

## Penerapan Metode Admiralty Untuk Mengolah Data Pasang Surut Di Perairan Selat Nasik - Bangka Belitung

(Application of The Admiralty Method to Process Tidal Data in the Waters of The Nasik Strait - Bangka Belitung)

Roberto Patar Pasaribu<sup>1)</sup>, Roni Sewiko<sup>1)</sup>, Arifin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang  
Corresponding author: [robertopasa37@gmail.com](mailto:robertopasa37@gmail.com)

### Abstract

Tides are the rise and fall of sea level caused by the attraction of objects in the sky, especially the moon and sun, to the mass of seawater on earth. Tidal research is useful for providing information about the components and types of tides and predicting tides and for mitigating natural disasters. Tidal measurements were carried out in the Nasik Strait, Bangka Belitung using the Valeport 106 tool. Tidal data was processed using the Admiralty Method. The Admiralty method is a method used to calculate tidal harmonic constants from observations of water levels. With this method, it is possible to know the amplitude and phase difference of the tides, the value of the Formzahl number and the type of tide. From the results of data processing and analysis, the value of the Formzahl number in the waters of the Nasik Strait is 11,454 and the tidal type is a single daily tidal type that only occurs at one high tide and one low tide in one day.

Keywords: tides; tidal types; admiralty method; formzahl number

### Abstrak

Pasang surut adalah naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut yang ada di bumi. Penelitian pasang surut bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai komponen dan tipe pasang surut serta memprediksi pasang surut serta untuk mitigasi bencana alam. Pengukuran pasang surut dilakukan di Perairan Selat Nasik, Bangka Belitung dengan menggunakan alat Valeport 106. Data pasang surut diolah dengan menggunakan Metode Admiralty. Metoda Admiralty merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta harmonik pasang surut dari pengamatan ketinggian air. Dengan metoda ini dapat diketahui amplitudo dan beda fase pasang surut, nilai bilangan Formzahl dan tipe pasang surutnya. Dari hasil pengolahan dan analisa data diperoleh nilai bilangan Formzahl di perairan Selat Nasik yaitu 11,454 dan tipe pasang surut adalah tipe pasang surut harian tunggal yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.

Kata Kunci: pasang surut; tipe pasang surut; metode *admiralty*; bilangan *formzahl*

## PENDAHULUAN

Pasang surut adalah gerakan naik turunnya muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi (Triatmodjo, 1999 dalam Karto, Jasin, & Mamoto, 2015). Pasang surut laut dapat dikatakan sebagai 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. Pasang surut purnama adalah pasang surut yang terjadi pada saat bumi, bulan dan

matahari berada dalam satu garis lurus. Pada saat itu, terjadi pasang tertinggi dan pasang terendah, karena kombinasi gaya tarik matahari dan bulan bekerja saling menguatkan (Herlina Sagala, Roberto Patar Pasaribu, 2018)

Pasang surut laut merupakan gaya tarik dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi (Surianti, 2007). Perbedaan vertikal antar pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang surut atau tunggang pasut (*tidal range*) yang mencapai beberapa meter. Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang berikutnya. Menurut Setiawan, A. (2006) dalam Surianti

(2007), harga periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 25 jam 50 menit.

Menurut Djaja (1989) dalam Fadilah (2014), studi numerik dinamika pasang surut telah banyak dilakukan. Metode perhitungan yang dipakai untuk pasang surut erat kaitannya dengan tujuan pengamatan. Pada umumnya dikenal 2 (dua) cara perhitungan pasang surut, yakni : 1. cara konvensional, yaitu dengan mengambil harga rata-rata dari semua data pengamatan, harga tersebut menyatakan kedudukan permukaan air laut rata-rata (MLR) dan 2. Metode *Admiralty*, yaitu menghitung konstanta-konstanta pasang surut untuk mengetahui permukaan air laut rata-rata. Perhitungan dengan metode ini akan menghasilkan sembilan komponen utama, yaitu: komponen *semi diurnal* ( $S_2$ ,  $M_2$ ,  $K_2$ ,  $N_2$ ), komponen *diurnal* ( $O_1$ ,  $K_1$ ,  $P_1$ ) dan komponen perairan dangkal ( $M_4$  dan  $MS_4$ ) (Ulum & Khomsin, 2013).

Metode *Admiralty* merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta pasang surut harmonik dari pengamatan ketinggian air laut tiap jam selama 15 piamtan (15 hari) atau 29 piamtan (29 hari) (Ramadhan, 2011). Metode ini digunakan untuk menentukan Muka Air Laut Rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya. Metode *Admiralty* ini dapat digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonik yaitu amplitudo dan keterlambatan *phasa*. Keunggulan dalam menggunakan metode *Admiralty* bukan hanya mempertimbangkan faktor astronomis tetapi juga memperhitungkan faktor meteorologis pada data yang dihasilkan untuk melihat variasi pasang surut berdasarkan bulanan dan musiman yang terjadi (Ulum & Khomsin, 2013)

Proses perhitungan metode *Admiralty* dihitung dengan bantuan tabel, untuk waktu pengamatan yang tidak ditabelkan harus dilakukan pendekatan dan interpolasi dengan bantuan tabel. Proses perhitungan analisa harmonik metode *Admiralty* dilakukan dengan perhitungan sistem formula dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*, yang akan menghasilkan harga beberapa parameter yang ditabelkan sehingga perhitungan pada metode ini akan

menjadi efisien dan memiliki keakuratan yang tinggi serta fleksibel untuk waktu lama (Ulum & Khomsin, 2013).

