

# ANALISIS PASANG SURUT DI PANTAI MAHEMBANG KECAMATAN KAKAS KABUPATEN MINAHASA PROVINSI SULAWESI UTARA

Nathania Fabiola Rompas

Muhammad I. Jasin, Hansje J. Tawas

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : [Nathaniarompas25@gmail.com](mailto:Nathaniarompas25@gmail.com)

## Abstrak

Pantai merupakan bentuk geografis yang terdiri dari pasir dan terdapat di daerah pesisir laut. Wilayah pantai terbentuk akibat adanya gelombang serta arus air laut yang menghantam tepi daratan secara terus menerus. Hantaman ombak air laut yang sifatnya merusak itu dapat mengakibatkan terjadinya pengikisan pada permukaan daratan sehingga membentuk daerah pantai. Gelombang laut yang besar secara terus menerus terjadi di pantai Mahembang, jika dibiarkan secara terus menerus dapat mengakibatkan erosi atau abrasi pada pantai tersebut.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besaran jenis pasang surut dan elevasi muka air laut di Pantai Mahembang dengan menggunakan metode Admiralty dimana pengukuran data pasang surut dilakukan selama 15 hari, dan data pasang surut didapat dari Navigasi TNI AL.

Melalui hasil analisis pasang surut yang dilakukan di pantai Mahembang maka diperoleh perairan pantai Mahembang memiliki pasang surut tipe harian ganda (semi diurnal). Elevasi muka air laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360cm (+170cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar 50cm (-140cm dari MSL).

**Kata Kunci:** Pantai Mahembang, Metode Admiralty, Pasang Surut.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir dan terdapat di daerah pesisir laut. Wilayah pantai terbentuk karena adanya gelombang serta arus air laut yang menghantam tepi daratan secara terus menerus. Hantaman ombak air laut yang bersifat merusak itu mengakibatkan terjadinya pengikisan pada permukaan daratan sehingga membentuk daerah pantai.

Wilayah pantai yang sangat panjang, aktivitas manusia, dan kegiatan pembangunan di daerah pantai serta faktor alam seperti gelombang, pasang surut, dan arus dapat menimbulkan dampak negatif di daerah pantai dengan terjadinya erosi dan sedimentasi pantai (Triatmodjo, 2011).

Gelombang laut yang cukup besar terjadi pada pantai yang terletak di pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa. Apabila deretan gelombang bergerak menuju pantai secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk gelombang yang disebabkan oleh transformasi gelombang.

Akibat dari perubahan bentuk gelombang

dapat menyebabkan pantai tersebut mengalami erosi atau abrasi. Fenomena tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada garis pantai serta fasilitas-fasilitas yang berada di daerah pantai tersebut.

### Rumusan Masalah

Menganalisis pasang surut yang dapat digunakan dalam perencanaan daerah pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.

### Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, masalah dibatasi dalam hal-hal berikut:

- Analisis hanya dilakukan di pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.
- Pengelolaan data pasang surut dilakukan dengan metode Admiralty.
- Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan besaran jenis pasang surut dengan menggunakan metode Admiralty serta menentukan elevasi muka air

laut di pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara

### Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- Mengetahui teknik pantai khususnya dalam mempelajari fenomena pasang surut.
- Sebagai referensi mengenai Pasang Surut dan Elevasi Muka Air Laut bagi pemerintah dan para perencana maupun pihak terkait lainnya dalam rangka perencanaan maupun pengembangan di pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara.

### Metode Penelitian

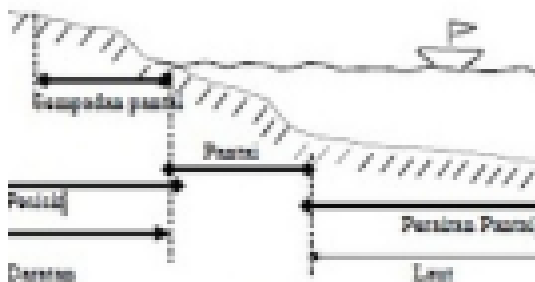
Penulisan ini dilakukan dengan metode:

- Studi Literatur: mendapatkan referensi dan metode dalam menetapkan teori untuk menunjang penelitian dan penulisan ini.
- Studi Kasus : menerapkan teori yang didapat dari referensi dalam suatu kasus.
- Studi Lapangan: untuk mendapatkan data primer dan sekunder dari lapangan.

