

ANALISIS PREDIKSI PASANG SURUT AIR LAUT DI PERAIRAN MAKASSAR DENGAN METODE ADMIRALTY

Indah Aulia Rizky¹⁾, Andy Hendri²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

1)Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

2)Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email : indah.aulia1835@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research aims to determine the beginning of the observation time that produces the most accurate prediction data. The pasut prediction method used is admiralty method with 15 days observation data as much as 115 variations of data, then simulation data will be verified against the simulation data. Based on the results of the analysis of root mean square error (RMSE) value for each initial variation of the observation time, then the beginning of the most accurate observation time based on the smallest error value is obtained at 29.47 cm on the 15 hijri ladder (full moon phase). Nilai Formzahl average obtained 2.11 so that the type of pasut at the location of this study is skewed daily (Mixed tide prevailing diurnal). The results of the correlation coefficient analysis (r) of each variation of the initial time of observation show that the highest correlation value is on the 16th of Hijriah of 0.43, meaning that it has a moderate correlation.

Keywords: *beginning of time, admiralty method, correlation, formzahl, hijri*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Makassar adalah wilayah pesisir yang merupakan titik tumbuh kota Makassar, memiliki areal seluas 175,77 km² dengan panjang pesisir mencapai 35,52 km dan jumlah penduduk mencapai 1,5 juta jiwa (M.Hasani, 2015). Wilayah pesisir Kota Makassar menyediakan sumberdaya alam yang produktif baik sebagai sumber pangan, tambang mineral dan energi maupun rekreasi atau wisata. Selain itu Makassar juga berperan penting sebagai pusat perdagangan barang dan jasa, pusat jasa angkutan barang dan penumpang, baik melalui darat, udara, maupun laut. Sehingga pemerintah terus menerus melakukan pembangunan sebagai upaya peningkatan potensi

sumberdaya yang ada terutama potensi pemanfaatan perairan Makassar.

Upaya peningkatan potensi perairan Makassar antara lain melakukan reklamasi pantai Makassar, peningkatan perkembangan kegiatan usaha yang menyebabkan lahan untuk pembangunan di wilayah pesisir semakin sempit sehingga dilakukan reklamasi pantai sebagai salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut. Selain itu, Pemerintah Kota Makassar juga membangun pelabuhan, baik itu pelabuhan berskala kecil maupun berskala besar yang melayani banyak jenis barang maupun penumpang, contohnya seperti pelabuhan besar di Makassar yaitu Pelabuhan Soekarno Hatta dan Pelabuhan TNI Angkatan Laut. Setiap perencanaan prasarana di Makassar

yang merupakan daerah pesisir sangat penting untuk memperhatikan dan memperhitungkan besar kecil pengaruh pasang surut air laut beberapa tahun yang akan datang. Sehingga pengetahuan mengenai data oseanografi tentang pasut sangat dibutuhkan untuk membantu pengembangan daerah pesisir.

Pengetahuan tipe pasang surut yang ada di Indonesia akan memberikan gambaran umum mengenai berapakah terjadi pasang surut dalam satu hari. Prediksi pasut dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Admiralty*, *least square*, dan *spectrum*. Namun Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Admiralty*, metode ini digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data 15 harian pasut di tiap jam. Informasi data pasut pada penelitian diambil dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data tersebut akan disimulasikan terhadap beberapa variasi waktu pengamatan, kemudian akan di analisis penentuan awal waktu dengan *error* terkecil terhadap pengambilan data pengamatan pasut dan menghitung tingkat *error* dengan persamaan *Root Mean Square Error (RMSE)*, serta menghitung korelasi (*r*).

Tinjauan Pustaka

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari.

Pasang surut air laut di berbagai daerah tidak sama (Triatmodjo, 2012).

Pada suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Sifatnya yang dinamis membuat kondisi pasut di setiap wilayah Nusantara akan berbeda. Penentuan tipe pasang surut berdasarkan bilangan *formzahl* sebagai berikut.

