

PREDIKSI PASANG SURUT DI PULAU SATANGGA KAB. TAKALAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ADMIRALTY*

Arisandi dan Ashury

Program Studi Teknik Kelautan Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Email : Arisandiaris268@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya memiliki potensi besar dalam sumber daya alamnya. Untuk mendukung transportasi khususnya untuk transportasi laut, sangat penting untuk mengetahui naik turunnya pergerakan air di permukaan. Perhitungan komponen dapat ditentukan menggunakan Admiralty, yang dalam perhitungan pasang surutnya (amplitudo dan fase) dilakukan secara bertahap menggunakan tabel untuk pengamatan panjang 15 piantan dan 29 piantan. Pengamatan pasang surut digunakan untuk praktis dan ilmiah untuk mempelajari tentang fenomena air yang memiliki efek bagi masyarakat. Pengamatan pasut adalah untuk mengetahui prediksi pasut di Pulau Satangga. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang prediksi pasang surut di Satangga yang dapat digunakan sebagai referensi pengembangan. Metodologi penelitian ini terdiri dari lokasi penelitian di Pulau Satangga, Data Dasar, Data Pasang Surut selama 15 hari, prediksi pasang surut menggunakan metode Admiralty, Skema Penelitian Umum, dan Skema Admiralty. Dari hasil analisis pasut menggunakan metode Admiralty, diketahui bahwa konstanta harmonik untuk setiap komponen pasut (M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, dan P1) masing-masing dengan amplitudo (A): 14, 9, 4, 28, 29, 1, 0, 3 dan 9, sedangkan pada fase pasang surut (g0): 214, 357, 284, 318, 235, 62, 203, 357 dan 318. Hasil metode analisis pasut Admiralty diperoleh pada nilai 2,4 cm Formzahl yang menunjukkan jenis pasang surut di Pulau Satangga adalah campuran yang berlaku diurnal. Sementara itu, berdasarkan analisis untuk Level Air Tinggi Tertinggi (HHWL) dan Level Air Rendah (LWL), diperoleh rentang pasang surut 197 cm. Hasil untuk prediksi pasut adalah menggunakan *Mean Sea Data* (S0) dan konstanta harmonik menjadi elevasi pasut dalam fungsi waktu.

Kata kunci: *prediksi, tidal, metode admiralty*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya merupakan perairan. Potensi perairan di Indonesia merupakan posisi strategis untuk pelayaran internasional maupun nasional, bahkan skala terkecil pelayaran antar pulau di Indonesia. Untuk mendukung kegiatan pelayaran khususnya dan aktifitas yang dilakukan di perairan (transportasi air) pada umumnya, mutlak di ketahui gerakan naik dan turunnya permukaan air laut yang biasa disebut pasang surut. Pasang surut laut (pasut) merupakan gerakan naik turunnya permukaan laut yang disebabkan gaya tarik menarik antara bumi-bulan-matahari. Selain gaya tarik menarik tersebut pengaruh meteorologis dan oseanografi juga ikut berperan dalam pembentukan karakteristik pasang surut, sehingga di setiap permukaan bumi memiliki kedudukan permukaan air laut yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu. Pengamatan pasang surut air laut selain untuk keperluan praktis juga untuk keperluan ilmiah dalam mempelajari fenomena lautan yang dapat berdampak langsung atau tidak langsung bagi kehidupan manusia. Pada daerah pesisir pengamatan pasut jangka panjang diperlukan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya kenaikan muka laut yang dapat membahayakan kehidupan masyarakat pesisir. Pencegahan bencana secara dini dapat dilakukan dengan mengkaji secara seksama perilaku kedudukan muka air laut dari waktu ke waktu dalam jangka waktu yang panjang. Untuk keperluan praktis, data pasut diperlukan dalam penentuan muka surutan (*chart datum*), yaitu sebagai bidang referensi kedalaman laut pada peta-peta navigasi laut, proyek rekayasa (jembatan, dok, dan pelabuhan), pengerukan alur pelayaran dan pelabuhan, penentuan garis dasar (*base lines*) untuk batas wilayah laut teritorial, serta operasi militer (pendaratan, penyelaman, demolisi, dan pemasangan ranjau), selain itu data pasang



surut juga diperlukan dalam pelayaran di laut dangkal, karena sifat pasut yang periodik maka dapat diramalkan dengan mendapatkan nilai-nilai dari komponen-komponen pembentuknya. Perhitungan komponen-komponen pasut dapat ditentukan dengan menggunakan admiralty, yang dalam proses perhitungannya parameter pasut (amplitudo dan fase) dipecahkan secara bertahap dengan menggunakan tabel-tabel dan skema-skema dan digunakan untuk panjang pengamatan 15 piantan dan 29 piantan.

