

ANALISIS PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* DI WILAYAH PERAIRAN ENDE, NUSA TENGGARA TIMUR

Celiana F. J. P. Soares, Abdul Wahid, Jehunias L. Tanesib
Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa cendana
Email : celianasoes29@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang analisis pasang surut menggunakan metode *Least Square* di wilayah perairan Ende, Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen harmonik pasang surut menggunakan metode *Least Square* serta menganalisis tipe pasang surut menggunakan bilangan *Formzahl*. Berdasarkan hasil analisis data, diketahui bahwa komponen pasang surut yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , Q_1 dan tipe pasang surut di perairan Ende termasuk tipe campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) dengan nilai *Formzahl* (F) setiap bulannya adalah (0,38), (0,31), (0,25), (0,28), (0,38), (0,44), (0,41), (0,33), (0,25), (0,27) (0,35) dan 0,42. Hasil analisis pasang surut menunjukkan nilai amplitudo harmonik pasang surut ganda utama M_2 dan S_2 lebih dominan dibandingkan komponen pasang surut tunggal utama K_1 dan O_1 .

Kata Kunci: *Least Square*, Campuran Condong Harian Ganda, Perairan Ende.

Abstract

Research on tidal analysis has been done using the Least Square method in the sea area surrounding Ende, East Nusa Tenggara. This research aims to determine the components of tidal harmonics using the Least Square method and to analyze the type of tides using Formzahl number. Based on the results of analysis data, it is known that tidal harmonic components are M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , Q_1 and the type of tides in Ende sea included mixed type of tide prevailing semidiurnal with Formzahl (F) value of (0.38), (0.31), (0.25), (0.28), (0.38), (0.44), (0.41), (0.33), (0.25), (0.27), (0.35), and 0.42. The results show the amplitude of the main tidal component M_2 and S_2 is the dominant component in the Ende Sea compared to the main single tidal component K_1 and O_1 .

Keywords: *Least Square*, Mixed Tide Prevailing Semidiurnal, Ende Sea.

PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan salah satu gejala alam yang perubahannya secara periodik sesuai dengan posisi dan letak benda angkasa (utamanya bulan dan matahari) terhadap bumi, sehingga terjadinya gaya pembangkit pasang surut. Gaya pembangkit pasang surut dapat terjadi pada bumi padat dan bumi cair, yang dikenal dengan istilah pasang surut bumi dan pasang surut laut. Pasang surut bumi terjadi pada

bumi kaku sedangkan pasang surut laut terjadi pada permukaan laut, dimana amplitudo pasang surut sangat tergantung pada deklinasi dan posisi lokasi di bumi [1][2][3].

Pengukuran kedalaman dasar laut pada penelitian ini menghasilkan Pengukuran kedalaman dasar laut pada penelitian ini menghasilkan data utama berupa waktu pemeruman, posisi titik fiks perum (data xy) dan data kedalaman (data z)[4].

Puncak gelombang disebut pasang tinggi dan lembah gelombang disebut surut rendah[5]. Perairan Indonesia terbuka ke arah lautan utara Pasifik di sebelah utara dan timur. Posisi kepulauan Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara menghalangi hubungan secara langsung antara perairan Indonesia dengan Lautan Hindia. Pergerakan aliran air laut terjadi setiap saat. Pergerakan ini biasanya disebabkan oleh beberapa hal seperti angin, gelombang air, pasang surut laut serta arus dari aliran air tersebut. Kejadian alam berupa kenaikan air laut dikenal dengan peristiwa alam pasang surut air laut[6][7][8][9].

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi [10]

Kabupaten Ende, Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan daerah yang terletak di bagian tengah Pulau Flores dan berbatasan langsung dengan laut pada sisi utara (Laut Flores) dan laut sisi selatan (Laut Sawu). Dalam penelitian ini lokasi pengamatan pasang surut berada di sisi selatan yaitu di Laut Sawu. Karena letak Kabupaten Ende yang strategis, yaitu batas wilayahnya berhubungan langsung dengan dua perairan laut utara dan selatan, maka sangat mendukung pengembangan sektor perdagangan melalui jalur laut [11][12][13][14].

Mengingat pentingnya data kondisi pasang surut untuk berbagai kegiatan yang berkaitan dengan perairan Ende yang merupakan salah satu pusat transportasi di Nusa Tenggara Timur, maka perlu adanya studi tentang pasang surut air laut di perairan Ende.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen harmonik pasang surut di wilayah perairan Ende menggunakan metode *Least Square*. Kemudian menganalisis tipe pasang surut di wilayah perairan Ende menggunakan bilangan *Formzahl*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat terutama sebagai pengguna perairan dalam pelayaran atau transportasi di wilayah perairan Ende.