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{A_{M2} + A_{S2}} \quad (1)$$

dengan:

F : *Formzahl* atau konstanta pasang surut

A_{O1} : Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

A_{K1} : Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik surya

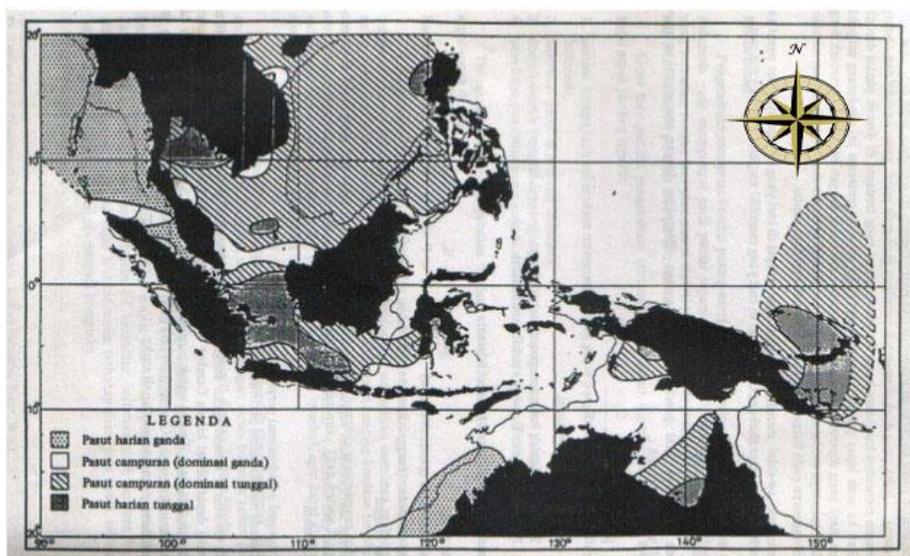
A_{M2} : Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

A_{S2} : Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik surya

Penentuan tipe pasang surut berdasarkan *range* bilangan *Formzahl*:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal*) jika $0 < F < 0,25$.
2. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed tide prevailing semidiurnal*) jika $0,25 < F < 1,5$.
3. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed tide prevailing diurnal*) jika $1,5 < F < 3,00$.
4. Pasang surut harian tunggal (*diurnal type*) jika $F \geq 3,00$.

Berikut peta sebaran pasut di Indonesia yang dibuat oleh Pariwono (1985) sebagai penyempurnaan dari peta sebaran pasut yang dibuat oleh Wyrтки tahun 1961, lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Sifat Pasut Perairan Asia Tenggara
 Sumber: Pariwono, 1985

Metode Admiralty

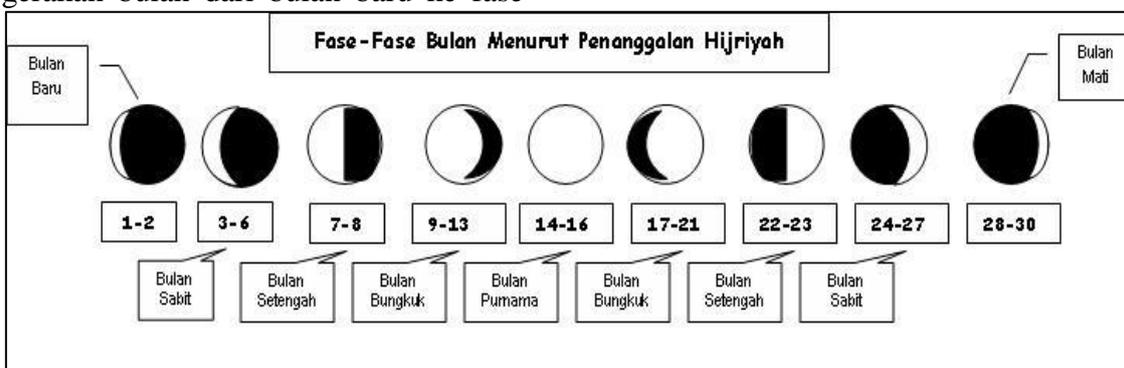
Metode *Admiralty* adalah metode perhitungan pasang surut yang digunakan untuk menghitung dua konsanta harmonik yaitu amplitudo dan keterlambatan phasa (Astari,2018). Komponen pasang surut yang dihasilkan hanya 9 komponen, yaitu M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , O_1 , K_1 , P_1 , MS_4 , dan M_4 .

Penanggalan Hijriah

Penanggalan hijriah adalah penanggalan yang ditetapkan berdasarkan revolusi bulan terhadap bumi. Pergerakan sinodis bulan yaitu gerakan bulan dari bulan baru ke fase

bulan baru berikutnya. Gerak sinodis ini membutuhkan waktu selama 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik (Astari at.,al, 2018).

