

## Analisis Perbandingan Data Pemodelan Pasang Surut BIG Dengan Data Pengukuran Pasang Surut UHSLC Pada Stasiun Tanjung Lesung

Brigitha Cindy Sitanaya<sup>1)</sup>

Ahmad Zakaria<sup>2)</sup>

Dwi Joko Winarno<sup>3)</sup>

### Abstract

*Tidal data is needed to determine the elevation of coastal structures. The Geospatial Information Agency (BIG) has provided tidal modeling data that can be downloaded for free. However, to find out its accuracy, BIG data was compared with tide gauge measurement data published by the University of Hawaii Sea Level Center (UHSLC). The data used are 30 daily tidal data from Tanjung Lesung station for the period 2008-2012 which were analyzed by using the Least Squares method and 9 tidal harmonic components through the ANFOR program. The ANFOR analysis results are processed in order to obtain the error value and the accuracy of the compared tidal data. Based on the research, the error value based on elevation is 3,3906%, the value of the direct correlation coefficient based on the elevation is 0.9673, the error value based on the amplitude of the  $K_1$  tide component is 15.7853%,  $O_1$  of 4.8253%,  $P_1$  of 28.1752%,  $M_2$  of 3.2388%,  $S_2$  of 10.6345%,  $N_2$  of 10.5147%,  $K_2$  of 41.3055%,  $M_4$  of 97.4340%, and  $MS_4$  of 97.2310%, while the value of the correlation coefficient based on the amplitude of the tidal component is 0.9898. So it could be concluded that the BIG modeling data and the UHSLC measurement data have a high degree of accuracy.*

*Key words: tidal data, BIG, UHSLC, error, accuracy.*

### Abstrak

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi bangunan pantai. Badan Informasi Geospasial (BIG) telah menyediakan data pemodelan pasang surut yang dapat diunduh secara gratis. Namun untuk mengetahui keakuratannya, dilakukan perbandingan data BIG dengan data pengukuran *tide gauge* yang dipublikasikan oleh *University of Hawaii Sea Level Centre* (UHSLC). Data yang digunakan yaitu data pasang surut 30 harian dari stasiun Tanjung Lesung periode waktu 2008-2012 yang dianalisis menggunakan metode *Least Squares* dan 9 komponen harmonik pasang surut melalui program ANFOR. Hasil analisis ANFOR diolah sehingga didapat nilai penyimpangan serta keakuratan dari data pasang surut yang dibandingkan. Dari hasil penelitian ini, didapat nilai penyimpangan berdasarkan elevasi yaitu 3,3906 %, nilai koefisien korelasi langsung berdasarkan elevasi sebesar 0,9673, nilai penyimpangan berdasarkan amplitudo komponen pasut  $K_1$  sebesar 15,7853 %,  $O_1$  sebesar 4,8253 %,  $P_1$  sebesar 28,1752 %,  $M_2$  sebesar 3,2388 %,  $S_2$  sebesar 10,6345 %,  $N_2$  sebesar 10,5147 %,  $K_2$  sebesar 41,3055 %,  $M_4$  sebesar 97,4340 %, dan  $MS_4$  sebesar 97,2310 %, sementara nilai koefisien korelasi berdasarkan amplitudo komponen pasut yaitu 0,9898. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa antara data pemodelan BIG dan data pengukuran UHSLC memiliki tingkat keakuratan tinggi.

Kata kunci: data pasang surut, BIG, UHSLC, penyimpangan, keakuratan.

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Surel: brigithac@gmail.com

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, 35145. Surel: ahmad.zakaria@eng.unila.ac.id

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, 35145. Surel: djokowinarno@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 17.000 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km atau dua kali keliling bumi melalui khatulistiwa (Triatmodjo, 2012). Wilayah pantai tersebut tentunya tak lepas dari aktivitas manusia yang diantaranya meliputi masalah pemukiman, perekonomian, industri, perikanan, pariwisata, dan sebagainya.

Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki potensi dibidang kelautan yaitu Tanjung Lesung. Stasiun pasang surut Tanjung Lesung terletak di Provinsi Banten. Daerah ini memiliki potensi pariwisata internasional, dan sedang dalam tahap perencanaan pembangunan pelabuhan untuk pesiar yang didukung dengan fasilitas pariwisata lain. Sehingga memungkinkan penggunaan data pasang surut untuk keperluan infrastruktur di kawasan pantai Tanjung Lesung.