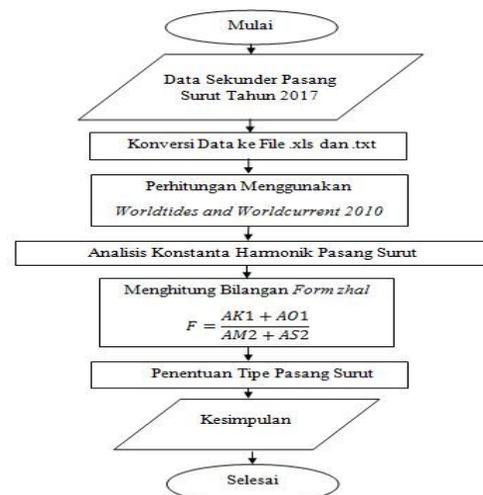
METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data pasang surut air laut berupa data sekunder diperoleh dari Kantor Pangkalan Utama TNI AL VII Kupang dengan lokasi penelitian berada di wilayah perairan Ende.

Pengolahan Data

Data pasang surut dianalisis menggunakan metode harmonik yaitu metode *Least Square*. Data pasang surut dikonversi ke file excel menggunakan satuan tanggal pengamatan *Julian Day*. Data tersebut berupa data tinggi air tiap jam selama 1 bulan dalam 1 tahun sehingga banyak data yang akan dianalisis sebanyak 8,760 data. Analisis amplitudo dan fase data pasang surut laut diplot dalam bentuk grafik tinggi air laut versus waktu pengukuran menggunakan perangkat lunak *WTWC 2010* yang dijalankan menggunakan program *Matlab 2016*. Analisis penentuan tipe pasang surut menggunakan perhitungan bilangan *Formzahl* pada persamaan 1.4. Tampilan Peta batimetri menggunakan *Surfer 13* dengan titik pengamatan diambil dari *Google Earth* dan diplot ke data *Sandwell And Smith*.



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah perairan Ende sendiri merupakan perairan yang dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Berikut ini adalah

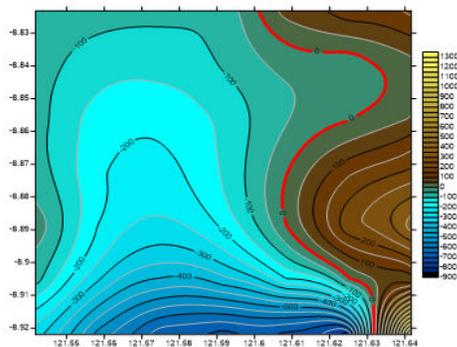
gambar peta lokasi pengamatan pasang surut di wilayah perairan Ende yang terdiri dari 4 lokasi arah mata angin. 4 titik ini diplot dari *Google Earth* lalu dimasukkan ke *sandwell and smith* untuk didapatkan data kedalamannya.



Gambar 2. Peta Lokasi Pengamatan

Penentuan lokasi pengamatan di wilayah tersebut dipilih karena dapat menggambarkan karakteristik pasang surut di daerah sekitarnya serta terlindung dari pengaruh ombak dan gelombang agar hasil pengamatan tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor setempat secara langsung.

Tampilan kontur kedalaman dalam bentuk peta batimetri menggunakan *Software Surfer 13* di lokasi titik pengamatan tersebut dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3. Peta kontur perairan Ende

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran selama satu tahun dapat dilihat pada lampiran. Data tersebut digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut. Data tinggi pasang surut dapat dilihat pada contoh berikut:

Harga amplitudo dan fase komponen pasang surut perbulannya dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 1. Harga Fase Perairan Ende Tahun 2017.

Bin/Kmpn	Zo	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	Q ₁
Januari	-	280.47	43.26	165.26	315.22	253.86	299.81
Februari	-	280.15	44.83	168.46	324.76	252.69	275.5
Maret	-	276.01	37.29	168.39	311.46	251.31	276.01
April	-	279.25	27.53	165.21	283.02	251.18	171.26
Mei	-	279.36	22.13	168.18	284.01	244.53	143.10
Juni	-	279.84	28.95	168.36	298.07	243.95	95.95
Juli	-	279.41	42.92	164.04	314.16	239.36	53.51
Agustus	-	278.86	44.73	167.22	322.78	240.21	42.90
September	-	279.31	36.93	167.61	310.29	239.62	334.09
Oktober	-	279.92	27.44	164.44	283.24	240.40	311.86
November	-	279.99	22.10	168.69	284.08	243.35	18.97
Desember	-	279.63	29.13	167.19	298.96	245.10	128.31

Tabel 2. Harga Amplitude (M) Perairan Ende Tahun 2017

Bin/Kmpn	Zo	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	Q ₁
Januari	1.802	0.795	0.358	0.127	0.290	0.152	0.005
Februari	1.802	0.805	0.434	0.126	0.219	0.166	0.007
Maret	1.801	0.804	0.488	0.131	0.149	0.175	0.003
April	1.800	0.800	0.476	0.132	0.176	0.183	0.004
Mei	1.800	0.790	0.400	0.128	0.260	0.189	0.008
Juni	1.797	0.794	0.335	0.130	0.312	0.185	0.009
Juli	1.799	0.804	0.352	0.130	0.297	0.181	0.006
Agustus	1.798	0.797	0.430	0.131	0.225	0.174	0.007
September	1.800	0.792	0.492	0.131	0.150	0.169	0.006
Oktober	1.799	0.796	0.475	0.126	0.183	0.158	0.004
November	1.800	0.801	0.401	0.126	0.266	0.159	0.002
Desember	1.798	0.799	0.331	0.127	0.313	0.158	0.002