Perairan Kepulauan Bangka Belitung merupakan perairan yang sangat penting mengingat perairan ini dilewati oleh Arus Lintas Kepulauan Indonesia (ALKI) memanjang dari utara ke selatan melewati Laut Natuna melintasi Selat Karimata dan masuk ke Laut Jawa. Selain itu Selat Bangka menjadi selat penghubung dari Pulau Bangka ke Pulau Sumatera, alur transportasi dan perdagangan sehingga selat ini cukup ramai dilalui (Radjawane, Saputro, & Egon, 2018). Kepulauan Bangka Belitung ini memiliki dinamika pasang surut yang unik. Perairan Bangka Belitung terletak di Selat Karimata yang merupakan pertemuan antara Laut Cina Selatan dan Laut Jawa. Pola pasang surut pada perairan Bangka Belitung dipengaruhi oleh dinamika pada kedua laut tersebut (Radjawane, Saputro, & Egon, 2018)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan data pasang surut dengan menggunakan metode *Admiralty* untuk mengetahui konstanta harmonik pasang surut air laut dan untuk menentukan jenis pasang surut berdasarkan nilai formzahl di Selat Nasik, Perairan Bangka Belitung

## BAHAN DAN METODOLOGI

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 2 Maret – 30 Mei 2019. Lokasi penelitian adalah di Wilayah Perairan Selat Nasik, Desa Selat Nasik, Kecamatan Selat Nasik, Bangka Belitung. Selat Nasik berada di bagian barat Pulau Belitung yang diapit oleh dua pulau yaitu Pulau Mendanau di sebelah utara dan Pulau Batu Dinding di sebelah selatan yang memiliki tiga desa yaitu Desa Selat Nasik, Desa Petaling dan Desa Suak Gual (gambar 1).

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengukur pasang surut menggunakan alat Valeport 106 sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari jurnal maupun

penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Valeport 106 dengan kedalaman alat 4 meter dan kedalaman perairan 15 meter, dilakukan bersama Pusat Hidro Oseanografi Angkatan Laut (PUSHIDROSAL) selama

29 hari yang terhitung pada tanggal 13 Maret 2018 sampai 11 April 2018 di Perairan Desa Selat Nasik, Kecamatan selat Nasik, Bangka Belitung. Data hasil pengukuran pasang surut terdapat pada tabel 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Perairan Selat Nasik, Bangka Belitung

Tabel 2. Data hasil pengukuran pasang surut di Perairan Kecamatan Selat Nasik

1	Tanggal	13/3	14/3	15/3	16/3	17/3	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3
	Nilai	224	226	227	224	223	225	219	223	220	220
2	Tanggal	23/3	24/3	25/3	26/3	27/3	28/3	29/3	30/3	¼	2/4
	Nilai	224	215	219	219	227	220	223	225	228	221
3	Tanggal	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4	8/4	9/4	10/4	11/4	
	Nilai	216	219	216	215	218	215	219	225	225	

### Pengolahan Data Pasang Surut

Proses pengolahan adalah pengolahan data pasang surut yang telah disortir atau *smoothing* dari data lapangan yang diperoleh. Data mentah (*raw data*) yang diperoleh dari pengukuran alat Valeport 106 yang menghasilkan data yang memiliki rentan waktu 15 menit yang selanjutnya diolah menggunakan dengan Metode Admiralty.

### Konstanta Harmonik Pasang Surut

Konstanta harmonik pasang surut dalam perhitungan Metode Admiralty terdiri dari komponen pasut Semidiurnal (M2, S2, N2, K2), komponen pasut Diurnal (K1, O1, P1 dan komponen pasut Shallow (M4, MS4) (Sudirman Adibrata, 2007)

Bilangan *Formzahl* yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta

pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *Formzahl* ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan *Formzahl* (Pugh, 1987 dalam Khatimah, Jaya, & Atmadipoera, 2016) sebagai berikut:

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

Keterangan:

F = Bilangan *Formzahl*

AO<sub>1</sub> = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan.

AK<sub>1</sub> = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya.

AM<sub>2</sub> = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan.

AS<sub>2</sub> = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya.

Dengan bilangan *Formzahl* dapat diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl* dilihat pada table 3.

Tabel 3. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan *Formzahl*

No	Nilai <i>Formzahl</i>	Tipe Pasang Surut
1.	0,00 < F ≤ 0,25	Setengah Harian (Semidiurnal/ Ganda)
2.	0,25 < F ≤ 1,50	Campuran dengan tipe ganda lebih menonjol (Condong Ganda)
3.	1,50 < F ≤ 3,00	Campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol (Condong Tunggal)
4.	F > 3,00	Harian (Tunggal)

### Metode Admiralty

Metode Admiralty adalah satu dari beberapa metode analisis pasang surut yang banyak digunakan dikarenakan kelebihan yang dimiliki metode ini yaitu dapat menganalisis data pendek pasang surut selama 15 hari dan 29 hari serta dapat memberikan konstanta-konstanta pasang surut yang digunakan dalam penentuan tipe pasang surut serta elevasi muka air laut. Metode Admiralty ini disamping mempunyai kelebihan menganalisis data-data pendek namun membutuhkan ketelitian lebih dalam pengolahannya dan tidak dapat digunakan untuk data-data panjang (lebih dari 29 hari), hanya menghasilkan sembilan komponen pasang surut, dan tidak dapat menganalisis data yang memiliki kekosongan data. (Hikmah et al., 2020)

### Metode Analisis

Analisis harmonik dengan metode Admiralty mempunyai 3 tahapan yaitu tahap pertama, tahap kedua dan tahap ketiga yang disusun dari skema 1 sampai dengan skema 8. Tahap pertama yaitu dengan cara memisahkan komponen-komponen utama pasut berdasarkan

proses hariannya. Tahap kedua yaitu dengan cara memisahkan komponen-komponen utama pasut berdasarkan proses bulanannya. Tahap ketiga merupakan tahap terakhir dimana diperoleh nilai ketinggian mean sea level (S<sub>0</sub>) serta nilai konstanta komponen utama pasut seperti M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, M<sub>4</sub>, MS<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>, dan P<sub>1</sub>. Nilai konstanta ini terdapat nilai amplitudo (A, dalam centimeter) dan nilai fase (g, dalam derajat) (Sudirman Adibrata, 2007)

### Perhitungan Metode Admiralty

Proses perhitungan metode Admiralty dilakukan dengan bantuan tabel, untuk waktu pengamatan yang tidak ditabelkan harus dilakukan pendekatan dan interpolasi dengan bantuan tabel. Pada proses perhitungan dan analisa harmonik Metode Admiralty dilakukan pengembangan perhitungan sistem formula dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*, yang akan menghasilkan harga beberapa parameter yang ditabelkan sehingga perhitungan pada metode ini akan menjadi efisien dan memiliki keakuratan yang tinggi serta fleksibel untuk waktu lama (Ulum & Khomsin, 2013).

Uraian diagram alir pengerjaan Metode Admiralty dijelaskan pada gambar 5. Metode ini menggunakan 3 (tiga) tabel konstanta dan 8 (delapan) buah skema, dimana masing-masing skema merupakan bentuk hasil akhir dari olahan skema sebelumnya dan atau olahan dengan tabel konstanta tertentu.