Badan Informasi Geospasial (BIG) di Indonesia membuat suatu pemodelan yang meramalkan data pasang surut berupa *online tidal prediction* yang dapat menjadi standar awal perkiraan pasang surut di berbagai stasiun pasang surut dan lokasi di sekitarnya. Akan tetapi, perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai keakuratan pemodelan data pasang surut dengan membandingkan antara pemodelan data pasang surut milik BIG dengan data pengukuran dari *tide gauge* berupa *tidal group record* yang dipublikasikan oleh *University of Hawaii Sea Level Centre* (UHSLC). Hasil pengukuran dari *tide gauge* dinilai cukup akurat dan negara-negara di dunia telah menggunakan data *tide gauge* sebagai acuan dalam perencanaan infrastruktur pantai.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pantai

Triatmodjo (1999) mengartikan bahwa pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tinggi dan air surut terendah.

### 2.2. Gelombang

Gelombang laut disebabkan karena adanya angin. Angin yang ada di atas lautan mentransfer energi ke perairan lalu menyebabkan riak, alun/bukit, dan kemudian berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang. Selain disebabkan oleh angin, gelombang di laut juga bisa dibangkitkan oleh gaya tarik matahari dan bulan (pasang surut), letusan gunung api atau gempa di laut (tsunami), kapal yang bergerak, dan sebagainya (Triatmodjo, 2010).

### 2.3. Pasang Surut

Dalam bukunya, Triatmodjo (2012) memberi contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang dan dermaga ditentukan oleh elevasi muka air tertinggi (pasang), sementara kedalaman alur pelayaran dan pelabuhan ditentukan oleh muka air terendah (surut). Tidak hanya untuk bangunan pantai, elevasi kenaikan muka air laut erat kaitannya dengan pengendalian untuk upaya mitigasi bencana.

#### 2.3.1. Terjadinya Pasang Surut

Saat bulan purnama, bumi berada segaris dengan bulan dan matahari. Hal ini menyebabkan besar gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi maksimum, sehingga permukaan laut mencapai pasang tertinggi. Sebaliknya, saat bulan sabit, bumi, matahari, dan bulan berkedudukan membentuk sudut siku-siku sehingga besar gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling melemahkan dan permukaan laut mencapai titik terendah.

### 2.3.2. Gaya Penggerak Pasang Surut

Proses pembentukan pasang surut ditentukan tiga gerakan utama, yaitu revolusi bulan terhadap bumi, revolusi bumi terhadap matahari, dan perputaran bumi terhadap porosnya.

### 2.3.3. Tipe Pasang Surut

Menurut Triatmodjo (2012), bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu atau dua kali pasang surut. Terdapat empat tipe pasang surut secara umum, yaitu pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*), dan pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).

Tipe pasang surut dapat ditentukan menggunakan rumus Formzahl (BIG, 2015):

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

Berdasarkan nilai F, klasifikasi pasang surut adalah sebagai berikut:

$0 < F < 0,25$  ; Pasang surut harian ganda

$0,25 \leq F < 1,5$  ; Pasang surut campuran condong ke harian ganda

$1,5 \leq F \leq 3,0$  ; Pasang surut campuran condong ke harian tunggal

$F > 3,0$  ; Pasang surut harian tunggal

### 2.3.4. Komponen Harmonik Pasang Surut

Karena rotasi bumi terhadap matahari dan revolusi bulan terhadap bumi sangat teratur, maka resultan gaya penggerak pasang surut dapat diuraikan sebagai sejumlah komponen harmonik pasang surut (*harmonic constituents*). Doodson mengembangkan metode sederhana untuk menentukan komponen-komponen utama pasang surut dengan menggunakan panjang data pengamatan pasang surut 15 dan 29 harian dengan pengamatan jam-jaman. Metode yang dikembangkan Doodson disebut Metode Admiralty. Berikut kesembilan komponen yang dipergunakan oleh Doodson:

