

# PENGARUH SIMULASI AWAL WAKTU PENGAMATAN TERHADAP HASIL PREDIKSI PASANG SURUT DI PERAIRAN KOTABARU MENGGUNAKAN METODE *ADMIRALTY*

Syusella Kalvi Handika<sup>1)</sup>, Andy Hendri<sup>2)</sup>, Rinaldi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: [syusella.kalvi5945@student.unri.ac.id](mailto:syusella.kalvi5945@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*This study examines variations in the initial time of observation based on the Hijri calendar which aims to determine the most accurate time to make observations in the field. The analysis of this research used the Admiralty method with hourly observation data for 15 days. The data uses tide data in Kotabaru waters and simulated against two hundred and forty-three time variations. The results of the data analysis show that the smallest average root mean square error (RMSE) resulting from the 15-day tide prediction is 16.68 cm, which is the prediction of the start date of the 16 Hijri calendar. So that the most appropriate time to make tidal observations in the field for tidal predictions in Kotabaru waters is on the 16th of each Hijri month or during the fourth moon phase (humpback month). The value of the formzhal number obtained is 0.66, so the tidal type in the study location is included in the semi-diurnal tide type classification.*

*Key words: beginning time, admiralty method, RMSE.*

## PENDAHULUAN

Secara geografis Kabupaten Kotabaru terletak antara 2° 18' 44,57" – 5° 0' 35,24" Lintang Selatan dan 115° 29' 38,36" - 117° 31' 29,17" Bujur Timur, Dengan Luas Wilayah 9.422,46 Km<sup>2</sup> (lebih dari ¼ Kalsel) dan terdiri dari 1 pulau besar dan 110 kecil serta Panjang pantai 825 Km dan jumlah penduduk yang ada di kabupaten kotabaru adalah sebesar 308.730 jiwa (Karim, 2016). Kabupaten Kotabaru ini memiliki Ibu Kota yang terpisah dari daratan Kalimantan Selatan, yaitu terletak di pulau laut . Wilayah laut dan pantai pulau Kotabaru dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia seperti pelayaran,

perikanan tangkap, transportasi laut, pertambangan, dan lain sebagainya. Dalam pelaksanaan setiap aktivitas tersebut memerlukan pengetahuan tentang fenomena atau parameter oseanografi, yaitu pasang surut air laut.

Penelitian ini membahas salah satu parameter oseanografi yang berpengaruh terhadap aktivitas-aktivitas yang dilakukan di wilayah pesisir Kotabaru tersebut, yaitu pasang surut (pasut) air laut. Pengetahuan tentang pasang surut sangat penting dalam perencanaan bangunan-bangunan pantai, penentuan alur pelayaran, dan lain sebagainya. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat

penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pantai. Sebagai contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang, elevasi puncak dermaga, dan lain sebagainya ditentukan oleh elevasi muka air laut pasang, sementara kedalaman alur pelayaran/pelabuhan ditentukan oleh muka air surut.

Keadaan pasut di suatu lokasi digambarkan oleh konstanta harmonik. Analisis perhitungan komponen-komponen pasut dapat ditentukan dengan menggunakan metode *admiralty*. Metode *admiralty* merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam (Lolong & Masinambow, 2011).

Ahmad (2017) mengkaji pengaruh simulasi awal data terhadap hasil prediksi pasut menggunakan metode *admiralty* dengan data pengamatan selama 15 hari di Pelabuhan Dumai. Data pengamatan pasut dalam penelitian tersebut disusun berdasarkan penanggalan Hijriah. Dalam penelitian tersebut diperoleh nilai rata-rata RMSE terkecil dari hasil verifikasi terhadap data simulasi adalah 76,40 cm. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui melalui bilangan *Formzhal* bahwa pelabuhan Dumai memiliki tipe pasut harian ganda (*semi diurnal tide*).

Penelitian lainnya yang telah dilakukan oleh Astari (2018) mengenai analisis waktu awal pengamatan pasut yang menghasilkan prediksi pasut paling akurat. Penelitian tersebut melanjutkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Ahmad (2017), yaitu memprediksi pasut menggunakan metode *admiralty* dengan data pengamatan pasut dengan lokasi yang sama di

perairan Dumai. Namun, panjang data yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah 29 hari. Dalam penelitian tersebut diperoleh hasil prediksi metode *admiralty* 29 hari lebih akurat jika dibandingkan dengan penelitian yang sebelumnya, yaitu dengan nilai RMSE terkecil 44,36 cm.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan awal waktu pengamatan yang akurat di lapangan menggunakan metode *admiralty*. Data yang digunakan adalah data pasut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan panjang data input yang digunakan adalah 15 hari.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,3 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari (Triatmodjo, 2010).