Berikut deskripsi skema dan tabel yang digunakan dalam perhitungan Metoda Admiralty.

Skema 1: Matriks data tinggi pasang surut yang terdiri dari jam pengamatan dan tanggal pengamatan

Tabel 1: Tabel konstanta pengali untuk menyusun skema 2.

Skema 2: Matriks penyesuaian skema 1 dengan kolom sebagai X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 dan baris sebagai tanggal pengamatan.

Skema 3: Matriks penyesuaian skema 2 dengan kolom sebagai X0,X1,

Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 dan baris sebagai jam pengamatan.

Tabel 2: Tabel pengali untuk skema 4.

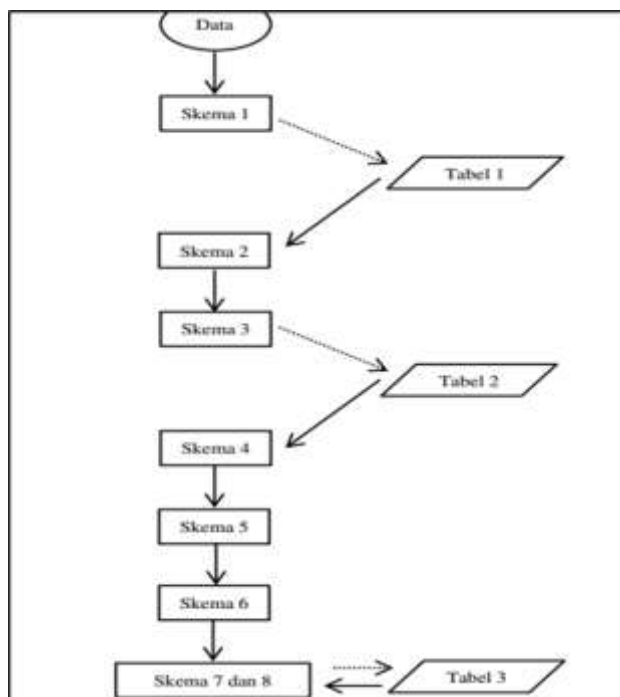
Skema 4: Matriks penyesuaian skema 3 dengan kolom sebagai kombinasi X dan Y dengan 0, 2, b, 3, c, 4, dan d dan baris sebagai tanggal pengamatan.

Tabel 3: Tabel faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (29 piantan). Tabel ini digunakan untuk menyusun skema 5 dan 6.

Skema 5 dan 6 : Matriks penyesuaian skema 4 dengan kolom sebagai S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4 dengan tabel faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (tabel 3).

Skema 7 : Mencari nilai tiap-tiap komponen pasang surut utama.

Skema 8: Penyusunan hasil komponen pasang surut utama menggunakan bantuan tabel 4.



Gambar 2. Diagram alir pengolahan data pasang surut

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### • Perhitungan Parameter dan Konstanta

Penentuan tipe pasang surut dengan Metode Admiralty dilakukan dengan

menghitung parameter dan konstanta yang terdapat dalam 3 (tiga) tabel dan dengan bantuan 8 (delapan) buah skema. Langkah- langkah perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

**1) Skema –I**

Sebelum dilakukan pengolahan data pasang surut, lakukan terlebih dahulu *smoothing* pada data lapangan yang diperoleh dari pengukuran alat, hal ini dilakukan untuk menghilangkan *noise*, kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam kolom-kolom di skema –I, ke kanan menunjukkan waktu pengamatan dari pukul 00.00 sampai 23.00 dan ke bawah adalah tanggal selama 29 piantan, yaitu mulai tanggal 13 Maret sampai 11 April 2018.

**2) Skema –II**

Isi tiap kolom-kolom pada skema –II ini dengan bantuan daftar konstanta Skema –II yaitu dengan mengalikan nilai pengamatan dengan harga pengali pada daftar konstanta Skema –II untuk setiap hari pengamatan. Karena pengali dalam daftar hanya berisi bilangan 1 dan -1 kecuali untuk X4 ada bilangan 0 (nol) yang tidak dimasukkan dalam perkalian, maka lakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang harus dikalikan dengan 1 dan diisikan pada kolom yang bertanda (+) di bawah kolom X1, Y1, X2, Y1, X4, dan Y4.

Tabel 1. Daftar Konstanta pengali untuk menyusun skema -II

Waktu	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
00:00	-1	-1	1	1	1	1
01:00	-1	-1	1	1	0	1
02:00	-1	-1	1	1	-1	1
03:00	-1	-1	-1	1	-1	-1
04:00	-1	-1	-1	1	0	-1
05:00	-1	-1	-1	1	1	-1
06:00	1	-1	-1	-1	1	1
07:00	1	-1	-1	-1	0	1
08:00	1	-1	-1	-1	-1	1
09:00	1	-1	1	-1	-1	-1
10:00	1	-1	1	-1	0	-1
11:00	1	-1	1	-1	1	-1
12:00	1	1	1	1	1	1
13:00	1	1	1	1	0	1
14:00	1	1	1	1	-1	1
15:00	1	1	-1	1	-1	-1
16:00	1	1	-1	1	0	-1
17:00	1	1	-1	1	1	-1
18:00	-1	1	-1	-1	1	1
19:00	-1	1	-1	-1	0	1
20:00	-1	1	-1	-1	-1	1
21:00	-1	1	1	-1	-1	-1
22:00	-1	1	1	-1	0	-1
23:00	-1	1	1	-1	1	-1

**3) Skema –III**

Untuk mengisi kolom-kolom pada skema –III, setiap kolom pada kolom-kolom skema –III merupakan penjumlahan dari perhitungan pada kolom-kolom pada skema –II.

- a. Untuk  $X_0$  (+) merupakan penjumlahan antara X1 (+) dengan X1 (-) tanpa melihat tanda (+) dan (-) mulai tanggal 13 Maret sampai 11 April 2018.
- b. Untuk X1, Y1, X2, Y1, X4, dan Y4 merupakan penjumlahan tanda (+) dan

(-), untuk mengatasi hasilnya tidak ada yang negatif maka ditambahkan dengan 2000 (untuk kolom X1, Y1, X2, Y1) dan 500 (untuk kolom X4, dan Y4)

**4) Skema –IV**

Mengisi seluruh kolom-kolom pada skema –IV, diisi dengan data setelah penyelesaian Skema-III dibantu dengan Tabel Konstanta pengali skema –IV (tabel 5).