Tabel 1. Tabel Frekuensi 9 Komponen Gelombang Pasut

| No | Jenis Komponen | Frekuensi (deg/jam) | Periode (jam) |
|----|----------------|---------------------|---------------|
| 1  | $K_1$          | 15,04               | 23,94         |
| 2  | $O_1$          | 13,94               | 25,82         |
| 3  | $P_1$          | 14,96               | 24,06         |
| 4  | $M_2$          | 28,98               | 12,42         |
| 5  | $S_2$          | 30,00               | 12,00         |
| 6  | $K_2$          | 30,08               | 11,97         |
| 7  | $N_2$          | 28,44               | 12,66         |
| 8  | $M_4$          | 57,97               | 6,21          |
| 9  | $MS_4$         | 58,98               | 6,10          |

(Zakaria, 2012)

Supriyadi, et. al. (2018) menjabarkan definisi dari 9 komponen pasang surut sebagai berikut:

- $K_1$  : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari.
- $O_1$  : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan.
- $P_1$  : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.
- $M_2$  : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan.
- $S_2$  : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.
- $K_2$  : Amplitudo komponen pasang surut semidiurnal yang disebabkan gabungan dari gaya tarik bulan dan matahari (*Lunisolar*).
- $N_2$  : Amplitudo komponen pasang surut semidiurnal yang disebabkan oleh lintasan elips bulan.
- $M_4$  : Amplitudo komponen pasang surut yang disebabkan oleh adanya gaya tarik bulan pada perairan dangkal.
- $MS_4$  : Amplitudo komponen pasang surut seperempat harian yang terjadi pada perairan dangkal.

### 2.3.5. Analisis Pasang Surut

Pasang surut pada perairan dangkal merupakan superposisi dari pasang surut yang ditimbulkan oleh faktor astronomi, meteorologi, dan faktor pengaruh berkurangnya kedalaman perairan (*shallow water tides*). Elevasi pasut ( $\eta$ ) secara matematis dirumuskan oleh Mihardja (Ongkosono (1989), dalam Zakaria (2012)) yaitu sebagai berikut:

$$\eta = \eta_{ast} + \eta_{met} + \eta_{shall} \quad (2)$$

Dimana  $\eta_{ast}$  adalah elevasi pasut akibat faktor astronomi,  $\eta_{met}$  adalah elevasi pasut akibat faktor meteorologi, dan  $\eta_{shall}$  adalah elevasi pasut akibat efek gesekan dasar laut.

Komponen pasut karena faktor astronomi dan pasut perairan dangkal bersifat periodik, sedangkan gangguan faktor meteorologi bersifat musiman dan hanya sesaat saja. Apabila tanpa memerhatikan faktor meteorologi, maka elevasi pasut dituliskan oleh Ali, dkk (1994) dalam Zakaria (2012) sebagai berikut:

$$\eta(t) = S_o + sso + \sum_{r=1}^k C_r \cdot \cos(\omega_r \cdot t - P_r) \quad (3)$$

Dimana  $\eta(t)$  adalah elevasi pasut fungsi dari waktu,  $C_r$  adalah amplitudo komponen ke- $r$ ,  $\omega_r$  adalah  $2\pi / T_r$  dengan  $T_r$  adalah periode komponen ke- $r$ ,  $S_o$  adalah duduk tengah permukaan laut,  $sso$  adalah perubahan bentuk duduk tengah musiman karena efek muson, dan  $t$  adalah waktu.

### 2.3.6. Metode *Least Squares*

Dengan mengabaikan suku yang dipengaruhi faktor meteorologi, Persamaan (3) dapat ditulis seperti berikut:

$$\eta(t) = S_o + \sum_{r=1}^k C_r \cdot \cos(\omega_r \cdot t - P_r) \quad (4)$$

Persamaan ini merupakan Persamaan Model Harmonik Pasang Surut yang akan didapatkan berdasar fakta pasang surut dari suatu daerah.

#### 2.4. Penyimpangan

Rumus mencari kesalahan absolut melalui selisih nilai antara nilai eksak dan nilai perkiraan yaitu:

$$E_e = p - p' \quad (5)$$

Dimana  $E_e$  adalah kesalahan absolut,  $p$  adalah nilai eksak (data UHSLC), dan  $p'$  adalah nilai perkiraan (data BIG).