### Gaya Pembangkit Pasang Surut

Gaya-gaya pembangkit pasang surut disebabkan oleh gaya tarik menarik antarabumi, bulan, matahari. Menurut Fadilah et all (2014) pembentukan pasang surut air laut sangat dipengaruhi oleh gerakan utama matahari dan bulan, yaitu:

1. Revolusi bulan terhadap bumi, orbitnya berbentuk elips dan periode yang diperlukan untuk menyelesaikan revolusi itu adalah 29,5 hari.
2. Revolusi bumi terhadap matahari dengan orbitnya berbentuk elips dan periode yang diperlukan adalah 365,25 hari.
3. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri yang memerlukan waktu selama 24 jam.

## Komponen Pasang Surut

Komponen pasang surut merupakan uraian dari resultan gaya penggerak pasang surut. Resultan gaya pasut adalah resultan dari gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Komponen pasut yang utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komponen Pasang Surut

Komponen	Simbol	Keterangan
Utama bulan	$M_2$	
Utama matahari	$S_2$	
Bulan akibat variasi bulanan jarak bumi-bulan	$N_2$	Pasang Surut
Matahari-bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari-bulan	$K_2$	Semi Diurnal
Matahari-bulan	$K_1$	
Utama Bulan	$O_1$	Pasang Surut
Utama Matahari	$P_1$	Diurnal
Utama bulan	$M_4$	Perairan
Matahari-bulan	$MS_4$	Dangkal

## Tipe dan Jenis Pasang Surut

Menurut Triatmodjo (2010) pasang surut di Indonesia dapat dibagi menjadi empat tipe, yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

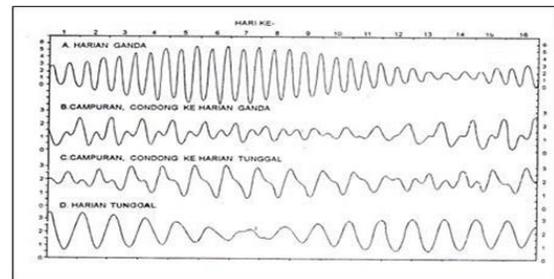
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

4. Pasang surut campuran condong ke diurnal

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Gambar 1 menunjukkan keempat jenis pasang surut tersebut.



Gambar 1 Tipe Pasang Surut  
Sumber: Triatmodjo, 2010

Tipe pasang surut dapat dicari dengan mendapatkan bilangan atau konstanta pasut (*Tidal Constant/Formzahl*) yang dihitung dengan metode *Admiralty*. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2} \quad (1)$$

dengan:

- $F$  : *Formzahl* atau konstanta pasang surut
- $A_{K1}$  : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari
- $A_{O1}$  : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari
- $A_{M2}$  : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh bulan
- $A_{S2}$  : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh matahari

Bila harga  $F$  memenuhi salah satu perjanjian seperti di bawah ini:

1.  $0 < F < 0,25$  maka tipe pasang surut sebagai Harian Ganda murni (*semi diurnal*).
2.  $0,25 < F < 1,50$  maka tipe pasang surut sebagai campuran (*mixed type*) condong ke Harian Ganda.
3.  $1,50 < F < 3,00$  maka tipe pasang surut sebagai campuran (*mixed type*) condong ke Harian Tunggal.
4.  $F \geq 3,00$  maka tipe pasang surut sebagai Harian Tunggal murni (*diurnal type*).

### Metode Admiralty

Metode *admiralty* merupakan metode analisis harmonik pasut yang digunakan untuk menganalisis komponen pasut. Kelebihan utama dari *admiralty* yaitu dapat menganalisis data pasut jangka waktu pendek (15 hari dan 29 hari). Perhitungan dilakukan mulai dari skema pertama hingga skema ke delapan

dengan bantuan beberapa tabel pengali. Hasil akhir dari metode analisis ini berupa nilai amplitudo dan fase dari sembilan komponen pasang surut, yaitu  $M_2, S_2, K_2, N_2, O_1, K_1, P_1, MS_4$ , dan  $M_4$ .