GAMBARAN UMUM PASANG SURUT

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. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Faktor non astronomi yang mempengaruhi pasut terutama di perairan semi tertutup seperti teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan. Puncak gelombang disebut pasang tinggi dan lembah gelombang disebut pasang rendah. Perbedaan vertikal antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang surut (*tidal range*). Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Harga periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Berdasarkan teori dinamis penyebab pasang surut adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (Gaya Coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lokal yang dapat mempengaruhi pasut disuatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan. (Diposaptono 2007).

Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Priyana, 1994).

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* sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \quad (1)$$

Keterangan:

F = Bilangan *Formzahl*.

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 $F > 3$

Metode admiralty merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta pasang surut harmonik dari pengamatan ketinggian air laut tiap jam selama 29 piantan (29 hari). Metode ini digunakan untuk menentukan Muka Air Laut Rerata (MSL) harian, bulanan, tahunan atau lainnya (Suyarso, 1989). Untuk menghitung tetapan pasang surut tersebut diatas, ada beberapa metoda yang sudah biasa dipakai misalnya metoda Admiralty yang berdasarkan pada data pengamatan selama 15 hari atau 29 hari. Pada metoda ini dilakukan perhitungan yang dibantu dengan tabel, akan menghasilkan tetapan pasang surut untuk 9 komponen. Dengan adanya kemajuan teknologi di bidang

elektronika yang sangat pesat, penggunaan komputer mikro untuk menghitung tetapan pasang surut serta peramalannya akan sangat memungkinkan. Sehubungan dengan itu, akan dicari suatu cara untuk memproses data pengamatan pasang surut sehingga dapat dicari tetapan pasang surut serta peramalannya dengan cara kerja yang mudah.

Komponen pasut yang timbul oleh faktor astronomi dan pasut perairan dangkal bersifat periodic, sedangkan gangguan faktor meteorologi bersifat musiman dan kadang-kadang sesaat saja. Apabila tanpa memperhatikan faktor meteorologi, maka elevasi pasut merupakan penjumlahan dari komponen yang membentuknya dan dapat dinyatakan dalam fungsi sinus dari persamaan berikut:

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega_i t - g^{\circ}_i) \quad (2)$$

- Dimana :
- $\eta(t)$ = Elevasi pasut fungsi dari waktu
 - ω_i = $\frac{2\pi}{T}$ Kecepatan sudut ke-i
 - A_i = Amplitudo komponen ke-i
 - g°_i = Fase komponen ke-i
 - S_0 = Duduk tengah (Mean Sea Level)
 - t = Waktu
 - N = Jumlah komponen

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dan pengambilan data pasang surut dilaksanakan di Pulau Satangnga, Desa Mattiro Baji, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Dimna Pengumpulan data yang diperlukan terdiri dari data pasang surut, Data tersebut nantinya akan digunakan untuk menentukan permukaan (prediksi/ramalan) pasang surut air laut dengan memperhitungkan komponen atau konstanta pasang surut, yaitu besar amplitudo dan fase dari tiap-tiap komponen pasang surut. Data faktor pembangkit pasang surut diperoleh selama 15 hari (15 piantan) atau survey sebanyak 15 hari x 24 jam. Alat pengukur pasang surut menggunakan *skirt pile* dan metode pengamatan pasut yang digunakan adalah metode pengamatan langsung. Perhitungan dengan metode Admiralty, yaitu hitungan untuk mencari harga amplitudo (A) dan beda fase (g^0) dari data pengamatan selama 15 atau 29 piantan (hari pengamatan) dan mean sea level (S0) yang sudah terkoreksi (*Smoothing*). Secara skematik, perhitungan dengan metode Admiralty melalui beberapa tahapan. Hasil analisis metode admiralty berupa grafik yang terdiri dari data, prediksi, dan residu.