Lalu untuk mendapatkan kesalahan relatif, dapat dihitung dengan membagi hasil dari kesalahan absolut dengan nilai eksak sebagai berikut:

$$\varepsilon_e = E_e / p \quad (6)$$

#### 2.5. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah sebuah bilangan yang merupakan hasil dari pengukuran kekuatan hubungan antara dua peubah  $X$  dan  $Y$ . Hubungan linier sempurna terjadi bila nilai  $r = +1$  atau  $-1$  (Walpole, 2015), dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (7)$$

Pada penelitian ini yang dibandingkan yaitu nilai elevasi serta amplitudo dari data BIG dan UHSLC.

Tabel 2. Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi

| Interval Koefisien | Tingkat Hubungan |
|--------------------|------------------|
| 0,000 – 0,199      | Sangat rendah    |
| 0,200 – 0,399      | Rendah           |
| 0,400 – 0,599      | Sedang           |
| 0,600 – 0,799      | Kuat             |
| 0,800 – 1,000      | Sangat kuat      |

(Sugiyono. 2015)

#### 2.6. Tide Gauge

*Tide gauge* adalah alat pengukur perubahan permukaan laut yang dilengkapi dengan sensor elektronik untuk mencatat ketinggian permukaan air laut secara terus menerus dan mengirimkan data tersebut ke komputer.

UHSLC menawarkan dua jenis data *tide gauge* dengan jenis tingkat kontrol kualitas yang berbeda, yaitu data *Fast Delivery* (FD) dan *Research Quality Data* (RQD). Dimana data *Fast Delivery* dirilis dalam waktu 1-2 bulan setelah pengumpulan data, dan *Research Quality Data* dianggap sebagai kumpulan data ilmiah akhir yang sudah siap untuk digunakan, yang dirilis oleh UHSLC 1-2 tahun setelah data diterima dari pembuat data.

UHSLC memiliki peran dalam pembentukan dan pemeliharaan dari program *Global Sea Level Observing System* (GLOSS) yang didirikan oleh The *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC) dari UNESCO pada tahun 1985. Pengukuran GLOSS *Core Network* dialokasikan untuk setiap pulau atau kelompok pulau dengan jarak ke laut terbuka tidak lebih dari 500 km. Dan di sepanjang pantai yang umumnya tidak kurang dari 1000 km.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Wilayah Studi

Wilayah studi dari penelitian ini adalah stasiun pasang surut Tanjung Lesung, Provinsi Banten, Indonesia. Yang berada pada koordinat 06° 17' 24" LS dan 105° 24' 00" BT.

#### 3.2. Data Penelitian

Adapun data pasang surut yang digunakan yaitu data sekunder pasang surut jam-jaman stasiun Tanjung Lesung periode waktu 2008-2012. Data pemodelan diunduh dari laman <http://tides.big.go.id> milik BIG, sementara data pengukuran *tide gauge* diperoleh dari laman <http://uhslc.soest.hawaii.edu> UHSLC.

#### 3.3. Pelaksanaan Penelitian

Data pasang surut diambil dari dua laman berbeda pada stasiun Tanjung Lesung. Digunakan data jam-jaman 30 harian untuk periode waktu 5 tahun. Data yang telah diunduh, diperiksa kelengkapannya dan diurutkan ke dalam bentuk *time series*. Data *time series* diinput ke dalam program *notepad* dengan nama *signals.inp*. Selanjutnya memasukkan data 9 komponen pasut ke dalam program *notepad* dengan nama *fourier.inp*. Kemudian data *signals.inp* dan *fourier.inp* dimasukkan ke dalam folder program ANFOR. Lalu menjalankan *fouriers.exe* yang nantinya akan menghasilkan *signals.out*, *signalr.out*, *fourier.out*, dan *signals.eps*. Hasil keluaran dari ANFOR diolah sehingga didapat nilai penyimpangan serta keakuratan berdasarkan elevasi dan amplitudo komponen pasang surut, dan menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