Fase atau perubahan bentuk bulan terjadi akibat perubahan sudut dari garis yang menghubungkan antara matahari-bumi-bulan ketika bulan mengorbit bumi. Bulan memiliki banyak fase yang secara garis besarnya terdiri dari fase bulan baru, bulan kuartil I, bulan kuartil II dan bulan purnama, fase bulan lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fase Bulan Menurut Penanggalan Hijriah
 Sumber: Matra, 2010

Root Mean Square Error (RMSE)

Analisis *error* pada penelitian ini menggunakan persamaan *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE*

merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model

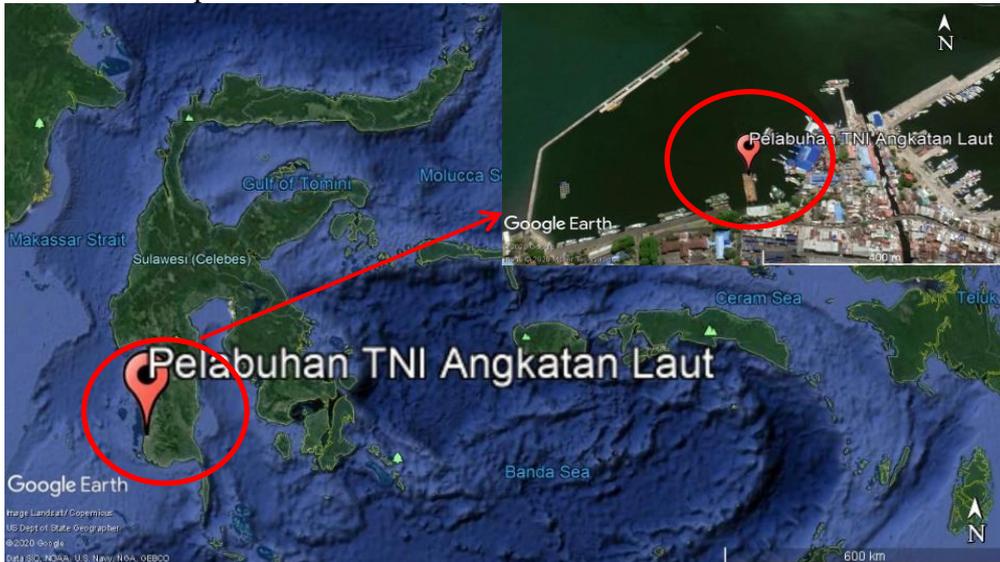
prakiraan (Mahyudin At., al, 2014). Nilai *RMSE* rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai obeservasinya.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{0i} - y_{pi})^2}{n}} \quad (2)$$

dengan:

y_{0i} adalah nilai data observasi ke- i

y_{pi} adalah nilai data prediksi ke- i



Gambar 3. Lokasi Penelitian
Sumber: *Google Earth*, 2019

n adalah jumlah data

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Makassar, tepatnya pada stasiun pengukuran pasut yang terletak di dermaga pangkalan utama TNI AL dengan koordinat 119°25'5.44" Bujur Timur dan 5° 6'39.97" Lintang Selatan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan panjang data selama 15 harian di tiap jam.

Prosedur Penelitian

Tahapan atau prosedur pada penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur berupa pembelajaran mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pasang surut, terutama ilmu prediksi pasang surut metode *Admiralty*.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) berupa data pasut di Perairan Makassar, Sulawesi Selatan.

3. Analisis Pasut Metode *Admiralty*

Analisis pasut dengan metode ini dilakukan dengan menyusun skema-skema perhitungan dengan bantuan *spread sheet*. Metode ini digunakan untuk memperoleh besaran amplitudo dan beda fase dari tiap komponen pasut. Analisis yang dilakukan menggunakan panjang data selama 15 harian di tiap jam.

4. Simulasi Pasut

Simulasi pasut dengan data pasut sepanjang 15 harian di tiap jam akan disimulasikan terhadap 115 variasi awal waktu pengamatan.

5. Analisis Tipe Pasut

Analisis tipe pasut dihitung menggunakan bilangan *Formzahl*, kemudian hasil dari perhitungan dikategorikan ke dalam jenis pasut sesuai dengan *range* bilangan *Formzahl* yang telah ditetapkan.

6. Verifikasi Prediksi Pasut

Verifikasi ini bertujuan untuk mengetahui akurasi hasil prediksi yang nantinya akan menghasilkan nilai *error* masing-masing simulasi pasut. Semakin kecil nilai *error* yang dihasilkan artinya data prediksi semakin mendekati data observasi.

7. Menghitung Nilai *RMSE*

Tingkat kesalahan data diperoleh dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error (RMSE)*. Nilai *RMSE* inilah nantinya yang dijadikan acuan penentuan awal waktu pengamatan yang paling akurat.

8. Menghitung Koefisien Korelasi

Nilai korelasi ini berguna untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan antara dua variabel, hal ini dibuktikan dengan adanya koefisien korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bilangan *Formzahl*

Analisis bilangan *formzahl* dihitung pada masing-masing variasi simulasi data, berikut contoh analisis bilangan *formzahl* untuk Simulasi Pasut 1.

