et al.**  
**Analisis Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode *Least Square* dan**  
**Penentuan Periode Ulang Pasang Surut dengan Metode Gumbel**  
**di Perairan Boom Baru dan Tanjung Buyut**