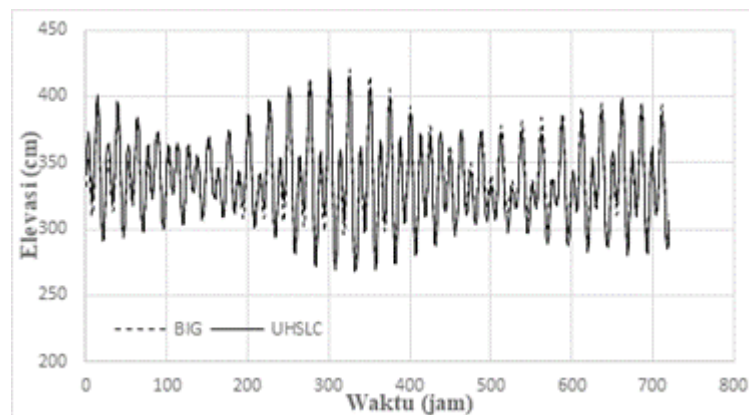
#### 4.1. Karakteristik Pasang Surut

Dengan program ANFOR, didapat nilai amplitudo 9 komponen sehingga karakteristik gelombang dapat dihitung dengan rumus Formzahl. Didapat nilai F untuk data BIG sebesar 0.5314 ( $0,25 \leq F < 1,5$ ), dan nilai F untuk data UHSLC yaitu 0,4783 ( $0,25 \leq F < 1,5$ ). Maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik pasang surut di stasiun Tanjung Lesung adalah pasang surut tipe campuran condong semi diurnal.

#### 4.2. Analisis Pasang Surut Berdasarkan Elevasi

##### 4.2.1. Elevasi Pasang Surut Bulanan

Pada penelitian ini digunakan data pasang surut 30 harian untuk seri waktu 2008-2012 dari stasiun Tanjung Lesung, Provinsi Banten, Indonesia. Untuk data pasang surut 30 harian, diperlukan sampel data pasang surut jam-jaman sebanyak 720 data yang digambarkan sebagai berikut:



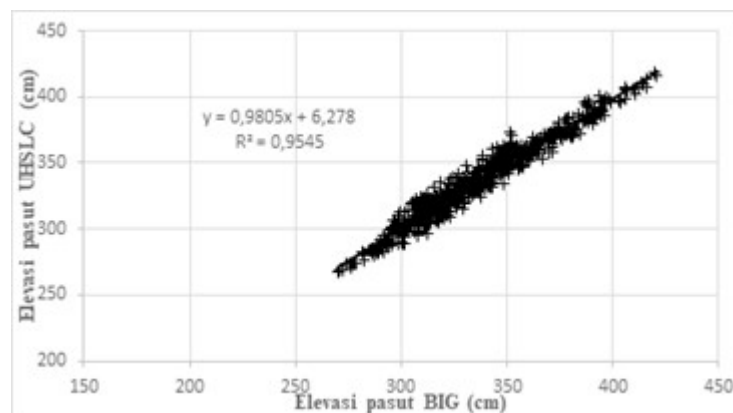
Gambar 1. Elevasi pasang surut Desember tahun 2008.

#### 4.2.2. Penyimpangan Pasang Surut Berdasarkan Elevasi

Didapat nilai penyimpangan berdasarkan elevasi pasang surut antara data BIG dan UHSLC untuk periode waktu lima tahun yaitu sebesar 3,3906 %. Sedangkan nilai rata-rata selisih elevasi dari data BIG dan UHSLC yaitu sebesar 11,02 cm.

#### 4.2.3. Koefisien Korelasi Langsung Berdasarkan Elevasi Pasang Surut

Koefisien korelasi bulanan yang diperoleh dari elevasi data BIG dan UHSLC digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Koefisien korelasi elevasi Desember tahun 2008.

Diperoleh nilai koefisien korelasi rata-rata pada tahun 2008 yaitu 0,9678, pada tahun 2009 sebesar 0,9633, pada tahun 2010 sebesar 0,9720, pada tahun 2011 sebesar 0,9674, dan besar nilai koefisien korelasi rata-rata pada tahun 2012 yaitu sebesar 0,9508. Jadi nilai rata-rata koefisien korelasi berdasarkan elevasi dari tahun 2008-2012 yaitu sebesar 0,9673. Mengacu pada Tabel 2 mengenai pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi yang dicantumkan pada bab 2, maka nilai koefisien korelasi berdasarkan elevasi dalam kurun waktu lima tahun sebesar 0,9673 tersebut dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat.