## LANDASAN TEORI

### Gambaran Umum Pantai

Pantai merupakan daratan sepanjang tepian yang lebarnya proposional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai minimal 100 meter dari titik pasang tertinggi ke darat.



Gambar 1. Definisi Pantai dan Batasan Pantai

Pantai dapat terbentuk dari material dasar berupa lumpur, pasir atau kerikil. Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Pada pantai kerikil kemiringan pantai bisa mencapai 1:4, pantai pasir mempunyai kemiringan 1:29 – 1:50 dan

untuk pantai berlumpur mempunyai kemiringan sangat kecil mencapai 1:5000.

Pantai berlumpur sering terjadi di daerah pantai dimana terdapat banyak muara sungai yang membawa sedimen suspensi dalam jumlah besar ke laut. Pada pantai berpasir memiliki bentuk seperti ditunjukkan pada gambar 3. Profil Pantai. Dalam gambar tersebut pantai dibagi menjadi backshore dan foreshore. Batas antara kedua zona adalah puncak berm, yaitu titik dari run up maksimum pada kondisi gelombang normal (biasa). Run up adalah naiknya gelombang akibat benturan pada puncak berm atau pada permukaan bangunan. Run up gelombang mencapai batas antara pesisir dan pantai hanya selama terjadi gelombang badai. Surfzone terbentang dari titik dimana gelombang pertama kali pecah sampai titik run up di sekitar lokasi gelombang pecah. Di lokasi gelombang pecah terdapat longshore bar, yaitu gundukan pasir di dasar yang memanjang sepanjang pantai.

### Pengertian Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi (gerakan naik turunnya) muka air laut secara berirama karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi. (Triatmodjo 1999).

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Dronkers (1964).

Periode pasang surut dapat ditentukan dari tipe pasang surut. Dimana pada saat muka air naik disebut pasang, sedangkan disaat air turun disebut surut. Diperairan-perairan pantai, terutama teluk-teluk atau selat-selat yang sempit, gerakan naik turun atau variasi muka air menimbulkan arus yang disebut dengan arus surut, yang menyangkut massa air dalam jumlah sangat besar dan arahnya kurang lebih bolak-balik (Triatmodjo,1999).

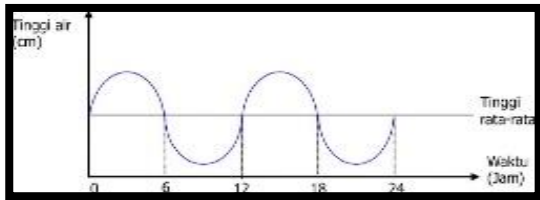
Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi terhadap matahari, revolusi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi, dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa

faktor lain yang dapat mempengaruhi pasang surut disuatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga diberbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan(Wyrtki, 1961).

**Tipe Pasang Surut**

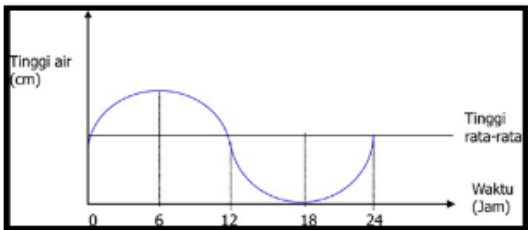
Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe yaitu:

- Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal tide) :  $0 < F \leq 0.25$   
Yaitu pasang surut yang memiliki sifat dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan juga dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi berurutan secara teratur.