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{A_{M2} + A_{S2}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30,86 + 19,61}{13,10 + 15,56} \\ &= 1,76 \end{aligned}$$

Setelah analisis bilangan *formzahl* masing-masing variasi simulasi data dilakukan, selanjutnya dirata-ratakan.

$$\begin{aligned} F_{rata-rata} &= \frac{\sum F}{n} \\ &= \frac{242,33}{115} \\ &= 2,11 \end{aligned}$$

sehingga didapat bilangan *formzahl* rata-rata sebesar 2,11. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut tipe pasut di perairan Makassar, Sulawesi Selatan adalah pasang surut campuran (*mixed type*) condong ke harian tunggal dengan *range* nilai antara $1,5 < F < 3,00$.

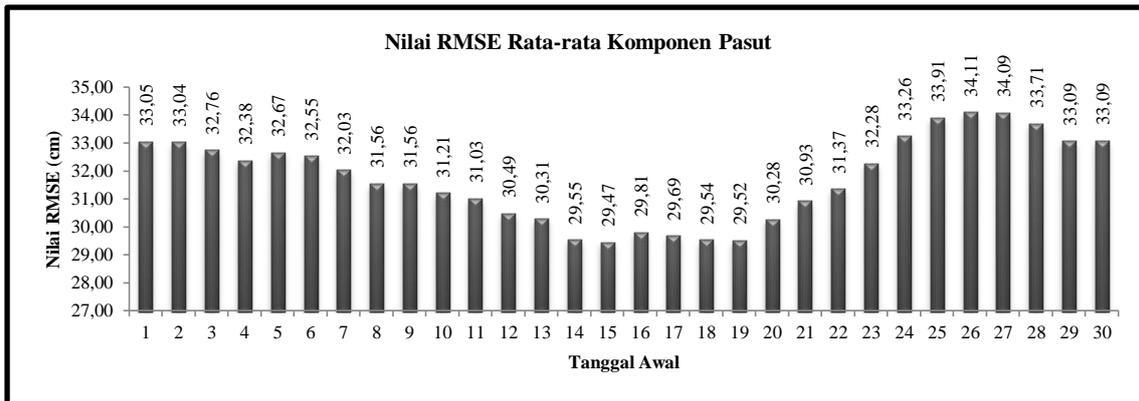
Nilai *RMSE*

Menghitung tingkat kesalahan dilakukan dengan menggunakan persamaan *RMSE* seperti yang sudah di analisis sebelumnya. Sebagai contoh perhitungan *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} RMSE &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{0i} - y_{pi})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{308.347,20}{360}} \\ &= 29,27 \end{aligned}$$

Berdasarkan Hasil analisis *RMSE* untuk masing-masing variasi data yang kemudian dirata-ratakan, dapat disimpulkan bahwa pengambilan data pengamatan yang paling akurat atau yang menghasilkan nilai *error* terkecil yaitu pada tanggal 15 hijriah (fase bulan purnama) sebesar 29,47 cm,

seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Nilai *RMSE* Rerata Dari Tanggal 1-30 Hijriah Untuk Panjang Data 15 Harian