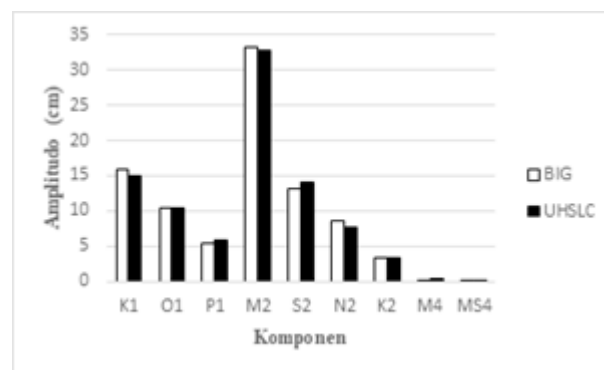
#### 4.3. Analisis Pasang Surut Berdasarkan Amplitudo Komponen Pasang Surut

##### 4.3.1. Penyimpangan Pasang Surut Berdasarkan Amplitudo Komponen Pasut

Didapat nilai penyimpangan yang bervariasi, yaitu komponen pasut  $K_1$  sebesar 15,7853 %,  $O_1$  sebesar 4,8253 %,  $P_1$  sebesar 28,1752 %,  $M_2$  sebesar 3,2388 %,  $S_2$  sebesar 10,6345 %,  $N_2$  sebesar 10,5147 %,  $K_2$  sebesar 41,3055 %,  $M_4$  sebesar 97,4340 %, dan  $MS_4$  sebesar 97,2310 %.

##### 4.3.2. Perbandingan Amplitudo Komponen Pasut BIG dan UHSLC

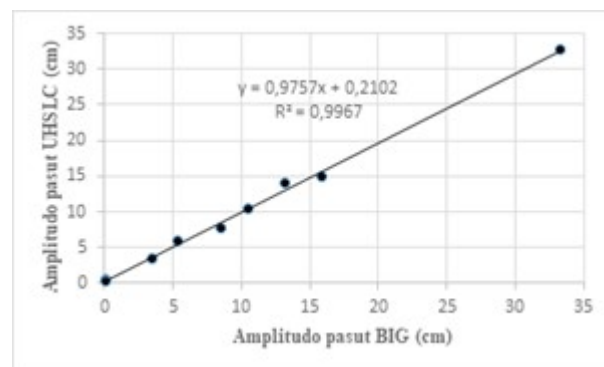
Dalam penelitian ini, hasil amplitudo 9 komponen pasang surut data BIG dibandingkan dengan hasil amplitudo 9 komponen pasang surut data UHSLC per tahun selama periode waktu 2008-2012. Berikut adalah contoh perbandingan amplitudo yang diperoleh dari data BIG dan UHSLC:



Gambar 3. Perbandingan amplitudo pasut Desember tahun 2008.

##### 4.3.4. Koefisien Korelasi Berdasarkan Amplitudo Komponen Pasut

Berikut adalah koefisien korelasi bulanan yang diperoleh dari amplitudo data BIG dan UHSLC:



Gambar 4. Koefisien korelasi amplitudo Desember tahun 2008.

Diperoleh nilai koefisien korelasi rata-rata pada tahun 2008 yaitu 0,9960, pada tahun 2009 sebesar 0,9940, pada tahun 2010 sebesar 0,9937, pada tahun 2011 sebesar 0,9757, dan besar nilai koefisien korelasi rata-rata pada tahun 2012 yaitu sebesar 0,9837. Jadi