Arti indeks pada Skema-IV :



a. Indeks 00 untuk X berarti  $X_{00}$ ,  $X_0$  pada skema –III dan indeks 0 pada Daftar konstanta pengali skema –IV

b. Indeks 00 untuk Y, berarti  $Y_{00}$ ,  $Y_0$  pada skema –III dan indeks 0 pada Daftar konstanta pengali skema –IV

Tabel 2. Daftar Konstanta pengali skema -IV

Index Kedua	0	2	b	3	C	4	D	No
<b>Konstanta perkalian 29 hari</b>	-29	-1	0	-1	0	-1	0	<b>Baris</b>
<b>konstanta perkalian 15 hari</b>	-15	1	0	5	0	1	0	
<b>konstanta perkalian untuk x+b dan y+B</b>	1	1	0	-1	1	1	0	1
	1	1	-1	-1	1	1	-1	2
	1	1	-1	1	1	-1	-1	3
<b>untuk 29 hari</b>	1	1	-1	1	1	-1	-1	4
	1	-1	-1	1	1	-1	1	5
	1	-1	-1	1	-1	1	1	6
<b>untuk 15 hari digunakan pertengahan 15 baris</b>	1	-1	-1	1	-1	1	1	7
	1	-1	0	-1	-1	1	0	8
	1	-1	1	-1	-1	1	-1	9
<b>untuk 15 hari digunakan pertengahan 15 baris</b>	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	10
	1	-1	1	-1	1	-1	-1	11
	1	1	1	-1	1	-1	1	12
<b>Hari Tengah-tengah</b>	1	1	1	1	1	-1	1	13
	1	1	1	1	1	1	1	14
	1	1	0	1	0	1	0	15
<b>untuk 15 hari digunakan pertengahan 15 baris</b>	1	1	-1	1	-1	1	-1	16
	1	1	-1	1	-1	-1	-1	17
	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	18
<b>untuk 15 hari digunakan pertengahan 15 baris</b>	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	19
	1	-1	-1	-1	1	-1	1	20
	1	-1	-1	-1	1	1	1	21
<b>untuk 29 hari</b>	1	-1	0	-1	1	1	0	22
	1	-1	1	1	1	1	-1	23
	1	-1	1	1	1	1	-1	24
<b>untuk 29 hari</b>	1	-1	1	1	-1	-1	-1	25
	1	1	1	1	-1	-1	1	26
	1	1	1	1	-1	-1	1	27
<b>untuk 29 hari</b>	1	1	1	-1	-1	1	1	28
	1	1	0	-1	-1	1	0	29

5) Skema –V dan Skema –VI

Mengisi kolom-kolom pada skema –V dan kolom-kolom pada skema –VI dengan bantuan Daftar faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (29 piantan) yang mempunyai 10 kolom, kolom kedua disisi pertama kali sesuai dengan perintah pada kolom satu dan angka-angkanya dilihat pada skema –V. Untuk kolom 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 dengan melihat angka-angka pada kolom 2 dikalikan dengan faktor pengali sesuai dengan kolom yang ada pada daftar faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (29 piantan) tabel 6.

6) Skema –VII

Mengisi kolom pada Skema –VII sesuai dengan rumus yang telah ditentukan, tahapan yaitu:

- a. Baris 1 untuk V:  $PR \cos r$ , merupakan penjumlahan semua bilangan pada kolom-kolom Skema –V untuk masing-masing kolom.
- b. Baris 2 untuk VI :  $PR \sin r$ , merupakan penjumlahan semua bilangan pada kolom-kolom Skema –VI untuk masing-masing kolom.
- c. Baris ke tiga untuk PR dapat dicari dengan rumus:

$$PR = \sqrt{(PR \cos r)^2 + (PR \sin r)^2}$$

- d. Baris 4 untuk P didapat dari daftar faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (29 piantan) untuk masing-masing  $S_0$ ,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ , dan  $MS_4$ .
- e. Baris 5 untuk f didapatkan dari daftar (*table node factor f*) atau dengan menggunakan perhitungan seperti pada tabel 7.  
Untuk mencari nilai f pada  $S_0$ ,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ , dan  $MS_4$  menggunakan persamaan yang telah ditentukan tabel 8.
- f. Baris 6 untuk  $(1+W)$  ditunggu dulu karena pengisiannya merupakan hasil dari kolom-kolom pada skema -VIII.
- g. Baris 7 untuk  $V$  diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$V M_2$	=	$-2s + 2h$
$V K_1$	=	$h + 90$
$V O_1$	=	$-2s + h + 270$
$V K_2$	=	$2h$
$V S_2$	=	0 (Tetap)
$V P_1$	=	$-h + 270$
$V M_4$	=	$2(V M_2)$
$V$	=	$V M_2$
$MS_4$	=	

Jika nilainya negatif atau sangat besar maka diusahakan agar nilainya positif dan menggambarkan nilai sudut ( $0 \leq \text{Nilai} \leq 360$ ) yaitu dengan cara mengurangi dan menambahkan dengan menggunakan nilai pembantu kelipatan 360.

Tabel 6. Daftar faktor analisa untuk pengamatan 29 hari (29 piantan)

	$S_0$	$M_2$	$S_2$	$N_2$	$K_1$	$O_1$	$M_4$	$MS_4$
Untuk skema V X00	1,000							
PR cos r X10					1,000	-0,080		
X12 - Y1b		0,070			-0,020	1,000		0,020
X13 - Y1c								
X20		-0,030	1,000	-0,030				
X22 - Y2b		1,000	0,015	0,038	0,002	-0,058		-0,035
X23 - Y2c		-0,060		1,000				
X42 - Y4b		0,030						1,000
X44 - Y4d							1,000	0,080
Untuk skema VI Y10					1,000	-0,080		
Y12 + X1b		0,070			-0,020	1,000		0,030
Y13 + X1c								
Y20		-0,030	1,000	-0,030				
Y22 + X2b		1,000	0,015	0,032		-0,058		-0,035
Y23 + X2c		-0,060		1,000				
Y42 + X4b		0,030					0,010	1,000
Y44 + X4d							1,000	0,080
Untuk skema VII Deler P		559	448	566	439	565	507	535
Untuk skema VII Konstanta p	696	333	345	327	173	160	307	318