### Tingkat Kesalahan

Tujuan dari menghitung tingkat kesalahan adalah untuk menilai akurasi hasil analisis pasut. Pada penelitian ini tingkat kesalahan dihitung dengan persamaan *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE* merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan hasil analisis. Kelebihan dari *RMSE* yaitu memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi. Perhitungan *RMSE* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{oi} - y_{pi})^2}{n}} \quad (2)$$

dengan  $y_{oi}$  adalah elevasi pasut pengamatan ke  $i$ ,  $y_{pi}$  adalah elevasi pasut hasil simulasi ke  $i$ , dan  $n$  adalah jumlah data.

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *admiralty* dengan melakukan simulasi data sepanjang 15 hari. Data Simulasi data pasut divariasikan dengan 243 variasi awal waktu.

### Lokasi Penelitian

Data penelitian ini menggunakan data elevasi pasut di perairan Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pada koordinat  $3^{\circ}17'28''$  LS dan  $116^{\circ}08'43''$  BT. Tepatnya pada Pelabuhan Pelindo III Cabang Kotabaru.



Gambar 2 Lokasi Penelitian  
Sumber: Google Earth, 2020

### Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh melalui Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan panjang data yang digunakan selama 15 hari di tiap jamnya. Data penelitian ini diperoleh melalui email ke Badan Informasi Geospasial.

### Prosedur Penelitian Pengumpulan Data

Data pasut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dikumpulkan untuk lokasi penelitian perairan Kotabaru.

### Penyusunan Skema Analisis Pasut Metode Admiralty

Skema-skema perhitungan pasut metode admiralty disusun dengan bantuan aplikasi *spread sheet*. Metode ini digunakan untuk memperoleh tingkat kesalahan terendah.

### Simulasi Pasut

Simulasi pasut dengan data input sepanjang 15 hari dilakukan dengan 243 variasi awal waktu. Simulasi pertama

menggunakan data input dari tanggal 11 Rabi'ul Awal 1436 H sampai 25 Rabi'ul Awal 1436 H, simulasi kedua menggunakan data tanggal 12 Rabi'ul Awal 1436 H sampai 26 Rabi'ul Awal 1436 H, dan seterusnya.

### Verifikasi Hasil Simulasi

Hasil simulasi diverifikasi terhadap data input. Verifikasi dilakukan dengan menghitung tingkat kesalahan data yang diperoleh dari perhitungan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tipe Pasut

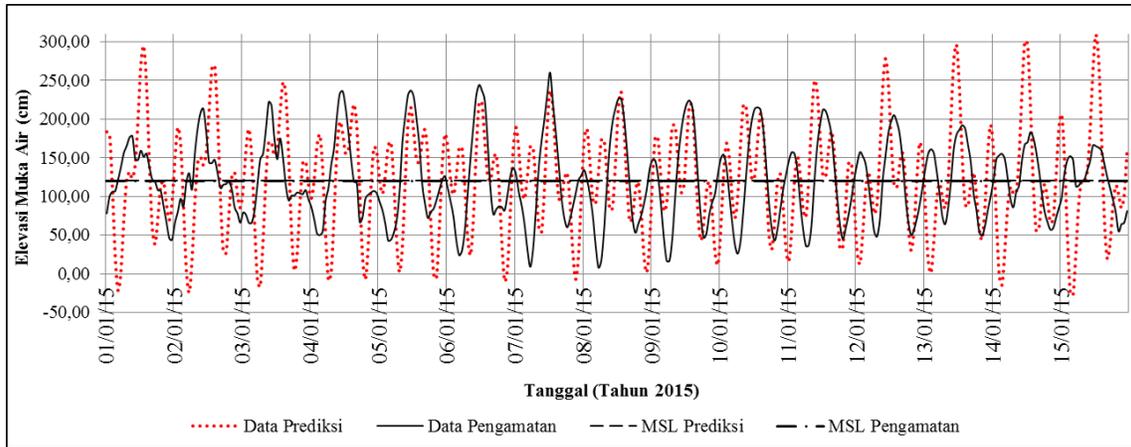
Berdasarkan Persamaan 1, diperoleh nilai bilangan *Formzhal* untuk lokasi penelitian perairan Kotabaru sebesar 0,66. Hasil perhitungan bilangan *Formzhal* berada pada rentang  $0,25 < F < 1,5$  maka pasut dapat diklasifikasikan pasut tipe campuran condong harian ganda (*mixed type*).

