

## ANALISIS PASANG SURUT DI PANTAI NUANGAN (DESA IYOK) BOLTIM DENGAN METODE ADMIRALTY

Jufri Korto

M. Ihsan Jasin, Jeffry D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [uphie.cv107@gmail.com](mailto:uphie.cv107@gmail.com)

### ABSTRAK

*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 di bulan jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari. Informasi pasang surut sangat penting di dalam perencanaan pelabuhan dan perlindungan pada daerah pesisir salah satunya daerah pantai Nuangan.*

*Secara administratif daerah pantai Nuangan berada dalam desa Nuangan pada koordinat 124° 31' BT dan 0° 35' LU di kecamatan Nuangan dengan luas wilayah daerah pantai Nuangan adalah 20 km<sup>2</sup>. Kecamatan Nuangan merupakan salah satu kawasan dari delapan kawasan strategis yang diupayakan pembangunannya di Provinsi Sulawesi Utara. Daerah Pantai Nuangan memiliki potensi perkembangan yang cukup baik karena lokasinya berada di jalur jalan regional jurusan Molobog – Idumun namun hingga kini pemerintah setempat belum memiliki data dan informasi yang dapat mengungkapkan variasi muka laut dan pasang surut di daerah pantai Nuangan.*

*Dengan metode admiralty diharapkan dapat mengetahui sifat dan karakter pasang surut di pantai Nuangan Desa Iyok sehingga dapat digunakan sebagai referensi bagi kegiatan pembangunan daerah pantai di daerah tersebut.*

**Kata Kunci:** Pasang surut, Metode Admiralty, Pantai Nuangan

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Berbagai kegiatan yang ada di daerah pantai menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan dan pembangunan infrastruktur di kawasan tersebut. 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 erosi dan sedimentasi pantai. Erosi pantai dapat menyebabkan mundurnya garis pantai dan rusaknya berbagai fasilitas yang ada di daerah tersebut.

Secara administratif daerah pantai Nuangan berada dalam desa Nuangan pada koordinat 124° 31' BT dan 0° 35' LU di kecamatan Nuangan. Luas wilayah daerah pantai Nuangan adalah 20 km<sup>2</sup>, dengan batas wilayah daerah pantai tersebut adalah sebagai berikut:

Bagian Utara : Desa Molobog

Bagian Timur : Laut Maluku

Bagian Selatan:Perbatasan Kecamatan Pinolosian

Bagian Barat : Desa Idumun

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, daerah

pantai Nuangan termasuk pada kawasan lindung setempat untuk daerah pesisir yang akan dilindungi dengan jarak 100 meter dari garis pantai. Disamping itu pula daerah pantai Nuangan menjadi kawasan prioritas yang harus diperhatikan dan diprioritaskan penanganannya, karena termasuk pada kawasan rawan bencana erosi & sedimentasi.

Kecamatan Nuangan yang memiliki daerah pesisir yaitu desa Loyow dan Desa Iyok merupakan salah satu kawasan dari delapan kawasan strategis yang diupayakan pembangunannya di Provinsi Sulawesi Utara. Daerah Pantai Nuangan memiliki potensi perkembangan yang cukup baik karena lokasinya berada di jalur jalan regional jurusan Molobog–Idumun. Namun hingga kini pemerintah setempat belum memiliki data dan informasi yang dapat mengungkapkan variasi muka laut dan pasang surut di daerah pantai Nuangan.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut maka dalam pengembangan maupun pengamanan daerah pesisir dan perlindungan penduduk di kawasan pantai Nuangan, Pemerintah setempat memerlukan data dan informasi mengenai variasi muka laut dan

pasang surut air laut yang terjadi di pantai tersebut.

**Rumusan Masalah**

1. Belum adanya data dan informasi pasang surut di daerah pantai Nuangan, Desa Iyok.
2. Belum adanya data dan informasi elevasi muka air terencana di daerah pantai Nuangan, Desa Iyok

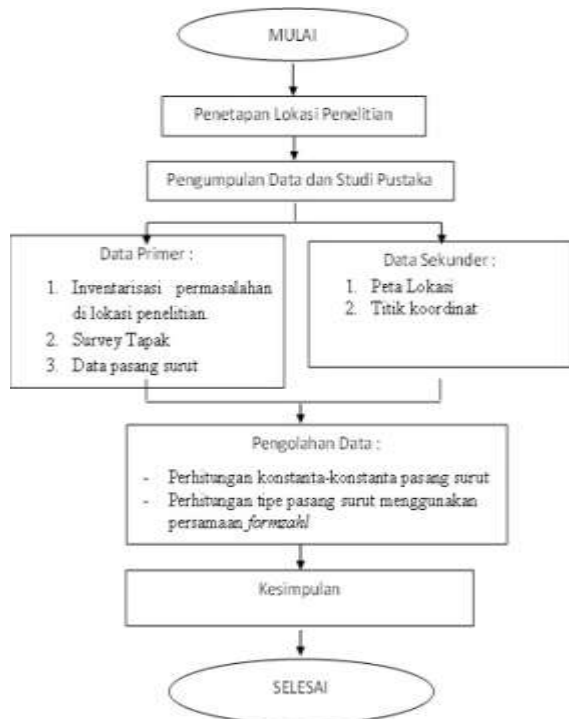
**Tujuan Penulisan.**

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh sifat dan karakter pasang surut di pantai Nuangan Desa Iyok sehingga dapat digunakan sebagai referensi bagi kegiatan pembangunan daerah pantai di daerah tersebut

**Manfaat Penulisan**

1. Memberikan informasi mengenai nilai komponen harmonic serta mengetahui tipe pasang surut yang terjadi di daerah pantai Nuangan di Desa Iyok.
2. Memperoleh pengetahuan bagaimana menggunakan metode admiralty dan menentukan tipe pasang surut suatu perairan melalui perhitungan bilangan *Formzahl*