Tabel 7. Perhitungan Baris 5 untuk f

S	=	$277,025 + 129,38481 (Y - 1900) + 13,17640 (D + I)$
H	=	$280,190 - 0,23872 (Y - 1900) + 0,98565 (D + I)$
P	=	$334,385 + 40,66249 (Y - 1900) + 0,11140 (D + I)$
N	=	$259,157 - 19,32818 (Y - 1900) - 0,05295 (D + I)$
D	=	jumlah hari yang berlalu dari jam 00.00 pada tanggal 1 januari tahun tersebut sampai jam 00.00 tanggal pertengahan pengamatan
I	=	bagian integral tahun = $\int 1/4 (Y - 1901)$



Tabel 8. Persamaan Untuk mencari nilai f

f M <sub>2</sub>	= 1,0004 – 0,0373 cos N + 0,0002 cos 2N
f K <sub>2</sub>	= 1,0241 + 0,2863 cos N + 0,0083 cos 2N – 0,00 15 cos 3N
f O <sub>1</sub>	= 1,0089 + 0,1871 cos N + (- 0,0147 cos 2N) + 0,0014 cos 3N
f K <sub>1</sub>	= 1,0060 + 0,1150 cos N – 0,0088 cos 2N + 0,0006 cos 3N
f S <sub>2</sub>	= 1,0 (Tetap)
f P <sub>1</sub>	= 1,0 (Tetap)
f N <sub>2</sub>	= f M <sub>2</sub>
f M <sub>4</sub>	= (f M <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>
f MS <sub>4</sub>	= f M <sub>2</sub>

- h. Untuk mendapatkan nilai u, langkah pertama dapatkan nilai s, h, p dan N dari persamaan yang telah dijelaskan sebelumnya pada langkah ke-5. Setelah nilai s, h, p dan N diperoleh maka nilai u pada masing-masing komponen dapat dihitung dengan persamaan dalam tabel 9.
- i. Baris 9 untuk w diperoleh dari skema – VIII.
- j. Baris 10 untuk p diisi dengan harga p yang ada di daftar faktor analisa untuk

pengamatan 29 hari (29 piantan) sesuai dengan masing-masing kolom.

- k. Baris 11 untuk r ditentukan dari :

$$r \arctan = \frac{PR \sin r}{PR \cos r}$$

sedangkan untuk harga nya dilihat dari tanda pada masing-masing kuadran.

PR cos r	PR sin r	R
+	+	0 < r < 90
-	+	90 < r < 180
-	-	180 < r < 270
+	-	270 < r < 360

Tabel 9. N diperoleh maka nilai u pada masing-masing komponen dapat dihitung dengan persamaan:

u M <sub>2</sub>	= -2,14 sin N
	= (-2,14 * Sin(N * PI() / 180))
u K <sub>2</sub>	= -17,74 sin N + 0,68 sin 2N – 0,04 sin 3N
	= (-17,74 * SIN(N * PI() / 180))
u K <sub>1</sub>	= -8,86 sin N + 0,68 sin 2N – 0,07 sin 3N
	= (-8,86 * Sin(N * PI() / 180) + 0,68 * Sin(2 * N * PI() / 180) - 0,07 * Sin(3 * N * PI() / 180))
u O <sub>1</sub>	= 10,80 sin N – 1,34 sin 2N + 0,19 sin 3N
	= (10,8 * SIN(N * PI() / 180) - 1,34 * SIN(2 * N * PI() / 180) + 0,19 * SIN(3 * N * PI() / 180))
u S <sub>2</sub>	= 0 (Tetap) dan u P <sub>1</sub> = 0 (tetap)
u M <sub>4</sub>	= 2 (u M <sub>2</sub> )
u MS <sub>4</sub>	= u M <sub>2</sub>
u N <sub>2</sub>	= u M <sub>2</sub>

- l. Baris 12 untuk g ditentukan dari : g = V + u + w + p + r
- m. Baris 13 untuk nx360<sup>0</sup> ditentukan dari kelipatan 360<sup>0</sup>, maksudnya untuk mencari harga kelipatan 360<sup>0</sup> terhadap g, besaran tersebut diisikan pada baris ke 13. Misalnya : 1181 maka n x 360 = 3 x 360 = 1080, dan harga ini masih dibawah dari harga 1181, yang diisikan adalah 1080.

- n. Baris 14 untuk A ditentukan dengan rumus:

$$A = \frac{PR}{pf(1 + w)}$$

- o. Baris 15 untuk g<sup>0</sup> ditentukan dari g<sup>0</sup> = g - (n x 360).

**7) Skema –VIII**

Skema –VIII dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu :

- a. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $S_2$  dan  $MS_4$ .
- b. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $K_1$ .
- c. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $N_2$ .
- a. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $S_2$  dan  $MS_4$ :
  - Baris 1 adalah harga  $V$  untuk  $K_1$
  - Baris 2 adalah harga  $u$  untuk  $K_1$
  - Baris 3 adalah penjumlahan  $V$  dan  $u$  atau  $(V + u)$  merupakan sudut.
  - Baris 4 adalah  $w/f$  diperoleh dengan cara interpolasi menggunakan daftar untuk menghitung  $w$ ,  $W$  dan  $(1+W)$  (terlampir).
- b. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $K_1$ :
  - Baris 1 adalah harga  $2V$  untuk  $K_1$
  - Baris 2 adalah harga  $u$  untuk  $K_1$
  - Baris 3 adalah penjumlahan  $2V$  dan  $u$  atau  $(2V + u)$  merupakan sudut.
  - Baris 4 adalah  $wf$  diperoleh dengan cara interpolasi menggunakan daftar untuk menghitung  $w$ ,  $W$  dan  $(1+W)$  (terlampir).
- c. Untuk menghitung  $(1+W)$  dan  $w$  untuk  $N_2$ :
  - Baris 1 adalah harga  $3V$  untuk  $M_2$
  - Baris 2 adalah harga  $2V$  untuk  $N_2$
  - Baris 3 adalah selisih dari  $M_2$  dan  $N_2$  atau  $(3V - 2V)$  merupakan sudut.
  - Baris 4 adalah  $w$  diperoleh dengan cara interpolasi menggunakan daftar untuk menghitung  $w$ ,  $W$  dan  $(1+W)$  (terlampir).