Penentuan Alur penelitian secara umum dapat diketahui dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Studi pustaka dan survey orientasi lapangan.
2. Pembuatan dan mobilisasi alat ukur.
3. Instalasi alat ukur dengan menempatkan alat pada posisi yang strategis,
4. Survey pasut dan pengambilan data selama 15 atau 29 hari.
5. Pengolahan data dengan menggunakan metode Admiralty.
6. Dari hasil pengolahan data didapatkan konstanta pasang surut, konstanta inilah yang dijadikan acuan untuk menentukan tipe pasang surut dan *tidal range* pasang surut.
7. Prediksi pasang surut didapatkan dengan menggunakan konstanta-konstanta harmonik.

Tahap-tahap perhitungan dengan menggunakan metode Admiralty sebagai berikut:

1. Penyusunan skema 1
Data pengamatan yang akan dihitung disusun menurut skema 1. Dari skema tersebut ditentukan waktu pertengahan pengamatan dan standar waktu yang ditentukan / dihitung terhadap GMT. Tentukanlah bacaan tertinggi dan terendah. Bacaan tertinggi dan bacaan terendah menunjukkan air terendah.
2. Penyusunan skema 2
Untuk setiap hari pengamatan, ditentukan bacaan positif (+) dan negatif (-) untuk X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 yang disusun dalam skema 2. Besaran positif (+) dan negatif (-) dari suatu konstanta pada saat tertentu diperoleh dengan mengalikan besaran untuk konstanta tersebut. Dengan pengamatan pada saat atau tanggal penelitian nantinya,
3. Penyusunan skema 3
Kolom pada skema 3 berisi penjumlahan secara aljabar dari hitungan skema 2. Jumlah dari perhitungan bilangan yang negatif ditambahkan dengan suatu jumlah B, sehingga nilainya menjadi positif. Besarnya B tersebut merupakan suatu kelipatan dari 100 atau kalau dijumlahkan masih negatif ditambahkan dengan



kelipatan 1000. Jumlah besaran yang akan ditambahkan diletakkan diatas dan bilangan hasil pertambahan dan penjumlahannya dengan B untuk X1, Y1, X2, Y2, X4 dan Y4.

4. Penyusunan skema 4

Pengamatan yang dilakukan selama 15 hari, besaran-besaran yang telah ditambahkan akan dapat ditentukan, dan selanjutnya adalah menghitung besaran-besaran X10, X11, dst. Nilai indeks kedua dapat dicari menggunakan table. Nilai dari besaran tersebut diperoleh dengan mengalikan besaran yang telah ditambah B dengan besaran-besaran yang telah diberikan pada kolom penelitian nantinya.

5. Penyusunan skema 5

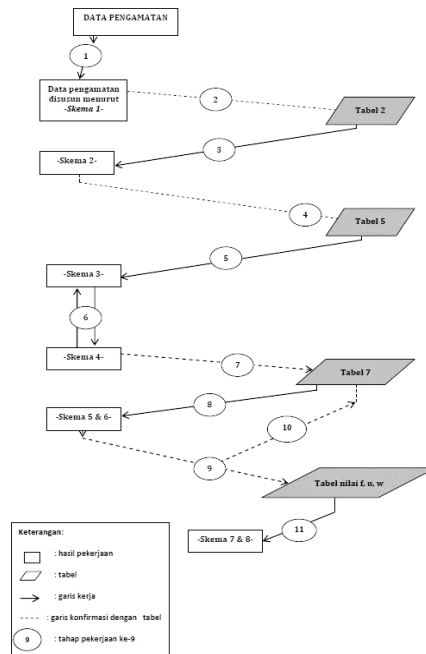
Penyusunan skema 5 sudah memperhatikan sembilan unsur utama pembangkit pasang surut ($M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, M_4$ dan MS_4). Pada penyusunan skema ini pertama kita sudah memperoleh nilai $S_0, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4$, dan MS_4 dari skema sebelumnya kemudian dikali dengan nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Lalu masing-masing kolom dijumlahkan ke bawah. Untuk perhitungan pada tabel V yaitu mencari nilai X_{00}, X_{10} , selisih X_{12} dan Y_{1b} , selisih X_{13} dan Y_{1c} , X_{20} , selisih X_{22} dan Y_{2b} , selisih X_{23} dan Y_{2c} , selisih X_{42} dan Y_{4b} dan selisih X_{44} dan Y_{4d}

6. Penyusunan Skema 6

Pada penyusunan skema 6 caranya sama dengan skema 5. Tetapi yang dicari adalah nilai Y_{10} , jumlah Y_{12} dan X_{1b} , jumlah Y_{13} dan X_{1c} , Y_{20} , jumlah Y_{22} dan X_{2b} , jumlah Y_{23} dan X_{2c} , jumlah Y_{42} dan X_{4b} , dan jumlah Y_{44} dan X_{4d} . Disini terdapat hubungan antara konstanta pasut yang diperoleh dengan W, f, V, u, ω dan g .