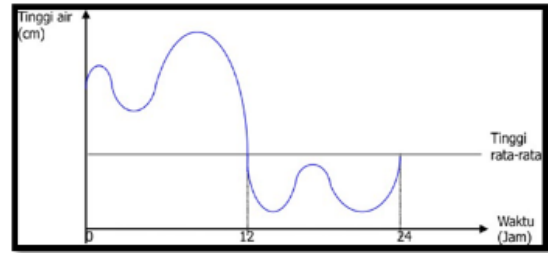
Gambar 3. Pola gerak pasut harian ganda (semi diurnal tide)

- Pasang Surut Harian Tunggal (diurnal tide):  $F > 3$   
Yaitu tipe pasang surut yang apabila dalam satu hari hanya terjadi satu pasang dan satu kali surut.



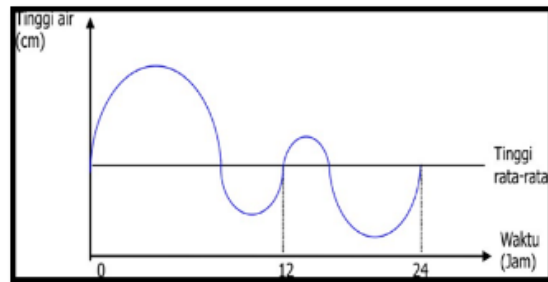
Gambar 4. Pola gerak pasut harian tunggal (diurnal tide)

- Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda (mixed tide prevailling semi diurnal):  $0.25 < F < 1.5$   
Yaitu pasang surut yang dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.



Gambar 5 Pola gerak pasut harian campuran condong harian ganda

- Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal (mixed tide prevealling diurnal):  $1.5 < F \leq 3$   
Yaitu dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali air surut, tetapi kadangkadangkang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.



Gambar 6. Pola gerak pasut harian campuran condong harian tunggal

Dimana angka pasang surut “F” (tide form number “Formzahl”) didapat dengan persamaan berikut:

$$F = \frac{AK1 + A01}{AM2 + AS2}$$

Keterangan :

F (Formzahl) = Angka Pasang Surut (tide form number)

A(K1) = Amplitudo dari konstanta pasut K1

A(O1) = Amplitudo dari konstanta pasut 01

A(M2) = Amplitudo dari konstanta pasut m2

A(S2) = Amplitudo dari konstanta pasut s2

**Cara Menyusun Pasang Surut**

1. Menentukan lokasi untuk melakukan penelitian pasut
2. Setelah menemukan lokasi maka selanjutnya tentukan titik pengukuran

- tempat pemasangan mistar ukur yang digunakan untuk mencari data tinggi pasut.
3. Letakkan mistar ukur ditempat yang tergenang air.
  4. Peletakkan mistar ukur harus ditempat yang tepat dan tidak boleh dipindahkan.
  5. Pengukuran dilakukan secara berkala sesuai interval pengukuran.
  6. Mencatat tinggi pasut setiap 1 jam.
  7. Selanjutnya melanjutkan analisis metode admiralty menggunakan bantuan excel.

**Metode Admiralty**

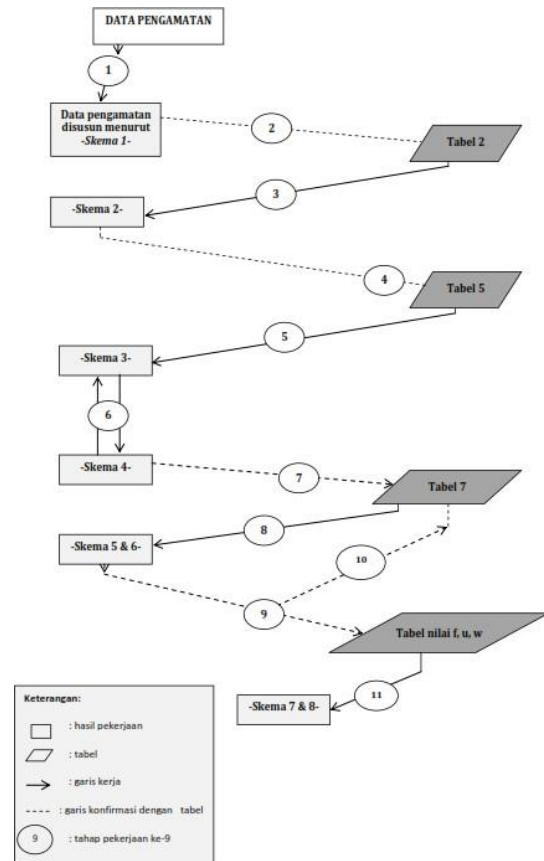
Metode Admiralty adalah metode untuk menganalisa pasang surut yang digunakan untuk menghitung 2 konstanta harmonik yaitu amplitudo dan perbedaan fase. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Perhitungan dengan cara Admiralty diperoleh konstanta harmonik yang akan dilanjutkan dengan menganalisa data dengan menggunakan bilangan Formzahl yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil dari perhitungan bilangan Formzahl ini yang dapat menentukan tipe pasang surut pada suatu perairan.