Setelah menemukan nilai pada setiap skema, pindahkan harga amplitudo ( $A$ ) dan kelembagaan fase ( $g^0$ ) untuk setiap komponen dari skema –VII ke hasil akhir dengan pembulatan. Nilai tersebut dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$M_2, O_1, M_4$	$\Rightarrow$	$W= 0; w=0$
$S_2$	$\Rightarrow$	$f= 1; V,u= 0$
$N_2, MS_4$	$\Rightarrow$	$f, u = M_2$
$M_4$	$\Rightarrow$	$f= (f M_2)^2$
	$\Rightarrow$	$V= 2 (V M_2)$
	$\Rightarrow$	$u= 2 (u M_2)$
$MS_4$	$\Rightarrow$	$V= V M_2$
$K_2$	$\Rightarrow$	$A= A S_2 \times 0,27$
	$\Rightarrow$	$g = g S_2$
$P_1$	$\Rightarrow$	$A= A K_1 \times 0,33$
	$\Rightarrow$	$g= g K_1$

• **Konstanta Harmonik Pasang Surut**

Metode *Admiralty* merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta pasang surut harmonik dari pengamatan ketinggian air laut tiap jam selama 15 piantan (15 hari) atau 29 piantan (29 hari) (Ramadhan, 2011). Metode ini digunakan untuk menentukan Muka Air Laut Rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya. Perhitungan yang yang dihasilkan dalam pengolahan adalah konstanta harmonik pasang surut yaitu amplitudo ( $A_{cm}$ ) dan kelambatan fase ( $g^0$ ). Tipe pasang surut pada satu perairan dapat diketahui dengan melihat nilai bilangan *Formzahl* nya. Sembilan konstanta utama pasang surut yang diperoleh adalah  $M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4, MS_4, K_2$  dan  $P_1$  (Sugiarti, 2013). Berdasarkan perhitungan pasang surut di Perairan Selat Nasik dengan menggunakan metode *Admiralty* diperoleh berapa konstanta harmonik pasang surut, nilai amplitudo ( $A_{cm}$ ) dan kelambatan fase ( $g^0$ ) yang dapat pada tabel 10.

Nilai amplitudo dapat digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut pada satu lokasi penelitian. Sedangkan nilai fase dapat digunakan untuk mengetahui *chart datum* dari satu perairan dengan variasi kedudukan bulan dan matahari pada orbitnya menghasilkan nilai beda fase untuk setiap komponen berbeda-beda. Berdasarkan tabel hasil akhir pengolahan pasang surut diatas, diketahui bahwa pengaruh nilai komponen  $MS_4$  dan  $K_2$  adalah 1. Hal ini mengindikasikan bahwa respons dari pengaruh komponen perairan dangkal terhadap pasang surut tidak terlalu signifikan dan dapat diduga bahwa pasang surut yang terjadi pada lokasi pengamatan berada pada laut dalam dengan nilai amplitudo dominan terhadap komponen  $K_1$  dengan nilai 86 cm dan  $O_1$  dengan nilai 42 cm.

Nilai  $S_0$  yang dihasilkan adalah sebesar 221 cm yang merupakan nilai Duduk Tengah (DT) atau *Mean Sea Level* (MSL). Nilai tersebut menunjukkan nilai tinggi muka air laut rata-rata yang dihasilkan dari seluruh data tinggi muka air laut hasil pengamatan. Nilai  $S_0$  dihasilkan dari pembagian antara jumlah seluruh data pasang surut hasil pengamatan (PR)

dengan banyaknya data pasang surut pengamatan (P).

Konstanta  $S_2$ ,  $K_2$ ,  $N_2$  dan  $M_2$  merupakan konstanta harmonik utama dari komponen pasang surut ganda.  $S_2$  merupakan konstanta pasang surut harian ganda yang dipengaruhi oleh matahari dengan periode 12 jam.  $M_2$  merupakan konstanta pasang surut harian ganda yang dipengaruhi oleh bulan dengan periode 12,4 jam.  $N_2$  merupakan konstanta pasang surut harian ganda yang dipengaruhi oleh perubahan jarak akibat lintasan bulan yang berbentuk *elips* dengan periode 12,7 jam.  $K_2$  merupakan konstanta pasang surut harian ganda yang dipengaruhi oleh perubahan jarak akibat lintasan matahari yang berbentuk *elips* dengan periode 11,97 jam (Anggraini, 2015).

• **Tipe Pasang Surut**

Hasil akhir dari pengolahan pasang surut selama interval 29 hari (tanggal 13 Maret 2018 sampai 11 April 2018) adalah diperolehnya nilai konstanta harmonik pasang surut yang dapat digunakan untuk mencari bilangan *Formzahl*. Nilai *Formzahl* (F) diperoleh dengan membagi

penjumlahan amplitudo komponen  $K_1$  dan  $O_1$  dengan penjumlahan amplitudo komponen  $M_2$  dan  $S_2$ . dengan menggunakan data pada tabel 8 dapat dihitung nilai F yaitu :

$$F = \frac{(AK_1)+(AO_1)}{(AM_2)+(AS_2)} = \frac{(86)+(42)}{(6)+(5)} = \frac{128}{11} = 11,452$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, bilangan *Formzahl* yang dihasilkan adalah  $F = 11,454$  sehingga tipe pasang surut di Perairan Selat Nasik adalah tipe pasang surut harian tunggal. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) merupakan pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.

• **Elevasi Muka Air Rencana**

Selain menggunakan bilangan *formzahl*, untuk mengetahui tipe pasang surut satu perairan dapat menggunakan grafik yang tergambar berdasarkan nilai pengamatan nilai tinggi muka air laut.