7. Penyusunan Skema 7 dan 8

Menentukan besarnya P.R VI, P.R VII, menentukan besaran p, besaran f, menentukan harga V', V'', V''' dan V untuk tiap unsur utama pembangkit pasang surut ($M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, M_4$ dan MS_4), menentukan harga u dan harga p serta harga r. Akhirnya dari perhitungan ini akan menentukan harga w dan $(1+W)$, besaran g, kelipatan dari 3600 serta amplitudo (A) dan beda fase (g^0).



Gambar 1. Skema Metode Admiralty

Kabupaten Takalar terletak sepanjang pesisir pantai Barat Selat Makassar sampai dengan pesisir pantai Selatan Laut Flores dengan jarak tempuh dari Kota Makassar sepanjang 40 km yang secara astronomis terletak di $119^{\circ} 10' 58.8216''$ sampai $119^{\circ} 38' 20.2056''$ dan $-5^{\circ} 36' 37.7568''$ sampai $-5^{\circ} 12' 40.5684''$, dengan luas wilayah 65.470 Ha dan keliling 282,7 km.

Kabupaten Takalar memiliki batas wilayah kabupaten antara lain sebelah utara dengan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa, sebelah timur dengan Kabupaten Jeneponto dan Kabupaten Gowa, sebelah selatan dengan Laut Flores, dan sebelah barat dengan Selat Makassar Kabupaten Takalar mempunyai 7 Kecamatan, 18 Kelurahan dan Desa 55 buah, sedangkan desa swakarsa 40 buah dan desa swasembada 33 buah.

Untuk Pulau Tanakeke yang terletak di Kecamatan Mappakasunggu sebagai lokasi penelitian secara astronomis terletak di $119^{\circ} 14' 10.8096''$ sampai $119^{\circ} 18' 49.0932''$ dan $-5^{\circ} 32' 17.3256''$ sampai $-5^{\circ} 27' 12.3696''$ dengan luas wilayah 4.312 Ha dan memiliki panjang keliling 63,67 Km, terbagi menjadi dua desa yaitu Desa Maccini Baji dan Desa Mattiro Baji.

Untuk Pulau Satangnga berada di kawasan Pulau Tanakeke, tepatnya di Desa Mattiro Baji, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar. Secara astronomis Pulau Satangnga terletak $5^{\circ} 26' 24''$ LS sampai $119^{\circ} 13' 12''$ BT seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Lokasi penelitian Pulau Satangnga, Kabupaten Takalar

Jumlah penduduk Kabupaten Takalar pada tahun 2005 mencapai 248.162 jiwa, yang terdiri atas 131.243 perempuan dan 116.916 Laki-laki dengan laju pertumbuhan penduduk untuk periode lima tahun terakhir (2001-2005) sekitar 1,38% per tahun, sedangkan menurut data Kecamatan Mappakasunggu tahun 2007 untuk Pulau Tanakeke memiliki jumlah penduduk ± 6.000 jiwa. Dominan dari masyarakat Pulau Tanakeke dan Pulau Satangnga adalah nelayan dan pekerja tambak, kebijakan dari pemerintah untuk transmigrasi memberikan lahan untuk masyarakat transmigran di pulau tersebut untuk memanfaatkan lahan yang disediakan untuk digunakan sebagai kebun campuran dan berladang. Berdasarkan olah data dari peta digital BDAS Jeneberang Walanae Departemen Kehutanan Provinsi Sulawesi Selatan, diketahui bahwa topografi di Pulau Satangnga cenderung datar (landai) dengan kemiringan $<2^{\circ}$. Data yang peneliti peroleh dari stasiun cuaca takalar menunjukkan bahwa Pulau Satangnga memiliki kondisi cuaca yang tidak begitu bervariasi, dimana rata-rata curah hujan 2086 mm/th n dengan intensitas tertinggi pada bulan Januari yaitu 585 mm dan terendah pada bulan Agustus yaitu 24 mm dengan suhu rata-rata tahunan $23^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$, berikut tabel curah hujan rata-rata setiap bulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan konstanta pasang surut air laut berhubungan dengan komponen – komponen harmonik gaya yang menyebabkan terjadinya pasang surut. Setelah komponen-komponen harmonik gaya pembangkit pasut, maka selanjutnya dilakukan penentuan nilai perubahan amplitudo dan fase dari setiap komponen harmonik terhadap kondisi bumi setimbang yang nantinya dinyatakan dalam sebuah konstanta. Hukum Laplace mengatakan “gelombang komponen pasang surut setimbang selama penjalarannya akan mendapatkan respon dari laut yang dilewatinya, sehingga amplitudonya akan mengalami perubahan, dan fasenya mengalami keterlambatan, namun frekuensi atau kecepatan sudut masing-masing komponen adalah tetap”. Komponen-komponen harmonik yang telah diperoleh dari teori gaya pembangkit pasut merupakan komponen periodik yang memiliki frekuensi dan kecepatan sudut tertentu.