Proses perhitungan metode Admiralty dihitung dengan menggunakan bantuan tabel, dimana untuk waktu pengamatan yang tidak ditabelkan harus dilakukan pendekatan dan interpolasi. Untuk memudahkan proses perhitungan analisa harmonik metode Admiralty, dilakukan pengembangan perhitungan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel, yang akan menghasilkan parameter-parameter yang ditabelkan sehingga perhitungan pada metode ini dapat menjadi lebih efisien dan memiliki keakuratan yang tinggi serta fleksibel untuk waktu kapanpun.

**Pengaruh Gravitasi Terhadap Pasang Surut**

Gaya gravitasi bulan terhadap bumi adalah yang paling besar karena jaraknya paling dekat bila dibandingkan dengan benda-benda langit yang lainnya. Bagian bumi yang mendapat gaya tarik paling kuat adalah bagian permukaan yang menghadap ke bulan. Dengan demikian, permukaan bumi yang membelakangi bulan akan mendapat gaya tarik paling lemah.

**Skema Perhitungan Pasang Surut Metode Admiralty**



Gambar 7. Skema Perhitungan Pasang Surut Metode Admiralty

Air laut sangat dipengaruhi oleh bulan. Pada saat permukaan bumi berhadapan dengan bulan, maka air laut menjadi naik atau tinggi. Ini berarti di tempat itu terjadi pasang. Pada saat itu pasang juga terjadi pada permukaan bumi yang membelakangi bulan. Sebaliknya, pada tempat-tempat di antara kedua belahan itu, air laut akan surut karena sebagian berpindah ke daerah yang sedang pasang. Inilah yang menyebabkan terjadinya pasang surut air laut di bumi.

**Formzahl**

Bilangan Formzahl yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Dengan hasil perhitungan bilangan Formzahl ini maka akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan Formzahl (Anugrah, 2009) sebagai berikut:

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

Keterangan:

$F$  = Bilangan gaya tarik bulan.

$S_2$  = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya Formhazl.

$O_1$  = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarikbulan.

$K_1$  = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya.

$M_2$  = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan

### **Elevasi Muka Air Rencana**

Elevasi muka air rencana dapat ditentukan dengan menggunakan komponen-komponen pasang surut yang didapatkan dari perhitungan analisa pasang surut dengan metode *Admiralty*. Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang dapat ditetapkan berdasarkan data pasang surut, beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air tinggi (*high water level*, HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water level*, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rata-rata (*mean high water level*, MHWL), adalah rata-rata dari muka air tinggi.
- d. Muka air rendah rata-rata (*mean low water level*, MLWL), adalah rata-rata dari muka air rendah.
- e. Muka air laut rata-rata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rerata.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tinggi tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- h. *Higher high water level* (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe

campuran.

- i. *Lower low water level* (LLWL), adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

Elevasi yang cukup penting adalah muka air tinggi tertinggi dan muka air rendah terendah. Muka air tinggi tertinggi sangat diperlukan untuk perencanaan bangunan pantai, sedangkan muka air rendah terendah sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan pelabuhan.