**Bagan Alir Penelitian**



Gambar 1. Bagan alir penelitian

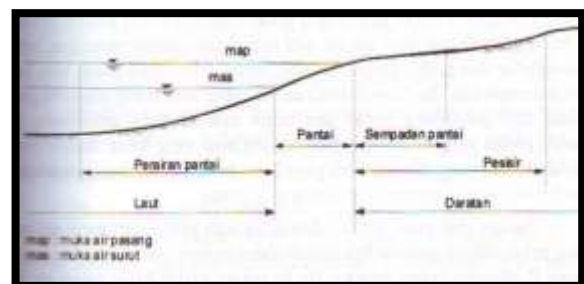
**LANDASAN TEORI**

**Gambaran Umum Pantai**

Pengertian pantai dapat didefinisikan sebagai sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir laut. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai ini diukur mengelilingi seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara.

Ada dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Selain dua istilah tersebut, terdapat juga beberapa definisi tentang kepantaian, yaitu:

- a. Daerah daratan: Daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi.
- b. Daerah lautan : Daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut di mulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya.
- c. Garis pantai : Garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.
- d. Sempadan Pantai: Kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai Manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai. Kriteria sempadan pantai ialah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi kearah daratan.



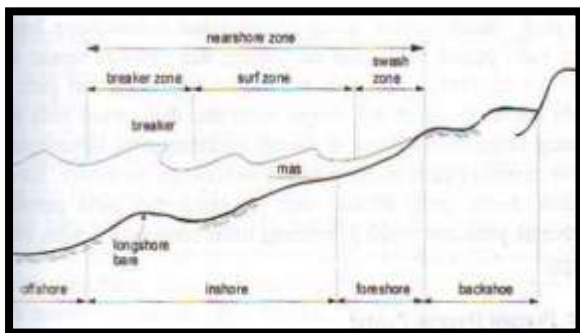
Gambar 2. Definisi dan Batasan Pantai

Berdasarkan karakteristiknya, daerah yang terbentang ke arah pantai memiliki beberapa definisi yaitu:

- a. *Offshore* yaitu daerah dari garis gelombang pecah ke arah laut.
- b. *Breaker zone* yaitu daerah dimana gelombang yang datang dari laut (lepas pantai) mencapai ketidak-stabilan dan pecah. Daerah ini juga sering disebut sebagai daerah gelombang pecah
- c. *Surf zone* yaitu daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah dan batas naik-turunnya gelombang di pantai. Pantai yang landai memiliki *surf zone* yang lebar.
- d. *Swash zone* yaitu daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.

Ditinjau dari profil pantai, daerah ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibagi tiga daerah yaitu:

- a. *Inshore* : Daerah antara *offshore* dan *foreshore*. Proses gelombang pecah di daerah ini sering menyebabkan terbentuknya *longshore bare*, yaitu gumpul pasir yang memanjang dan kira-kira sejajar dengan garis pantai
- b. *Foreshore*: Daerah yang terbentang dari garis pantai saat muka air rendah sampai batas atas dari *uprush* pada saat air pasang tinggi
- c. *Backshore*: Daerah yang dibatasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tinggi.



Gambar 3. Definisi dan Karakteristik gelombang di daerah pantai

### Gambaran Umum Gelombang

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung ada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut ialah:

- a. Gelombang angin: Gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut.
- b. Gelombang pasang surut: Gelombang yang dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda

langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi.

- c. Gelombang tsunami: Gelombang yang terjadi akibat letusan gunung berapi atau gempa di laut
- d. Gelombang kecil: Gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak, dan sebagainya.

Diantara beberapa bentuk gelombang yang tersebut, yang paling penting adalah gelombang angin dan pasang surut

### Pengertian Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi (gerakan naik turunnya) muka air laut secara berirama karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi. (Triatmodjo, 1999). Sedangkan menurut Dronkers (1964) 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.

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air merata ke posisi yang sama berikutnya. Periode pasang surut tergantung pada tipe pasang surut. Periode pada mana muka air naik disebut pasang, sedangkan pada saat air turun disebut surut. Pasang surut tidak hanya mempengaruhi lapisan di bagian teratas saja, melainkan seluruh massa air dan energinya pun sangat besar. Di perairan-perairan pantai, terutama di teluk-teluk atau di selat-selat yang sempit, gerakan naik turun atau variasi muka air menimbulkan arus yang disebut dengan arus pasang surut, yang menyangkut massa air dalam jumlah sangat besar dan arahnya kurang lebih bolak-balik (Triatmodjo, 1999).

### Tipe Pasang Surut

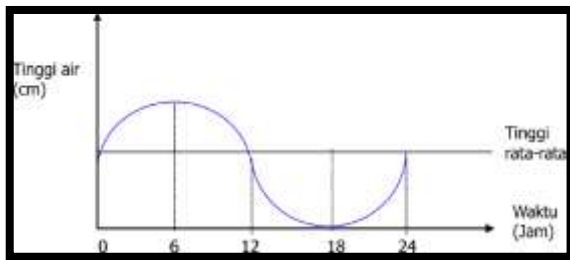
Menurut Dronkers (1964), ada tiga tipe pasang surut yang dapat diketahui, yaitu :

1. Pasang surut *diurnal* yaitu bila dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Biasanya terjadi di laut sekitar katulistiwa.
2. Pasang surut *semi diurnal* yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang hampir sama tingginya.
3. Pasang surut campuran yaitu gabungan dari tipe 1 dan tipe 2, bila bulan melintasi

khatulistiwa (deklinasi kecil), pasutnya bertipe *semi diurnal*, dan jika deklinasi bulan mendekati maksimum, terbentuk pasut diurnal.