Analisis harmonik pasut bertujuan untuk menghitung amplitudo hasil respons dari kondisi laut setempat terhadap pasang surut setimbang dan beda fase dari gelombang tiap komponen terhadap keadaan pasang surut setimbang. Nilai perubahan amplitudo dan keterlambatan fase yang akan dihitung dinyatakan dalam sebuah konstanta harmonik. Untuk menentukan nilai atau harga konstanta komponen harmonik pasut maka sebelumnya perlu untuk diketahui bahwa pasut yang diamati dari variasi naik turunnya muka laut adalah hasil penjumlahan dari semua gelombang komponen harmonik pasut terjadi. Perairan di sekitar Pulau Satangga merupakan daerah yang masih dipengaruhi fenomena pasang surut.

Penentuan Konstanta harmonik, hasil perhitungan konstanta harmonik dengan menggunakan metode admiralty yang menghasilkan skema-skema yang dibantu dengan tabel-tabel.

Tabel 1. Konstanta harmonik

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	108	14	9	4	28	29	1	0	3	9
g°		214	357	284	318	235	62	203	357	318

Penentuan Tipe dan Tidal Range Pasang Surut

Tipe pasang surut di Pulau Satangga, dengan menggunakan rumus Formzahl dapat diketahui tipe pasang surut di Pulau Satangga dengan menggunakan konstanta amplitudo untuk komponen K1, O1, M2 dan S2. Tipe pasang surut adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \quad (3)$$

$$F = \frac{28+29}{14+9} = 2,4$$

Jadi pasang surut di Pulau Satangga yang merupakan perairan Indonesia bagian barat memiliki tipe pasang surut dominasi tunggal ($1.5 < F < 3$).

Tidal Range Pasang Surut di Pulau Satangga. *Tidal Range* adalah jarak vertikal antara muka air tertinggi dengan muka air terendah. Penentuan *Tidal Range* di pulau satangga dapat dihitung dengan menentukan beberapa permukaan air laut dibawah pengaruh pasang surut, sedangkan duduk tengah (Mean Sea Level, MSL) pasang surut adalah 108 cm ($S_0 = 108$) dapat dilihat pada Tabel 4.22. Jadi penentuan beberapa permukaan air laut akibat pengaruh pasang surut adalah sebagai berikut:

- Muka air tinggi rerata (*High Water Neap*, HWN)

$$\begin{aligned} \text{HWN} &= S_0 + (AK_2 + AS_2) \\ \text{HWN} &= 108 + (14 + 9) \\ \text{HWN} &= 132 \text{ cm} \end{aligned}$$
- Muka air rendah rerata (*Low Water Neap*, LWN)

$$\begin{aligned} \text{LWN} &= S_0 - (AK_2 + AS_2) \\ \text{LWN} &= 108 - (14 + 9) \\ \text{LWN} &= 85 \text{ cm} \end{aligned}$$
- Muka air tinggi tertinggi (*High Water Spring*, HWS)

$$\begin{aligned} \text{HWS} &= S_0 + (AM_2 + AS_2) + (AK_1 + AO_1) \\ \text{HWS} &= 108 + (14 + 9) + (28 + 29) \\ \text{HWS} &= 187 \text{ cm} \end{aligned}$$