### Elevasi Pasut Hasil Simulasi

Elevasi pasut hasil simulasi dihitung setelah komponen pasut diperoleh. Berikut ini adalah elevasi pasut

hasil Simulasi Pasut 1 jika dibandingkan dengan elevasi pasut di lapangan. Gambar 4 menunjukkan bahwa data elevasi pasut

hasil simulasi pasut 1 panjang data 15 hari memiliki pola yang berbeda dengan elevasi data pasut pengamatan.

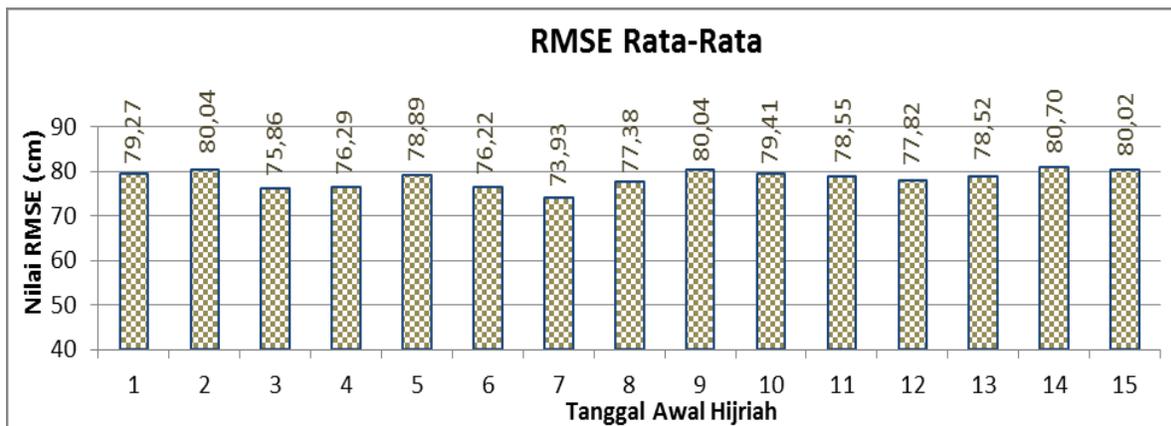


Gambar 4 Perbandingan Elevasi Pasut Dengan Data Pengamatan

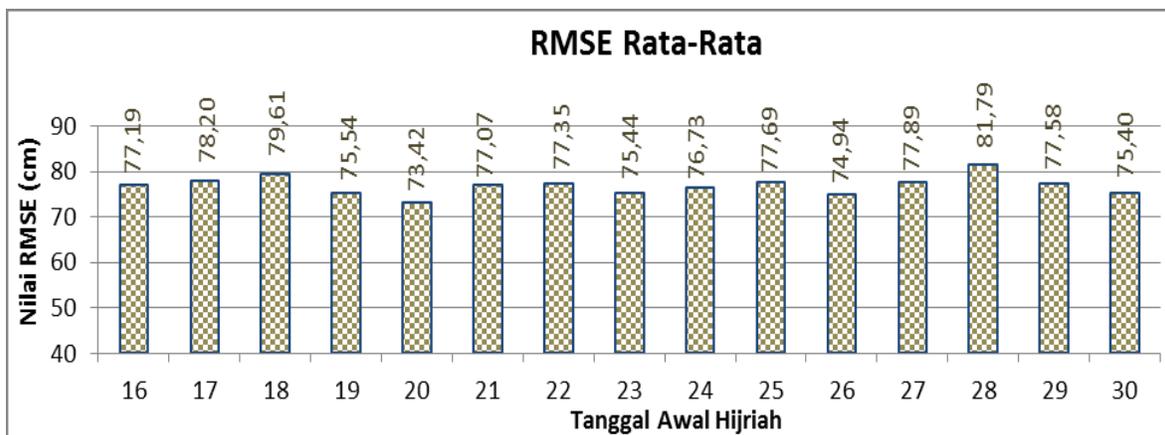
### Verifikasi Hasil Simulasi

Error pada hasil simulasi ini kemudian dihitung menggunakan persamaan RMSE. Nilai RMSE rata-rata tiap bulan yang diperoleh dari hasil verifikasi dapat dilihat pada Gambar 5

dan Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai RMSE rata-rata terkecil diperoleh pada tanggal 16 Hijriah dengan nilai *error* 73,42 cm yang mana pada tanggal tersebut termasuk fase bulan bungkuk.