nilai rata-rata koefisien korelasi berdasarkan amplitudo dari tahun 2008-2012 yaitu sebesar 0,9898. Mengacu pada Tabel 2 mengenai pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi yang dicantumkan pada bab 2, maka nilai koefisien korelasi berdasarkan komponen pasang surut dalam kurun waktu lima tahun sebesar 0,9898 tersebut dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dengan menggunakan metode Formzahl diketahui bahwa tipe pasang surut pada stasiun Tanjung Lesung yaitu tipe *mixed tide prevailing semi diurnal*. Didapat nilai penyimpangan berdasarkan elevasi sebesar 3,3906 % yang menunjukkan bahwa tingkat akurasi baik. Diperoleh nilai rata-rata koefisien korelasi langsung berdasarkan elevasi yaitu 0,9673, dengan kategori tingkat hubungan sangat kuat. Nilai penyimpangan berdasarkan amplitudo komponen pasang surut  $K_1$  sebesar 15,7853 %,  $O_1$  sebesar 4,8253 %,  $P_1$  sebesar 28,1752 %,  $M_2$  sebesar 3,2388 %,  $S_2$  sebesar 10,6345 %,  $N_2$  sebesar 10,5147 %,  $K_2$  sebesar 41,3055 %,  $M_4$  sebesar 97,4340 %, dan  $MS_4$  sebesar 97,2310 %. Sementara nilai koefisien korelasi berdasarkan amplitudo komponen pasut yaitu 0,9898, dengan tingkat hubungan sangat kuat. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa antara data pemodelan BIG dan data pengukuran UHSLC memiliki tingkat keakuratan tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Y., Syah, A. F., dan Hidayah, Z. 2017. *Pemodelan Genangan Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi di Wilayah Pesisir Selat Madura*. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III 2017. 203-214.
- Badan Informasi Geospasial. 2015. *Prediksi Pasang Surut 2015 Zona B*. Badan Informasi Geospasial, Cibinong. 37 hlm.
- Bismo, S. 2015. *Seri Matematika Terapan Untuk S2, Modul 3: Regresi Linier Dengan Metode Kuadrat Terkecil*. TGP-FTUI, Jakarta. 23 hlm.
- Fitriana, D., Oktaviani, N., dan Khasanah, I. U. 2019. *Analisa Harmonik Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Pada Stasiun Berjarak Kurang Dari 50 km*. Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Vol.6, No.1:38-48.
- Grue, J. dan Trulsen, K. 2006. *Waves in Geophysical Fluids: Tsunamis, Rogue Waves, Internal Waves and Internal Tides*. Springer Wien New York, Oslo and Marseille. 332 hlm.
- Hanggara, I., Montarcih, L., dan Sisinggih, D. 2015. *Analisa Peramalan Debit Sungai Menggunakan Metode Arima (Auto Regressive Integrated Moving Average) di Sungai Brantas Hulu*. Jurnal Teknik Pengairan. Vol.6, No.2:197-205.
- Hidayat, A. 2012. *Analisis Pengembangan Kawasan Pesisir Berbasis Mitigasi Sea Level Rise (Kenaikan Muka Air Laut) Studi Kasus Kawasan Kota Lama Makassar*. Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia. Vol.1, No.1:87-100.
- Khatimah, H., Jaya, I., dan Atmadipoera, A. S. 2016. *Pengembangan Perangkat Lunak Antar-Muka Instrumen Motiwali (Tide Gauge) Untuk Analisis Data Pasang Surut*. Jurnal Kelautan Nasional. Vol.11, No.2:97-104.
- Magori, C. 2008. *Tidal Analysis and Prediction in The Western Indian Ocean: Regional Report*. Kenya Marine & Fisheries Research Institute, Kenya. 38 hlm.

- Morozov, E. G. 2018. *Oceanic Internal Tides: Observations, Analysis and Modeling*. Springer, Russia. 304 hlm.
- Prasetyo, A. A. 2016. *Analisa Kesalahan Pemodelan Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok*. (Skripsi). Universitas Lampung, Bandar Lampung. 82 pp.
- Putra, A. Y. N. 2017. *Pembuatan Co-Tidal Charts Perairan Laut Jawa*. (Tugas Akhir). Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. 101 pp.
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., dan Natih, N. M. N. 2015. *Variasi Amplitudo Konstituen Harmonik Pasang Surut Utama di Stasiun Bitung, Sulawesi Selatan*. Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP. Vol.20, No.2:73-86.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Alfabeta, Bandung. 458 hlm.
- Supriyadi, E., Siswanto, dan Pranowo, W. S. 2018. *Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpuk, Belitung dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Vol.19, No.1:29-38.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta. 396 hlm.
- Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset, Yogyakarta. 490 hlm.
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta. 327 hlm.
- Universitas Lampung. 2018. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset, Bandar Lampung. 65 hlm.
- Walpole, R. E. 2015. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 516 hlm.
- Wyrтки, K. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. The University of California, California. 195 hlm.
- Zakaria, A. 2012. *Rekayasa Pantai dan Pelabuhan*. Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung. 105 hlm.
- Zakaria, A. 2014. *Manual ANFOR (Analysis Fourier) Program Periodik*. Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung. 10 hlm.