Muka air tertinggi (HHWL) menurut defenisi *Hidrografi Internasional* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{HHWL} &= S_0 + \Sigma A_1 \\ \text{HHWL} &= 108 + (14 + 9 + 4 + 28 + 29 + 1 + 0 + 3 + 9) \\ \text{HHWL} &= 207 \text{ cm} \end{aligned}$$
- Muka air rendah terendah (*Low Water Spring*, LWS)

$$\begin{aligned} \text{LWS} &= S_0 - (AM_2 + AS_2) + (AK_1 + AO_1) \\ \text{LWS} &= 108 - (14 + 9) + (28 + 29) \\ \text{LWS} &= 27 \text{ cm} \end{aligned}$$

Muka air rendah terendah (LLWL) menurut definisi *Hidrografi Internasional* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LLWL &= S_0 - \Sigma A_1 \\ LLWL &= 108 - (14 + 9 + 4 + 28 + 29 + 1 + 0 + 3 + 9) \\ LLWL &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi muka surutan (LWS) di Pulau Satangnga letaknya di bawah duduk tengah (DT / *mean sea level*, MSL). (*Predikson are refferad to clard datum cm below MSL.*)

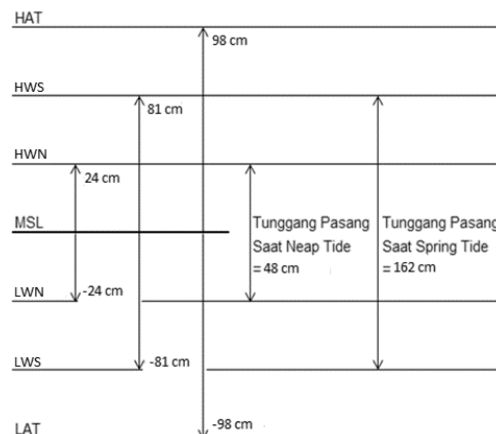
- Pasang tinggi astronomi (*High Astronomical Tide*, HAT)

$$\begin{aligned} HAT &= (S_0 + \Sigma A_1) \\ HAT &= 108 + (14 + 9 + 4 + 28 + 29 + 1 + 0 + 3 + 9) \\ HAT &= 207 \text{ cm} \end{aligned}$$
- Surut rendah astronomi (*Low Astronomical Tide*, LAT)

$$\begin{aligned} LAT &= (S_0 - \Sigma A_1) \\ LAT &= 108 - (14 + 9 + 4 + 28 + 29 + 1 + 0 + 3 + 9) \\ LAT &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Basar *tide range* pasang surut di Pulau Satangnga ditentukan dengan cara penjumlahan (HHWL – LLHL) menurut definisi Hidrogarfi Internasional serta dapat ditentukan dengan penjumlahan pasang surut astronomi (HAT –LAT) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TR &= HHWL - LLWL \\ \text{Atau} \\ TR &= HAT - LAT \\ TR &= 207 - 10 \\ TR &= 197 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 3. Tunggang Pasang Surut

Dari hasil tunggang pasang surut dapat diketahui nilai tunggang dan jarak setiap tunggang pasang surut. Tunggang pasang surut pada saat *spring tide* adalah 162 cm, sementara pada saat *neap tide* adalah 48 cm. Jadi tunggang pasang surut pada saat *spring tide* lebih besar pada saat *neap tide*.

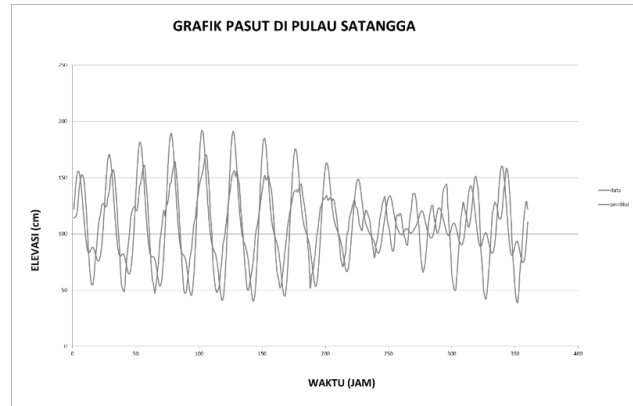
Prediksi Pasang Surut

Penentuan prediksi pasang surut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\eta(t) = S_0 + \sum_N^i A_i \cos(\omega_i t - g^\circ_i) \quad (4)$$