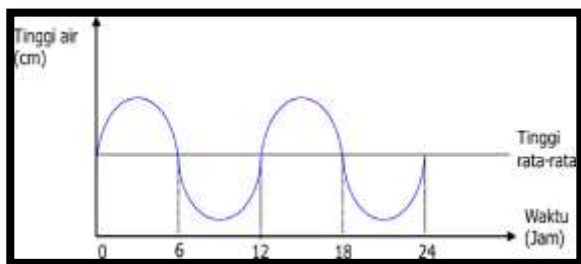
Menurut Wyrski (1961), pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 tipe yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*), merupakan pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.



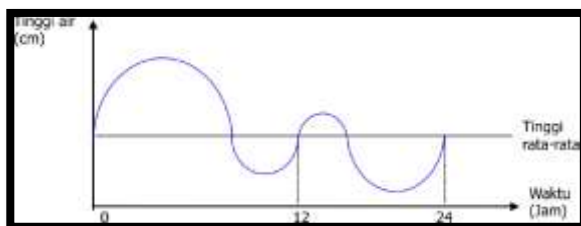
Gambar 4. Pola gerak pasut harian tunggal (*diurnal tide*)

2. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*), merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari. Ini terjadi di Selat Malaka dan Laut Andaman.



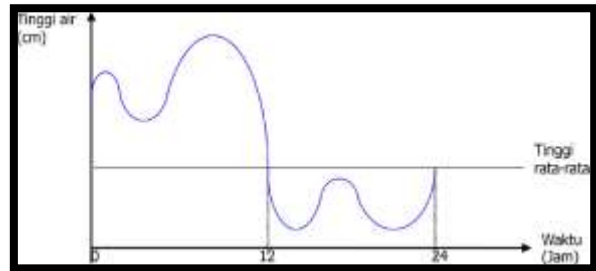
Gambar 5. Pola gerak pasut harian ganda (*semi diurnal tide*)

3. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevalling Diurnal*), merupakan pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu.



Gambar 6. Pola gerak pasut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevalling Diurnal*)

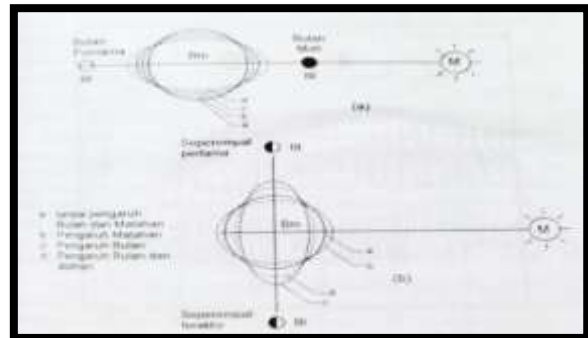
4. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal*), merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu berbeda. Ini terjadi di Pantai Selatan Jawa dan Bagian Timur Indonesia.



Gambar 7. Pola gerak pasut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevalling Semi Diurnal*)

### Pasang Surut Purnama dan Perbani

Proses terjadinya pasang surut purnama dan perbani karena adanya gaya tarik bulan dan matahari maka lapisan air yang semula berbentuk bola berubah menjadi elips. Bulan beredar mengelilingi bumi, dan bumi juga berevolusi mengelilingi matahari. Dengan demikian, posisi bumi, bulan dan matahari selalu berubah.



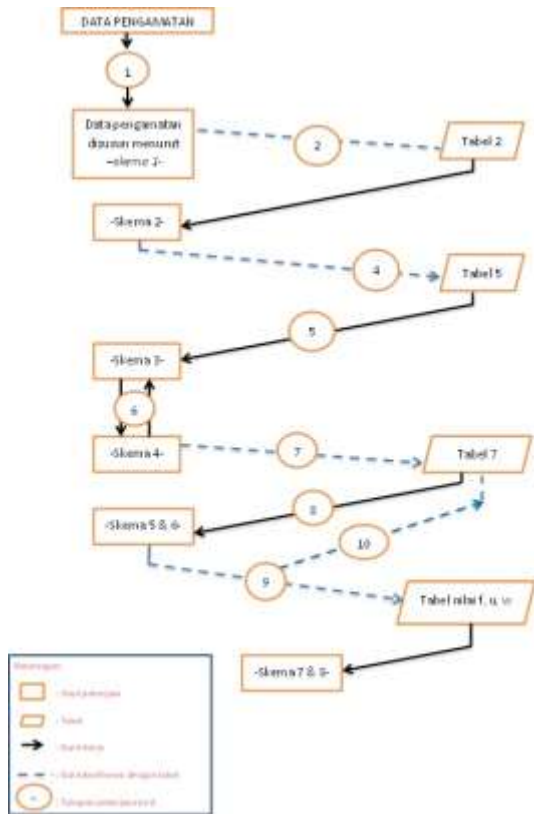
Gambar 8. Posisi Bumi-Bulan-Matahari saat pasang purnama (a) dan perbani (b)

### Metode Admiralty

Metode admiralty merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta pasang surut harmonik dari pengamatan ketinggian air laut tiap jam selama 15 piasan (15 hari) atau 29 piasan (29 hari). Metode ini digunakan untuk menentukan Muka Air Laut Rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya (Suyarso, 1989). Metode admiralty adalah metode perhitungan pasang surut yang digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonik yaitu amplitudo dan keterlambatan fasa. Proses perhitungan metode Admiralty dihitung dengan

bantuan tabel, dimana untuk waktu pengamatan yang tidak ditabelkan harus dilakukan pendekatan dan interpolasi dengan bantuan tabel.