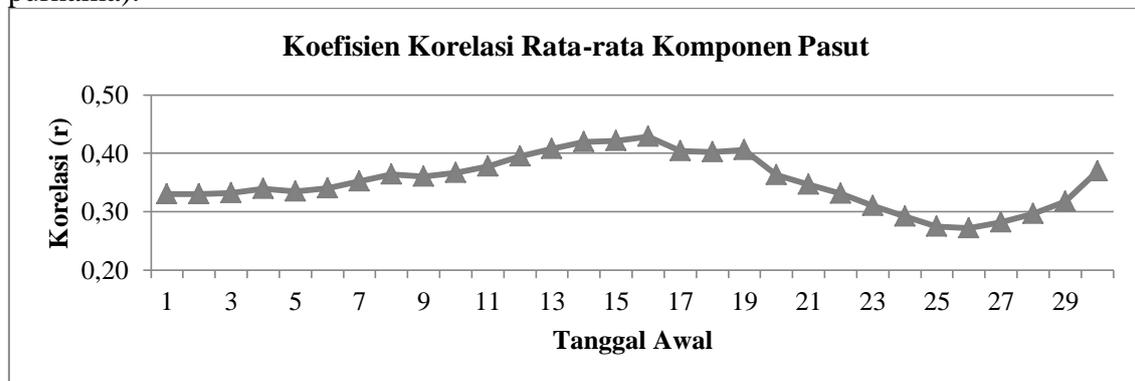
Perbandingan Hasil Analisis

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ahmad et al., 2017) berlokasi di perairan Dumai dengan panjang data yang digunakan yaitu dari tanggal 13 Juli 2014 sampai 8 Desember 2014 (16 Ramadhan 1435 H sampai 16 Shafar 1436 H). Berdasarkan penelitian tersebut nilai *RMSE* terkecil terdapat pada tanggal awal 12 penanggalan Hijriah, yaitu pada fase 4 (bulan bungkuk awal) yaitu sebesar 76,40 cm. Sedangkan pada penelitian ini, nilai *RMSE* terkecil berdasarkan verifikasi terhadap data simulasi didapat sebesar 29,47 cm pada tanggal awal 15 Hijriah yaitu pada fase bulan purnama.

Apabila kedua penelitian ini dibandingkan maka dapat disimpulkan bahwa dari masing-masing hasil analisis nilai *RMSE* tersebut, nilai *RMSE* rerata terkecil didapat sebesar 29,47 cm, yaitu pada tanggal awal 15 Hijriah (fase bulan purnama).

Koefisien Korelasi

Nilai korelasi tertinggi dari masing-masing variasi awal waktu yaitu terdapat pada tanggal 16 Hijriah sebesar 0,43, artinya memiliki hubungan yang sedang. Koefisien korelasi dengan kategori hubungan ini menunjukkan bahwa hasil prediksi tidak mendekati data observasi tetapi tidak juga memiliki selisih yang besar antara data prediksi dengan data observasi, sehingga dikatakan dapat digunakan tetapi tidak direkomendasikan. Namun hal ini tidak berpengaruh terhadap penentuan awal waktu pengamatan. Pada penelitian ini, penentuan awal waktu pengamatan yang paling akurat berdasarkan hasil nilai *RMSE* terkecil bukan koefisien korelasi. Hasil analisis koefisien korelasi rerata komponen pasang surut di Perairan Makasar ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Nilai Korelasi Rerata Komponen Pasut Untuk 15 Harian

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Bilangan *Formzahl* rata-rata didapat pada penelitian ini yaitu sebesar 2,11, sehingga dapat disimpulkan tipe pasut di perairan Makassar, Sulawesi Selatan adalah pasang surut campuran (*mixed type*) condong ke harian tunggal.
2. Nilai *RMSE* rata-rata terkecil yang dapat dijadikan referensi yaitu pada tanggal 15 Hijriah dengan nilai *RMSE* sebesar 29,47 cm yang terletak pada fase bulan purnama.
3. Nilai korelasi hasil prediksi pasut yang paling tinggi yaitu pada tanggal 16 Hijriah sebesar 0,43, artinya memiliki hubungan yang sedang.
4. Perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ahmad et al., 2017) maka nilai *RMSE* rerata terkecil didapat pada penelitian ini tanggal 15 Hijriah (fase bulan purnama) sebesar 29,47 cm.

Saran

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Admiralty*, disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode *Least Square* dengan menggunakan panjang data analisis dan verifikasi yang sama dengan penelitian ini dan di lokasi yang sama dengan penelitian ini. Sehingga dapat membandingkan hasil masing-masing metode agar mendapatkan metode yang paling akurat dalam menghasilkan prediksi pasut.

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 FTEKNIK*, 4(2), 1–10.

Astari, K. F., Hendry, A., & Fauzi, M. (2018). Analisis Pasang Surut Perairan Dumai Menggunakan Metode Admiralty. *Jom FTEKNIK*, 5(2), 1–6.

Google Earth, 2019. *Peta Lokasi Pelabuhan Soekarno Hatta, Kota Makassar, Sulawesi Selatan*. diakses pada 11 September 2019 dalam <http://maps.google.com/>.

Matra, 20105. Fase-fase Bulan. <http://www.astalog.com/2628/fase-fasebulan.htm>. diakses pada 25 Februari 2020, Pkl.18.37 WIB.

M.Hasani, (2015). Reklamasi Pantai Untuk Kawasan Ruang Publik (Studi Kasus : Pantai Loasi, Makassar). *Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Ekonomi dan Lingkungan*, 56, 375-386.

M.Mahyudin, I. Suprayogi, T. Trimaijon. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu. *JomFTEKNIK*, 1(1), 1-18.

Pariwono, J., (1985), *Australian cooperative programmes in marine sciences: tides and tidal phenomena in the ASEAN region*, Flinders University, Flinders.

Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta offset