Dari nilai muka air rencana diperoleh grafik pasang surut. Nilai muka air rencana yang diperoleh masih sangat fluktuatif, dikarenakan panjang data yang digunakan hanya 15 hari. Secara teoritis, panjang data yang dibutuhkan untuk nilai yang lebih valid adalah 18.6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut, dengan menggunakan proses pengelolaan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergeseran titik tanjak orbit bulan yaitu selama 18.6 tahun.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Survey pengumpulan data**

#### **Data Primer**

Survei data primer dilakukan dengan pengumpulan data secara langsung dilapangan agar dapat mendapatkan data yang akurat. Survei yang dilakukan meliputi :

- Inventarisasi dan identifikasi permasalahan pantai
- Survei Lokasi

#### **Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mengunjungi lembaga-lembaga atau instansi-instansi yang terkait dengan sumber data untuk diminta keterangan serta data-data yang berhubungan dengan penelitian ini.

### **Metode Analisis Data Primer**

#### **Inventarisasi dan Identifikasi Permasalahan Pantai**

Dari hasil inventarisasi dan identifikasi permasalahan pantai dapat dilihat apasaja yang diperlukan pantai Mahembang untuk menjadi lebih baik. Sehingga dapat diambil

langkah-langkah yang tepat sesuai dengan permasalahan yang terjadi.

**Survey Lokasi**

Survei lokasi adalah survei yang dilakukan secara langsung dilokasi penelitian.

**Data Pasang Surut**

Data Pasang Surut di dapat dari navigasi TNI AL.

**Metode Analisis Data Sekunder**

**Foto udara**

Foto udara dari software Google Earth diperlukan untuk mengetahui posisi pantai sebagai daerah studi.

Berdasarkan hasil dari analisis pasang surut yang dilakukan dipantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa Propinsi Sulawesi Utara dengan koordinat pada 1°04'29LU dan 124°58'19BT.

Dapat ditentukan tipe pasang surut serta elevasi muka air laut yang terjadi dengan melakukan analisis pasang surut dengan metode Admiralty, maka data yang didapatkan disusun berdasarkan skema perhitungan pasang surut metode Admiralty.

**Penentuan Tipe Pasang Surut**

Adapun hasil dari analisis pasang surut yang dilakukan menggunakan metode Admiralty maka dapat dilihat dari tabel berikut:

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	190	123	46	14	28	14	1	9	12	9
g <sup>2</sup>	0,00	106,62	203,44	238,59	350,50	64,90	111,96	286,13	203,44	350,50

Dari hasil analisis tersebut dilakukan penentuan tipe pasang surut dengan menggunakan bilangan formzhal sebagai berikut:

$$F = \frac{K1+o1}{M2+S2} = \frac{28+14}{123+46} = 0.248$$

Dengan demikian, tipe pasang surut dilokasi pantai Mahembang adalah Tipe Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal tide) :  $0 < F \leq 0.25$ .

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari hasil Analisis Pasang Surut yang dilakukan di Pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tipe pasang surut di Pantai Mahembang adalah tipe pasang surut Pasang Surut Harian Ganda (semi diurnal) dengan nilai  $0 < F \leq 0.25$  dimana konstanta-konstanta pasang surut yang didapatkan dari analisis pasang surut dengan metode Admiralty adalah sebagai berikut:
2. Elevasi muka air laut tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 360 cm (+170 cm dari MSL) dan elevasi muka air terendah terjadi sebesar 50 cm (-140 cm dari MSL).

**Saran**

Diperlukan analisis lebih lanjut untuk pergerakan dari sedimen dan arus gelombang yang terjadi di Pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara agar dapat menentukan dimensi dan jenis bangunan pengaman pantai di Pantai Mahembang, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara.

**DAFTAR PUSTAKA**

Djaja Rochman, 1987. “Cara Perhitungan Pasut Laut Dengan Metode Admiralty”, Dinas Pemetaan Topografi, Bada Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Cibinong, Bogor.

Dronkers, j. j., 1964. *Tidal Computation in Rivers and Coastal Waters, Netherlands Rijkswaterstaat (Public Works and Waterways Department), The Hagu. The Netherlands.*

Pengolahan Data Pasang Surut Dengan Metode Admiralty. [Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id](http://laboseanografi.mipa.unsri.ac.id) > 2012/04 diakses September 2021.

Triatmodjo, B. 1996. *Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.