Proses perhitungan analisa harmonik metode *Admiralty* dilakukan pengembangan perhitungan sistem formula dengan bantuan perangkat lunak 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 kapanpun



Gambar 9. Skema Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode *Admiralty*

**Formzahl**

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* (Anugrah, 2009) sebagai berikut:

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

dimana:

$F$  = Bilangan Formhazl.

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

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

$M_2$  = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan.

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

Dengan demikian klasifikasi pasang surut adalah:

1. Pasang surut harian ganda jika  $F \leq 0.25$
2. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika  $0.25 < F \leq 1.5$
3. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika  $1.5 < F \leq 3$
4. Pasang surut harian tunggal jika  $F > 3$

**Elevasi Muka Air Terencana**

Elevasi muka air laut rencana merupakan parameter sangat penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, *wave setup*, *wind setup*, dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global. Tsunami tidak diperhitungkan mengingat kejadiannya sangat jarang.

Apabila tsunami diperhitungkan, akan menyebabkan bangunan menjadi sangat besar, sementara terjadinya belum tentu seratus atau dua ratus tahun sekali. Di Indonesia sangat jarang terjadi badai, sehingga sering pengaruh *wind setup* tidak diperhitungkan dalam menentukan muka air laut rencana (Triatmodjo, 2012).

Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Muka air tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
8. *Higher high water level* (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. *Lower low water level* (LLWL), adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

Elevasi yang cukup penting yaitu 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.

Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan komponen-komponen pasang surut yang didapat dari perhitungan analisa pasang surut dengan metode *Admiralty* di atas. Berikut penentuan elevasi muka air rencana:

- MSL = A (S0)
- HHWL = Muka air tertinggi
- LLWL = Muka airt terendah
- MHWL = MSL + (Range/2 )
- MLWL = MSL – (Range/2)
- Range = 2 x (A(M2) + A(S2))

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 pengolahan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergeseran titik tanjak 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Data yang diperoleh dari pengukuran langsung pasang surut di pantai Nuangan Desa Iyok Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondouw Timur digunakan untuk penentuan tipe pasang surut dan elevasi muka air laut yang terjadi setelah dianalisis dengan metode *Admiralty*.

Berdasarkan skema perhitungan pasang surut metode *admiralty*, maka data dari hasil pengukuran pasang surut di Pantai Nuangan yang telah diikat pada titik/patok, dibuat dan disusun sebagai berikut:

#### Skema-1

Sebelum dilakukan pengolahan data pasut dilakukan terlebih dahulu *smoothing* pada data lapangan yang diperoleh dari pengukuran alat, hal ini dilakukan untuk menghilangkan *noise*, kemudian data tersebut dimasukkan kedalam kolom-kolom di skema-1, ke kanan menunjukkan waktu pengamatan dari pukul 00.00 sampai 23.00 dan ke bawah adalah tanggal selama 15 piantan, yaitu mulai tanggal 28 Mei s/d 11 Juni 2015.

Tabel 1. Susunan hasil pengamatan pasang surut Pantai Nuangan (cm) periode 28 Mei 2015 s/d 11 Juni 2015 menurut Skema 1

Tanggal	Bacaan Skala pada jam																							Jumlah Terbaca	Rata- rata/jam	
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00			23:00
28 Mei 2015	30	40	50	55	55	40	30	20	25	10	5	10	10	15	20	25	15	10	5	5	3	2	5	20	505	21,04
29 Mei 2015	25	50	55	70	70	65	50	30	15	5	3	5	7	10	20	25	20	15	15	5	2	3	3	13	581	24,21
30 Mei 2015	20	30	60	75	82	70	65	45	30	18	7	4	2	7	10	15	24	13	8	8	5	2	4	7	611	25,46
31 Mei 2015	14	33	52	68	62	53	46	31	20	20	16	8	5	2	7	11	26	12	12	8	7	5	9	15	542	22,58
1 Juni 2015	25	37	66	81	85	74	69	41	25	22	10	4	2	8	12	15	24	17	9	7	5	3	11	17	669	27,88
2 Juni 2015	27	39	57	79	82	73	56	36	26	21	18	14	11	35	45	60	35	24	15	9	7	4	4	15	792	33,00
3 Juni 2015	62	78	76	65	62	45	32	22	27	13	6	15	22	35	46	55	67	35	24	15	8	5	13	26	854	35,58
4 Juni 2015	35	55	68	80	85	74	65	31	23	11	9	5	17	45	50	60	72	32	22	11	7	3	14	35	909	37,88
5 Juni 2015	55	65	73	82	86	70	62	46	31	26	17	11	5	9	13	26	35	55	68	54	45	33	21	12	1000	41,67
6 Juni 2015	19	25	35	65	78	65	50	45	35	28	22	11	8	14	25	37	48	53	45	22	17	7	15	25	794	33,08
7 Juni 2015	33	45	45	56	75	70	65	54	54	28	18	7	7	2	2	15	25	47	63	74	76	64	35	22	982	40,92
8 Juni 2015	19	11	7	6	6	15	25	38	49	59	72	82	78	64	48	20	12	15	21	32	46	68	78	76	947	39,46
9 Juni 2015	62	49	35	22	19	7	7	16	25	36	48	59	60	78	82	67	45	21	13	7	5	6	19	35	823	34,29
10 Juni 2015	35	58	66	79	70	63	49	35	20	15	8	5	18	45	65	62	35	32	21	13	4	3	13	13	827	34,46
11 Juni 2015	32	45	64	79	85	70	65	45	27	18	7	4	2	7	10	25	47	50	42	34	23	12	7	5	805	33,54
Keterangan:	Air Tertinggi = 85 cm																									
	Air Terendah = 2 cm																									

**Tabel 2. Konstanta Pengali dalam menyusun skema 2**

	Jam Pengamatan																							
	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
X1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X2	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Y2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
X4	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1
Y4	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1