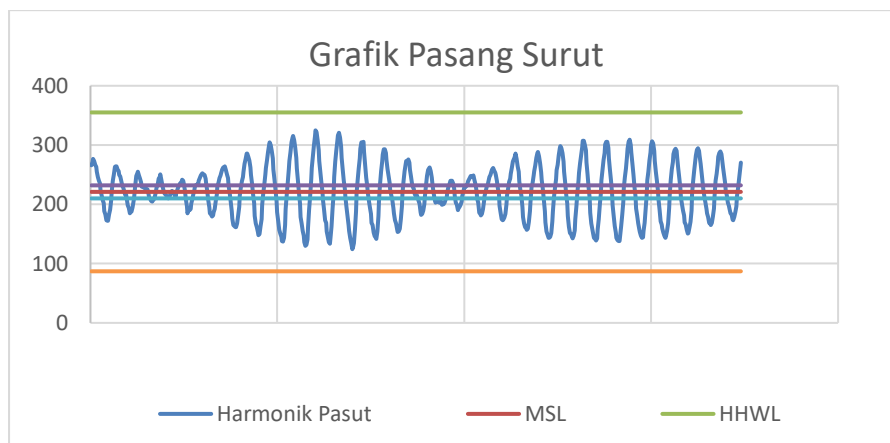
Tabel 10. Hasil akhir pengolahan data pasang surut

		Konstanta Pasang Surut								
	$S_0$	$M_2$	$S_2$	$N_2$	$K_1$	$O_1$	$M_4$	$MS_4$	$K_2$	$P_1$
<b>A cm</b>	221	6	5	3	86	42	2	1	1	28
<b><math>g^0</math></b>		112	5	158	88	141	113	213	5	88

**Keterangan:**

- Acm = Amplitudo harmonik
- $g^0$  = Fase perlambatan
- $S_0$  = Tinggi muka laut rata-rata (*mean sea level*) di Perairan Kecamatan Selat Nasik adalah 221 cm
- $M_2$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi posisi bulan setinggi 6 cm dengan fase perlambatan  $112^0$
- $S_2$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi posisi matahari setinggi 5 cm dengan fase perlambatan  $5^0$
- $N_2$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi perubahan jarak bulan setinggi 3 cm dengan fase perlambatan  $158^0$
- $K_1$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi deklinasi bulan dan matahari setinggi 86 cm dengan fase perlambatan  $88^0$
- $O_1$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi deklinasi bulan setinggi 42 cm dengan fase perlambatan  $141^0$
- $M_4$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda  $M_2$  setinggi 2 cm dengan fase perlambatan  $113^0$

- $MS_4$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh interaksi  $M_2$  dan  $S_2$  setinggi 1 cm dengan fase perlambatan  $213^\circ$   
 $K_2$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi perubahan jarak matahari setinggi 1 cm dengan fase perlambatan  $5^\circ$   
 $P_1$  = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari setinggi 28 dengan fase perlambatan  $88^\circ$



Gambar 3. Grafik Pasang Surut di Perairan Selat Nasik

Nilai muka air rencana yang diperoleh di atas masih sangat fluktuatif, dikarenakan panjang data yang digunakan hanya 1 bulan. Secara teoritis, panjang data yang dibutuhkan untuk nilai yang lebih valid adalah 18,6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut, dengan menggunakan proses pengolahan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergeseran titik tajak orbit bulan yaitu selama 18,6 tahun. Selain itu, panjang data pasang surut 18,6 tahun untuk memastikan bahwa pada saat surut astronomis terendah selang waktu 18,6 tahun berada dalam satu periode gelombang (Hasibuan & Gading, 2009 dalam Fadilah, Suripin, & Sasongko, 2014)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data pasang surut dengan menggunakan Metode *Admiralty* dapat disimpulkan bahwa:

- Metode perhitungan pasang surut menggunakan Metode *Admiralty* menghasilkan dua konstanta harmonik yaitu amplitudo dan beda fase. Proses perhitungan dengan metode ini ialah menggunakan bantuan tabel dan beberapa skema perhitungan.

- Dari hasil perhitungan konstanta harmonik pasang surut, diperoleh nilai amplitudo pasang surut harian tunggal ( $K_1$  adalah 86 cm dan  $O_1$  adalah 42 cm), amplitudo pasang surut harian ganda ( $M_2$  adalah 6 cm dan  $S_2$  adalah 5 cm) dan amplitudo pasang surut dangkal ( $M_4$  adalah 2 cm dan  $MS_4$  adalah 1 cm).
- Hasil perhitungan bilangan *Formzahl* di Perairan Selat Nasik adalah  $F = 11,452$  sehingga tipe pasang surut pada lokasi tersebut adalah tipe pasang surut harian tunggal yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R. R. (2015). Metode Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty di Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS) TNI AL, Jakarta Utara, Jakarta. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Anonim. (2020, mei 3). *Profil*. Retrieved from Profil Kecamatan Selat Nasik: <https://selatnasik.belitungkab.go.id>
- Anonim2. (2016). *Buku Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun*

2016. Kepulauan Bangka Belitung: Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T. (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Pengindraan Jauh*, 8: 71-80.
- Aswin, A. (2017). Analisis Salinitas Air pada Down Stream dan Middle Stream Sungai Pampang Makassar. *Universitas Hassanudin*, 4.
- Byun, D., Wang, X., & Holloway, P. (2004). Tidal characteristic adjustment due to dyke and seawall construction in the Mokpo Coastal Zone, Korea, Estuarine, Coastal and Shelf . *Science* , 185-196.
- Djaja, R. (1989). *Makalah : Cara Perhitungan Pasut Laut Dengan Metode Admiralty, PASANG-SURUT*,. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi.
- Fadilah. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty . *Maspari Journal*, 3.
- Fadilah, Suripin, & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*, 1-12.
- Hasibuan, P., & Gading. (2009). *Skripsi : Analisis Surut Astronomis Terendah di Perairan Sabang, Sibolga, Padang, Cilacap, dan Benoa Menggunakan Superposisi Komponen Harmonik Pasang Surut*. Bogor: Institut Pertanian Bogor .
- Herlina Sagala, Roberto Patar Pasaribu, F. K. U. (2018). Pemodelan Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode Flexible Mesh Untuk Mengetahui Genangan Rob Di Pesisir Karawang. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2(September), 10–27.
- Hikmah, D., Arisanti, L. E., & Irmawan, D. (2020). Dengan Metode Admiralty. 2, 86–95.
- Kasim, F. (2012). Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1), 620-623.
- Khatimah, H., Jaya, I., & Atmadipoera, A. S. (2016). Pengembangan Perangkat lunak Antar-muka Instrumen Motiwali (Tide Gauge) dengan Analisis Pasang Surut. *Jurnal Kelautan Nasional*, Hal 97 - 104.
- Korto, J., Jasin, I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisi Pasang usrut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) dengan Metode Admiralty. *Jurnal Teknik Sipil*, 391-402.
- Malik, A. (2020, 3 13). *Power Point Pasang Surut*. Retrieved from Slide Share: <http://www.slideshare.net/guest01cdf/1/pasang-surut-pasut>
- Mamoto, L. L., & Dundu, A. K. (2016). Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai pada Daerah Mangatasik Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 797.
- N, F., & Nahib, I. (2007). Aplikasi Data Inderaja Multi Sprektal untuk Estimasi Kondisi Prerairan dan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis di Selat Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Geomatika* , Vol. 15 Nomor 2.
- Pugh. (1987). *Tides, Surges, and Mean Sea Level*. California (USA): John Wiley & Sons Ltd.
- PUSHIDROSAL. (2020, Februari 25). *Sejarah PUSHIDROSAL*. Retrieved from Profil PUSHIDROSAL: [Pushidrosal.id/sejarah/25/](https://pushidrosal.id/sejarah/25/)
- Radjawane, I. M., Saputro, B. S., & Egon, A. (2018). Model Hidrodinamika Pasang Surut di Perairan Kepulauan