- Dimana :
- $\eta(t)$ = Elevasi pasut fungsi dari waktu
 - ω_i = $\frac{2\pi}{T}$ Kecepatan sudut k e-i
 - A_i = Amplitudo komponen ke-i
 - g°_i = Fase komponen ke-i
 - S_0 = Duduk tengah (Mean Sea Level)
 - t = Waktu

N = Jumlah komponen



Gambar 4. Grafik prediksi pasang surut di Pulau Satangnga

Nilai muka air rencana yang di peroleh dari Grafik prediksi pasang surut di Pulau Satangnga masih sangat frukuatif, dikerenakan panjang data yang digunakan hanya 15 hari. Apabila ingin mendapatkan nilai yang akurat maka pengambilan data sebaiknya diambil selama 29 hari atau lebih, kerena semakin banyak data maka prediksi juga semakin akurat. Secara teoritis, panjang data yang dibutuhkan untuk nilai yang lebih tepat adalah 18,6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut, dengan menggunakan proses pengolahan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergerakan titik tinjak orbit bulan yaitu selama 18,6 tahun. Selain itu panjang data pasang surut selama 18,6 tahun untuk memastikan bahwa pada saat surut astronomi terendah selang waktu 18,6 tahun berada dalam satu periode gelombang.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian pasang surut di Pulau Satangnga Kabupaten Takalar dengan menggunakan metode Admiralty di peroleh konstanta harmonik dari masing-masing komponen pasang surut (M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1) adalah berturut-turut untuk amplitudo (A) sebesar 108, 14, 9, 4, 28, 29, 10, 3, 9 sedangkan untuk fase pasut (g°) M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, dan P1 adalah 214, 357, 284, 318, 235, 62, 203, 357, 318.
2. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan Formzahl ($F = 2,4$). ($1,5 < F < 3$), bahwa perairan tersebut memiliki tipe pasang surut campuran condong kehariian tunggal.
3. Dari hasil penelitian pasang surut di Pulau Satangnga Kabupaten Takalar diperoleh nilai-nilai dari *tidal range* yaitu MHWL 132 cm, MLWL 85 cm, HHWL 189 cm, LLWL 27 cm, HAT 207cm, LAT 10 cm.
4. Dari perhitungan dengan menggunakan metode Admiralty diperoleh pasang tertinggi 182 cm dan surut terendah 39 cm pada bulan Juni dan seterusnya

DAFTAR PUSTAKA

- Diposaptono, S. 2007. *Karakteristik Laut Pada Kota Pantai*. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jendral Urusan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Dronkers J.J. 1964. *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters*. North Holland Publishing Company. Amsterdam.
- Lestari, A.D., dkk. 2010. *Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut pada Intrusi Air Laut di Akuifer Pantai*. Jurnal ITB. Bandung.
- Malik, Abdul. 2007. Pasang Surut. <http://www.slideshare.net/guest01cdf1/pasang-surut-pasut>. Net. Diakses pada 15 Juni 2016.



- Mahatmawati, D.A., dkk. 2009. *Perbandingan fluktuasi muka air laut rerata (mlr) di perairan pantai Utara Jawa Timur dengan perairan pantai Selatan Jawa Timur*. Jurnal kelautan. (Volume 2, No.1).
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit: Djambatan, Jakarta.
- Ongkosongo, O., S, R. 1989. *Asean - Australia Cooperative Program on marine science Project: tides and tidal phenomena: Pasang surut*. Lembaga Ilmu P Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Priyana, T., 1994, *Studi pola Arus Pasang Surut di Teluk Labuhantereng Lombok Nusa Tenggara Barat*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rawi, S. 1994. *Pengolahan Data Pasang Surut. Kursus Intensif Oseanografi Bagi Perwira TNI AL*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Susanna, A.S., 2008. *Pengantar Oseanografi. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya non-hayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan*. Jakarta.
- Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. LIPI. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta 255 halaman.
- Triadmojo, B. 1999. Teknik Pantai, Penerbit: Beta Offset, Yogyakarta. Wirjohamidjojo, Soejardi., dkk., 2008. *Praktek Meteorologi Kelautan*, (Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika), hal 97-98.
- Wyrcki, K. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. Naga Report. Vol.2. The University of California. California