**Tabel 3. Penyusunan hasil perhitungan harga X1, Y1, X2, Y2, X4 dan Y4 dari skema 2**

Waktu			X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
Tgl	Bln	Thn	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
28	5	2015	195	310	135	370	217	288	365	140	155	190	253	252
29	5	2015	205	376	138	443	199	382	432	149	195	195	284	297
30	5	2015	240	371	105	506	171	440	408	203	189	215	290	321
31	5	2015	204	338	119	423	186	356	345	197	165	190	237	305
1	6	2015	249	420	130	539	217	452	446	223	217	229	306	363
2	6	2015	381	411	264	528	290	502	567	225	235	299	363	429
3	6	2015	375	479	351	503	397	457	648	206	261	295	447	407
4	6	2015	420	489	368	541	347	562	673	236	285	302	429	480
5	6	2015	336	664	376	624	340	660	574	426	338	329	526	474
6	6	2015	376	418	316	478	234	560	472	322	276	249	340	454
7	6	2015	324	658	432	550	308	674	422	560	314	340	520	462
8	6	2015	562	385	558	389	662	285	301	646	331	303	438	509
9	6	2015	544	279	438	385	569	254	547	276	264	278	439	384
10	6	2015	389	438	324	503	344	483	628	199	236	314	429	398
11	6	2015	307	498	264	541	213	592	516	289	270	258	396	409

**Skema-2**

Isi tiap kolom-kolom pada skema 2 ini dengan bantuan Tabel 2 yaitu dengan mengalikan nilai pengamatan dengan harga pengali pada Tabel 2 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 (+) dibawah kolom X1, Y1, X2, Y1, X4, dan Y4. Lakukan hal yang sama untuk pengali -1 dan isikan kedalam kolom di bawah tanda (-).

**Skema-3**

Untuk mengisi kolom-kolom pada skema-3, setiap kolom pada kolom-kolom skema-3 merupakan penjumlahan dari perhitungan pada kolom-kolom pada skema-2.

1. Untuk Xo (+) merupakan penjumlahan antara X1 (+) dengan X1 (-) tanpa melihat tanda (+) dan (-) mulai tanggal 28 mei s/d 11 juni 2015.

2. Untuk X1, Y1, X2, Y1, X4, dan Y4 merupakan menjumlahkan tanda (+) dan (-), untuk mengatasi hasilnya tidak ada yang negatif maka ditambahkan dengan 1000. Hal ini dilakukan juga untuk kolom X1, Y1, X2, Y1, X4, dan Y4.

**Tabel 4. Penyusunan hasil perhitungan harga X dan Y dari skema 3**

Waktu			X0	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
Tgl	Bln	Thn		1000	1000	1000	1000	1000	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	5	2015	505	885	1175	765	1153	929	923
29	5	2015	581	829	1238	695	1244	817	950
30	5	2015	611	869	1266	599	1335	731	1032
31	5	2015	542	866	1219	696	1237	830	1011
1	6	2015	669	829	1290	591	1322	765	1006
2	6	2015	792	970	1147	736	1238	788	935
3	6	2015	854	896	1128	848	1106	940	809
4	6	2015	909	931	1121	827	1194	785	889
5	6	2015	1000	672	1288	752	1284	680	1086
6	6	2015	794	958	1102	838	1244	674	1088
7	6	2015	982	666	1226	882	1242	634	1252
8	6	2015	947	1177	827	1169	727	1377	984
9	6	2015	823	1265	841	1053	816	1315	707
10	6	2015	827	951	1114	821	1159	861	855
11	6	2015	805	809	1234	723	1328	621	1076
<b>Jumlah</b>			<b>11641</b>	<b>13573</b>	<b>17216</b>	<b>11995</b>	<b>17629</b>	<b>12747</b>	<b>14603</b>

**Skema-4**

Untuk mengisi seluruh kolom-kolom pada tabel 6, diisi dengan data setelah penyelesaian skema 3 (tabel 4) dibantu dengan konstanta pengali (tabel 5). Pada contoh ini (X00) atau indeks kedua sama dengan 0, semuanya nilai positif (+) karena memiliki konstanta pengali yang positif (+). Hasil yang diperoleh untuk setiap hari dijumlahkan dan dimasukkan ke tabel 6 pada kolom 3 dan 4.

Pada perhitungan ini nilai X00 = 11641, nilai ini diperoleh dari penjumlahan X0 kolom 7 pada tabel 7. Untuk nilai  $\bar{X}$  dan  $\bar{Y}$  diperoleh dengan cara mengurangi nilai positif (+) dan negatif (-) untuk tiap indeks.

Sebagai contoh:

$$\ddot{X}_{10} = X^+ - X^- = 13573 - 15000 = -1427$$

$$\ddot{Y}_{10} = Y^+ - Y^- = 17216 - 15000 = 2216$$

Tabel 5. Konstanta pengali untuk menghitung harga X00, X10 dan Y10

Indeks Kedua	0	2	b	3	c	4	d	
Pengali Untuk j (15 Piantan)	-15	1	0	5	0	1	0	
konstanta untuk 15 piantan	1		0	-1	-1	1	0	
	1	1	1	-1	-1	1	-1	
	1		1	-1	-1	-1	-1	
	1	1	1	-1	1	-1	-1	
	1	1	1	-1	1	-1	1	
	1	1	1	1	1	-1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	
	Waktu Menengah	1	1	0	1	0	1	0
	1	1	-1	1	-1	1	-1	
	1	1	-1	1	-1	-1	-1	
	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	
	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	
	1	-1	-1	-1	1	1	1	
	1	-1	0	-1	1	1	0	