Gambar 5 Diagram Nilai RMSE Hasil Verifikasi Tanggal 1-15 Hijriah



Gambar 6 Diagram Nilai RMSE Hasil Verifikasi Tanggal 16-30 Hijriah

### Perbandingan Analisis dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Ahmad tahun 2017, lokasi penelitian di Pelabuhan Dumai-Dermaga C Pelindo dengan panjang data *input* 15 hari. Analisis yang dilakukan pada penelitian tersebut yaitu menentukan tipe pasut dan awal waktu yang menghasilkan *error* terkecil pada lokasi penelitian. Verifikasi yang dilakukan pada penelitian tersebut adalah verifikasi menggunakan data simulasi itu sendiri yaitu data tanggal 13 Juli 2014 sampai 8 Desember 2014 (16 Ramadhan 1435 H sampai 16 Shafar 1436 H). Pada penelitian tersebut didapat tipe pasut harian ganda, dengan bilangan *formzahl* yaitu 0,25.

Nilai rata-rata RMSE terkecil dari hasil verifikasi terhadap data simulasi adalah 76,40 cm, nilai tersebut terdapat pada data tanggal awal 12 hijriah, yaitu pada fase 4 (bulan bungkuk awal). Berbeda halnya dengan penelitian ini yang mana pada penelitian ini nilai RMSE yang diperoleh adalah 73,42 cm yang artinya awal waktu yang paling akurat berada pada tanggal 16 hijriah atau pada fase bulan bungkuk, kemudian tipe pasut pada penelitian ini yaitu tipe

condong harian ganda. Hal ini menunjukkan bahwa tipe prediksi pasut pada setiap daerah tidak selalu sama, karna dipengaruhi kondisi geografis, topografis dan juga posisi bulan dan matahari terhadap bumi. Namun, seperti yang telah dibahas pada latar belakang penelitian bahwa untuk prediksi pasut dengan panjang data 15 hari tidak terlalu akurat, karna menghasilkan *error* yang besar, berbeda halnya dengan prediksi pasut dengan panjang data 29 hari, dimana pada panjang data 29 hari akurasi prediksi yang dihasilkan lebih tinggi disbanding panjang data 15 hari, dengan nilai *error* 44,36 cm.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bilangan *formzahl* rata-rata yang didapat pada penelitian ini yaitu sebesar 0,66. Sehingga dapat disimpulkan tipe pasut di perairan Kotabaru, Kalimantan Selatan adalah pasang surut campuran (*mixed type*) condong ke harian ganda
2. Tanggal awal simulasi yang menghasilkan nilai elevasi pasut

dengan nilai RMSE terkecil adalah pada tanggal 16 Hijriah (fase bulan bungkuk).

3. Nilai rata-rata RMSE terkecil hasil simulasi metode *admiralty* yaitu sebesar 73,42 cm.

### Saran

Penelitian ini hanya menggunakan panjang data 15 hari, sehingga untuk mengetahui perbandingan akurasi antara panjang data 15 hari dan 29 hari pada perairan Kotabaru dapat diteliti lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., Hendri, A., & Fauzi, M. (2017). Pengaruh Simulasi Awal Data Pengamatan Terhadap Efektivitas Prediksi Pasang Surut Metode Admiralty (Studi Kasus Pelabuhan Dumai). *JOM*, 53(9), 1689–1699.
- Astari, K. F., Hendri, A., & Fauzi, M. (2018). Analisis Pasang Perairan Dumai Menggunakan Metode Admiralty. *JOM*, 35(1), 2109–2125.
- Fadilah, Suripin, & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspri*, 6(1), 1–12.
- Google Earth. (2020). *Google Earth*. Retrived Agustus 15, 2020. from Google:<https://earth.google.com/web/search/Pelabuhan+Pelindo+III+Cabang+Kotabaru,+Stagen,+Kotabaru,+South+Kalimantan,+Indonesia>.
- Lolong, M., & Masinambow, J. (2011). Penentuan Karakteristik dan Kinerja Hidro Oceanografi Pantai (Studi Kasus Pantai Inobonto). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2), 127–134.

Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Karim, S. (2016). *Analisa Penggunaan Solar Cell Pada Pju Di Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru Kalimantan Selatan*. 02(02), 81–91.