- Bangka Belitung. *Jurnal Teknik Sipil*, 121 Vol. 25 No. 2.
- Ramadhan, M. (2011). *Komperasi Hasil Pengamatan Pasang Surut di Perairan Pulau Pramuka dan Kabupaten Pati dengan Prediksi Pasang Surut Tide Tipe Driver*. Jakarta Anggraini, R. R. (2015). *Metode Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty di Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS) TNI AL, Jakarta Utara, Jakarta*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Anonim. (2020, mei 3). *Profil*. Retrieved from Profil Kecamatan Selat Nasik: <https://selatnasik.belitungkab.go.id>
- Anonim2. (2016). *Buku Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun 2016*. Kepulauan Bangka Belitung: Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T. (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Pengindraan Jauh*, 8: 71-80.
- Aswin, A. (2017). Analisis Salinitas Air pada Down Stream dan Middle Stream Sungai Pampang Makassar. *Universitas Hassanudin*, 4.
- Byun, D., Wang, X., & Holloway, P. (2004). Tidal characteristic adjustment due to dyke and seawall construction in the Mokpo Coastal Zone, Korea, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 185-196.
- Djaja, R. (1989). *Makalah : Cara Perhitungan Pasut Laut Dengan Metode Admiralty, PASANG-SURUT*,. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi.
- Fadilah. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty . *Maspari Journal*, 3.
- Fadilah, Suripin, & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*, 1-12.
- Hasibuan, P., & Gading. (2009). *Skripsi : Analisis Surut Astronomis Terendah di Perairan Sabang, Sibolga, Padang, Cilacap, dan Benoa Menggunakan Superposisi Komponen Harmonik Pasang Surut*. Bogor: Institut Pertanian Bogor .
- Herlina Sagala, Roberto Patar Pasaribu, F. K. U. (2018). PEMODELAN PASANG SURUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE FLEXIBLE MESH UNTUK MENGETAHUI GENANGAN ROB DI PESISIR KARAWANG. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2(September), 10–27.
- Hikmah, D., Arisanti, L. E., & Irmawan, D. (2020). Dengan Metode Admiralty. 2, 86–95.
- Kasim, F. (2012). Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1), 620-623.
- Khatimah, H., Jaya, I., & Atmadipoera, A. S. (2016). Pengembangan Perangkat lunak Antar-muka Instrumen Motiwali (Tide Gauge) dengan Analisis Pasang Surut. *Jurnal Kelautan Nasional*, Hal 97 - 104.
- Korto, J., Jasin, I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisi Pasang usrut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) dengan Metode Admiralty. *Jurnal Teknik Sipil*, 391-402.
- Malik, A. (2020, 3 13). *Power Point Pasang Surut*. Retrieved from Slide Share: <http://www.slideshare.net/guest01cdf1/pasang-surut-pasut>



- Mamoto, L. L., & Dundu, A. K. (2016). Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai pada Daerah Mangatasik Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 797.
- N, F., & Nahib, I. (2007). Aplikasi Data Inderaja Multi Sprektal untuk Estimasi Kondisi Perairan dan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis di Selat Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, Vol. 15 Nomor 2.
- Pugh. (1987). *Tides, Surges, and Mean Sea Level*. California (USA): John Wiley & Sons Ltd.
- PUSHIDROSAL. (2020, Februari 25). *Sejarah PUSHIDROSAL*. Retrieved from Profil PUSHIDROSAL: [Pushidrosal.id/sejarah/25/](http://pushidrosal.id/sejarah/25/)
- Radjawane, I. M., Saputro, B. S., & Egon, A. (2018). Model Hidrodinamika Pasang Surut di Perairan Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Teknik Sipil*, 121 Vol. 25 No. 2.
- Ramadhan, M. (2011). *Komperasi Hasil Pengamatan Pasang Surut di Perairan Pulau Pramuka dan Kabupaten Pati dengan Prediksi Pasang Surut Tide Tipe Driver*. Jakarta Utara: Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Pesisir dan Laut.
- Sjafrie, N. (2007). *Survei Ekologi di Perairan Kecamatan Selat Nasik*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Sugiarti, A. S. (2013). *Analisis Pasang Surut Air Laut di Kuala Langsa dan Pulau Pusong Menggunakan Metode Admiralty*. Banda Aceh: Universitas Syah Kuala.
- Surianti, D. (2007). Pasang Surut dan Energinya. *Oseana*, 1: 16.
- Suwargana, N. (2013). Resolusi Spasial, Temporal dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, SPOT dan IKONOS. *Jurnal Ilmiah WIDYA*, 168.
- Sudirman Adibrata. (2007). Analisis Pasang Surut Di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat Tide Analysis in Karampuang Island of West Sulawesi Province. *Sumberdaya Perairan*, 1(April), 1–6
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta offset.
- Ulum, M., & Khomsin. (2013). Perbandingan Prediksi Pasang surut Antara Metode Admiralty dan Metode Least Square. *Journal of Geodesy and Geomatics*, 9 (1).
- Wyrcki. (1961). Scientific results of marine investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand. *Naga Repot*, 1959-1961. vol. 2.
- Zulkhasyni. (2015). Pengaruh Suhu Permukaan Laut Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang di Perairan Kota Bengkulu. *Jurnal Agroqua*, Vol. 13 hal 69.