Tabel 6. Penyusunan hasil perhitungan nilai X dan Y indeks ke dua dari Skema 4

Indeks Tanda	Besarnya harga		$\bar{x}$	$\bar{y}$	
	X	Y			
1	2	3	4	5	6
00	+	11641		11641	
10	+	13573	17216		2216
	-	15000	15000	-1427	
12	+	5922	8302		
	-	7651	8914	-729	
	+	1000	1000		388
1b	+	5259	7288		890
	-	5689	6398	-430	
13	+	4427	5786		
	-	9146	11430	-3719	-4644
	+	1000	1000		
1c	+	6586	7973	530	
	-	6056	8122		-149
20	+	11995	17629		2629
	-	15000	15000	-3005	
22	+	5474	8630		631
	-	6521	8999	-47	
	+	1000	1000		
2b	+	4165	7482		1010
	-	5515	6472	-1350	
23	+	4001	6066		
	-	7994	11563	-2993	-4497
	+	1000	1000		
2c	+	5468	8206		
	-	5700	8229	-232	-23
42	+	5266	7065		527
	-	7481	7538	-1215	
	+	1000	1000		
4b	+	4871	5743		
	-	5541	5972	-229	-229
44	+	5633	6588		
	-	7114	8015	-481	-427
	+	1000	1000		
4d	+	6046	5296	1680	
	-	4366	6419		-1123

**Skema-5 dan Skema-6**

Cara perhitungan untuk setiap kolom pada tabel 8 adalah:

Kolom 3 sampai dengan kolom 10 diperoleh dengan mengalikan kolom 2 dengan bilangan pengali pada tabel 7. Dimana kolom 2 diperoleh dari:

$$X_{13} - Y_{1c} = -3719 - (-149) = -3570, \text{ harga X dan Y dapat dilihat pada tabel 8.}$$

Maka untuk kolom 3 =  $-3570 \times 0.04 = -142.8$ . demikian untuk nilai dari kolom lainnya.

Tabel 7. Konstanta pengali untuk 15 piantan

	So	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>	
Untuk Skema 5 PR cos r	X00	1,00							
	X10	0,01	-0,01	0,01	0,03	1,00	-0,07	0,01	
	X12 - Y1b	-0,02	0,09	-0,01	-0,09	-0,09	1,00	-0,02	0,02
	X13 - Y1c	0,04	-0,07	0,01	0,13	0,20	-0,59	0,03	
	X20	-0,01	-0,15	1,00	0,29	0,01		0,02	
	X22 - Y2b	0,01	1,00	-0,14	-0,61	-0,02	-0,03	0,03	-0,01
	X23 - Y2c	-0,02	-0,65	0,25	1,00	0,03		-0,05	-0,01
	X42 - Y4b		0,01		0,01			0,20	1,00
X44 - Y4d		-0,01	0,01	0,02			1,01	-0,05	
Untuk skema 6 PR sin r	Y10			-0,01	0,02	1,01	-0,08	0,01	0,01
	Y12 + X1b		0,05	0,01	-0,05	-0,12	1,05	-0,03	0,01
	Y13 + X1c		-0,02	-0,02	0,09	0,24	-0,65	0,04	0,02
	Y20		-0,16	1,00	0,30	-0,01	0,02	-0,03	-0,01
	Y22 + X2b		1,04	-0,15	-0,64	0,02	-0,10	0,04	-0,02
	Y23 + X2c		-0,70	0,26	1,03	-0,03	0,09	-0,07	-0,03
	Y42 + X4b		0,02					0,11	1,00
Y44 + X4d		-0,03	0,01	0,05			1,00	-0,06	
Untuk skema 7 DeIer P	360	175	214	166	217	177	273	280	
Untuk Skema 7 Konstanta P		333	345	327	173	160	307	318	



Tabel 8. Penyusunan hasil perhitungan besaran X dan Y dari konstanta-konstanta Pasut untuk 15 piantan yang diperoleh dari skema 5 dan skema 6

			So	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>
Untuk Skema V	X00	11641	11641,00							
PR cos r	X10	-1427	-14,27	14,27	-14,27	-42,81	-1427,00	99,89	-14,27	
	X12 - Y1b	-1619	32,38	-145,71	16,19	145,71	145,71	-1619,00	32,38	-32,38
	X13 - Y1c	-3570	-142,80	249,90	-35,70	-464,10	-714,00	2106,30	-107,10	0,00
	X20	-3005	30,05	450,75	-3005,00	-871,45	-30,05	0,00	-60,10	0,00
	X22 - Y2b	-1057	-10,57	-1057,00	147,98	644,77	21,14	31,71	-31,71	10,57
	X23 - Y2c	-2970	59,40	1930,50	-742,50	-2970,00	-89,10	0,00	148,50	29,70
	X42 - Y4b	-986	0,00	-9,86	0,00	-9,86	0,00	0,00	-197,20	-986,00
	X44 - Y4d	642	0,00	-6,42	6,42	12,84	0,00	0,00	648,42	-32,10
Skema 5 (PR Cos r)			11595,19	1426,43	-3626,88	-3554,90	-2093,30	618,90	418,92	-1010,21
Untuk skema VI	Y10	2216			-22,16	44,32	2238,16	-177,28	22,16	22,16
PR Sin r	Y12 + X1b	-42		-2,10	-0,42	2,10	5,04	-44,10	1,26	-0,42
	Y13 + X1c	-4114		82,28	82,28	-370,26	-987,36	2674,10	-164,56	-82,28
	Y20	2629		-420,64	2629,00	788,70	-26,29	52,58	-78,87	-26,29
	Y22 + X2b	-719		-747,76	107,85	460,16	-14,38	71,90	-28,76	14,38
	Y23 + X2c	-4729		3310,30	-1229,54	-4870,87	141,87	-425,61	331,03	141,87
	Y42 + X4b	298		5,96	0,00	0,00	0,00	0,00	32,78	298,00
	Y44 + X4d	1253		-37,59	12,53	62,65	0,00	0,00	1253,00	-75,18
Skema 6 (PR Sin r)				2190,45	1579,54	-3883,20	1357,04	2151,59	1368,04	292,24

**Skema-7**

- a. Menghitung besaran PR cos r dan PR sin r  
Besaran PR cos r dan PR sin r untuk setiap konstanta ditentukan dengan menjumlahkan besaran-besaran yang diperoleh pada setiap kolom pada skema 6.
- b. Menghitung besaran PR  
Besarnya PR untuk setiap konstanta, dihitung melalui persamaan berikut:

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

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

Baris r ditentukan dari hasil perhitungan:

$$r = \tan^{-1} \left( \frac{PR \sin r}{PR \cos r} \right)$$

Karena r dari persamaan di atas senantiasa berada diantara harga 0 sampai 90, maka harganya dilihat dari tanda pada masing-masing kuadran yaitu:

Tabel 9. Harga r berdasarkan kuadran sudut

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

Kemudian baris P diisi dengan harga-harga pada tabel 7 sesuai dengan panjang periode pengamatan yang diperiksa yaitu 15 hari pengamatan. Harga-harga ini besarnya tetap, tidak bergantung pada waktu maupun letak

stasiun pengamatan. Pada tabel 7 juga termuat harga p yang diisikan dalam baris p pada skema 7.

- c. Menghitung besaran f  
Berdasarkan waktu menengah pengamatan, diperoleh harga f dengan cara menginterpolasi nilai dari f(M2), f(K1), f(O1), dan f(K2). Besaran-besaran f yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 5 tabel 10 dengan catatan:
  - f(M2), f(K1), f(O1), dan f(K2) didapat pada lampiran
  - f(S2) = 1 (Tetap)
  - f(P1) = 1 (Tetap)
  - f(N2) = f(M2)
  - f(M4) = (f(M2))<sup>2</sup>
  - f(MS4) = f(M2)
- d. Menghitung besaran V'  
Dengan melihat tabel dan berdasarkan pada tahun waktu menengah pengamatan. Besaran yang diperoleh dimasukkan pada baris 6 tabel 11
- e. Menghitung besaran V''  
Dengan melihat tabel dan berdasarkan pada bulan dari waktu menengah pengamatan. Besaran yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 7 tabel 11
- f. Menghitung besaran V'''  
Dengan melihat tabel dan berdasarkan pada tanggal dari waktu menengah pengamatan. Besaran yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 8 tabel 11
- g. Menghitung besaran V

Penentuan harga V untuk komponen-komponen dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut:

- $V(M2) = V'(M2)+V''(M2)+V'''(M2)$
- $V(S0) = 0$
- $V(N2) = V'(N2)+V''(N2)+V'''(N2)$
- $V(K1) = V'(K1)+V''(K1)+V'''(K1)$
- $V(O1) = V'(O1)+V''(O1)+V'''(O1)$
- $V(M4) = 2 \times V (M2)$
- $V(MS4) = V(M2)$

Besaran yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 9 tabel.11

**h.** Menentukan harga u

Harga u ditentukan dengan menggunakan lampiran 10 berdasarkan interpolasi waktu menengah. Besaran yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 10 tabel 11

**i.** Penentuan harga (1+W) dan w

Menentukan harga (1+W) dan w untuk setiap konstanta melalui perhitungan sebagai berikut:

- Tentukan besarnya  $(V(K1) + u(K1))=X$   
Dengan argumentasi X tentukan harga  $\frac{w}{f}$  dan  $\frac{w}{f}$  untuk S2 dan MS4.
- Tentukan besarnya  $(2V(K1)+u(K1))=X$   
Dengan argumentasi X (dikurangi 360° kalau lebih), tentukan harga wf dan Wf untuk K1
- Tentukan besarnya  $(3V(M2)-(2V(N2)))=X$

Dengan argumentasi X tentukan harga w dan 1+W untuk N2

**j.** Menentukan harga g

Besaran g untuk konstanta ditentukan melalui persamaan:

$$g = V + u + w + p + r$$

Besaran tersebut diisikan pada baris ke 14

**k.** Menentukan kelipatan dari 360°

Kelipatan dari 360° ini dimaksudkan untuk mencari harga kelipatan dari 360° terhadap harga g. Besaran tersebut diisikan pada baris ke 15.

**l.** Menentukan Amplitudo (A)

$$A = \frac{PR}{(Pxfx(1+W))}$$

Besaran tersebut dimasukkan pada baris ke 16

**m.** Penentuan harga g°

Untuk menentukan besarnya g° ditentukan melalui perhitungan sebagai berikut:

$g^\circ = g - (n \times 360^\circ)$  dimana bilangan n merupakan bilangan bulat. Besaran tersebut dimasukkan pada baris terakhir.

**Skema-8**

Skema 8 merupakan hasil akhir yang diperoleh yaitu nilai dari A (amplitudo) dan g° (beda fasa), sesuai yang ada pada skema 7. Dari hasil yang diperoleh pada skema 8 ini diperoleh juga nilai-nilai dari tipe pasang surut, duduk tengah (MSL), muka surutan dan air tinggi rata-rata.

Tabel 10. Susunan hasil perhitungan Skema 7 untuk besaran-besaran dari Konstanta-konstanta Pasang surut

	So	Mz	Sz	Nz	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
V : PR cos r :	11595,190	1426,430	-3626,880	-3554,900	-2093,300	618,900	418,920	-1010,210	0,000	0,000
VI : PR sin r :		2190,450	1579,540	-3883,200	1357,040	2151,590	1368,040	292,240	0,000	0,000
PR	11595,19	2613,96	3955,91	5264,65	2494,69	2238,83	1430,74	1051,63	0,00	0,00
P	360	175	214	166	217	177	273	280	0	0
f	0,00	0,97	1,00	0,97	1,09	1,24	0,95	0,97	1,24	
1+W	0,00	1,00	0,79	0,89	1,17	1,00	1,00	0,79		
V'	0,00	54,85	0,00	137,80	9,45	225,40	0,00	0,00		
V''	0,00	296,30	0,00	146,00	133,55	162,75	0,00	0,00		
V'''	0,00	286,90	0,00	247,70	3,00	283,90	0,00	0,00		
V=V'+V''+V'''	0,00	638,05	0,00	531,50	146,00	672,05	0,00	0,00	0,00	0,00
u	0,00	1,40	0,00	1,40	5,10	-5,85	2,80	1,40		
w	0,00	0,00	16,54	8,96	13,13	0,00	0,00	16,54		
p		333	345	327	173	160	307	318		
r		56,93	156,47	227,53	147,04	73,95	72,97	163,86		
jumlah = g	0,00	1029,38	518,01	1096,39	484,27	900,15	382,77	499,80		
n*360°	0,00	720,00	360,00	1080,00	360,00	720,00	360,00	360,00		
A (cm)	32,21	15,35	23,30	36,62	8,99	10,20	5,54	4,87	6,29	2,97
g°		309,38	158,01	16,39	124,27	180,15	22,77	139,80	158,01	124,27

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 11. Perhitungan besaran-besaran w dan (1+W) dari konstanta-konstanta Pasang surut

w dan (1+W), S2, MS4		
VII : K1 : V =		146,00
VII : K1 : u =		5,10
Jumlah : V + u =		151,10
Daftar 10 : S2 :w/f =		13,336
Daftar 10 : S2 :W/f =		-0,16668
Daftar 5 : K2 : f =		1,24
w =		16,53664
W =		-0,2066832
1+W =		0,7933168
w dan (1+W) untuk K1		
VII : K1 : V =		146,00
VII : K1 : u =		5,10
Jumlah : 2V + u =		297,1
Daftar 10 :K1 :wf =		14,322
Daftar 10 : K1 :Wf =		0,18824
Daftar 5 : K1 : f =		1,09
w =		13,13342503
W =		0,172618065
1+W =		1,172618065
w dan (1+W) untuk N2		
VII : M2 : 3V =		1914,15
VII : N2 : 2V =		1063
selisih (M2-N2) - (360*2)=		131,15
Daftar 10 :N2 :w =		8,957
Daftar 10 : N2 : 1+W =		0,89014
VIII		

Tabel 11. Susunan Skema 8

	A (cm)	g°		A (cm)	g°
S0	32,21	0,00	O1	10,20	180,15
M2	15,35	309,38	M4	5,54	22,77
S2	23,30	158,01	MS4	4,87	139,80
N2	36,62	16,39	K2	6,29	158,01
K1	8,99	124,27	P1	2,97	124,27

### Penentuan Tipe Pasang Surut

Berdasarkan komponen-komponen pasang surut yang didapat dari hasil analisis dengan menggunakan metode *Admiralty* maka dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di pantai Nuangan dengan menggunakan angka pasang surut "F" (*Tide form number "Formzahl"*). Dimana F ditentukan sebagai berikut:

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{8,99 + 10,2}{15,35 + 23,30} = 0,49$$

Berdasarkan hasil hitungan Formzahl, maka pantai Nuangan termasuk dalam tipe Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda

(*mixed tide prevailing semidiurnal*) dengan nilai  $0.25 < 0.49 < 1.5$

### Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 12. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	85
MHWL	cm	59,21
MSL	cm	32,21
MLWL	cm	5,21
LLWL	cm	2
Range	cm	54,00

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan Analisis Pasang Surut yang dilakukan di Pantai Nuangan Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dengan metode *Admiralty*, maka dapat disimpulkan hasil yang diperoleh sebagai berikut:

1. Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Nuangan ialah tipe Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) dengan nilai  $0.25 < F=0,49 < 1.5$ , dimana konstanta konstanta pasang surut yang didapat dari analisis pasang surut dengan menggunakan metode *admiralty* adalah sebagai berikut:  
 $S0= 32,21$     $O1= 10,20$   
 $M2= 15,35$     $M4= 5,54$   
 $S2= 23,30$     $MS4= 4,87$   
 $N2= 36,62$     $K2= 6,29$   
 $K1= 8,99$     $P1= 2,97$
2. Elevasi muka air laut tinggi tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 85 cm (+52,79 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut rendah terendah terjadi sebesar 2 cm (-30,21 cm dari MSL)

### Saran

Hasil analisis pasang surut ini kiranya dapat digunakan sebagai informasi dalam pengembangan maupun pengamanan daerah pesisir di pantai Nuangan

## DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, Bambang., 1999. *Teknik Pantai*. Beta offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang., 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta offset. Yogyakarta

Zakaria, Ahmad., 2012. *Rekayasa Pantai dan Pelabuhan*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Lampung

Malik, Abdul., 2008. *Pasang Surut.*, [www.Google.Slide Share.Net](http://www.Google.SlideShare.Net). akses pada 18 April 2015 pukul 19.06 WITA

*Modul 1 Admiralty.* [www.academia.edu/7203382/Modul\\_1\\_Admiralty](http://www.academia.edu/7203382/Modul_1_Admiralty). akses pada 24 April 2015 pukul 21.35 WITA

*Pengolahan Data Pasang Surut Dengan Metode Admiralty.* [http://Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id >2012/04](http://Laboseanografi.mipa.unsri.ac.id>2012/04) . akses pada 25 April 2015 pukul 21.25 WITA