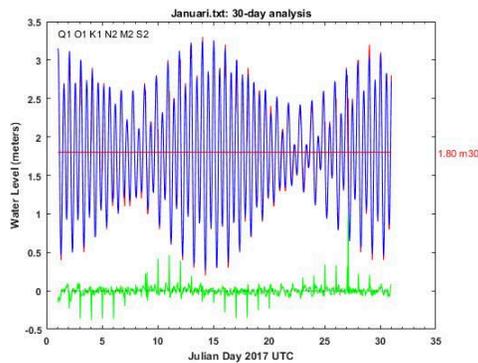
Nilai amplitudo pada tabel 2 di atas dapat digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut yang ditentukan oleh perbandingan antara konstanta pasut harian utama dengan konstanta pasut ganda utama. Sehingga nilai bilangan *Formzhal* perairan Ende tiap bulannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Nilai Bilangan Formazhal

Bulan	Nilai	Bulan	Nilai
Januari	0.38	Juli	0.41
Februari	0.31	Agustus	0.33
Maret	0.25	September	0.25
April	0.28	Oktober	0.27
Mei	0.38	November	0.35
Juni	0.44	Desember	0.42

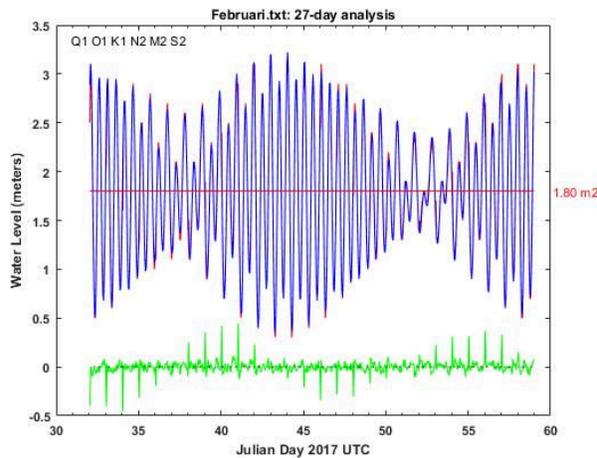
Frekuensi air pasang dan surut setiap hari menentukan tipe pasang surut dan dari grafik pasang surut perbulannya dapat diketahui tinggi pasang yang terendah (minimal) dan yang tertinggi (maksimal).

Berikut merupakan penjelasan mengenai grafik pasang surut tiap bulannya selama tahun 2017 di wilayah perairan Ende.



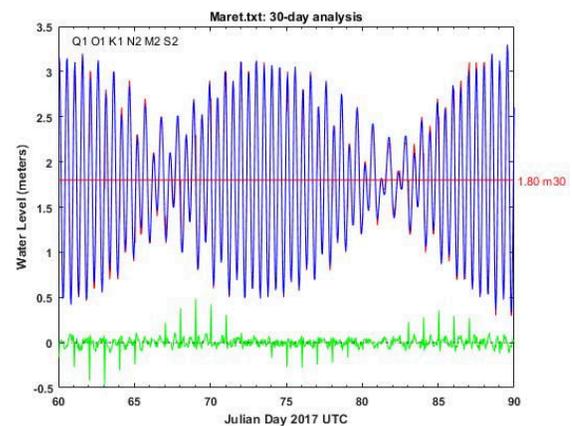
Gambar 4. Grafik Bulan Januari

Pada gambar 4. menunjukkan bahwa pada bulan Januari puncak pasang pada tanggal 13 sebesar 3.3 m pada jam 23:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 05:00. Serta puncak pasang pada tanggal 14 sebesar 3.3 m pada jam 24:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 06:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.0 m dan 3.1 m.



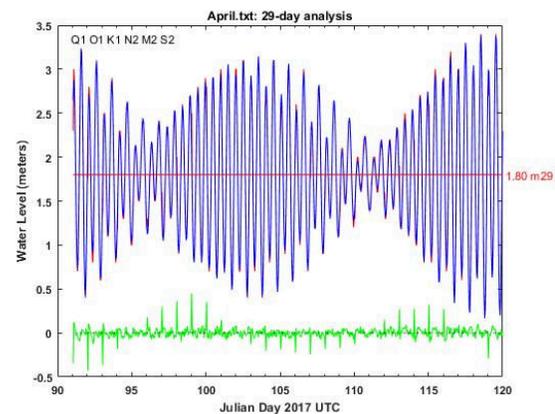
Gambar 5 Grafik Bulan Februari

Pada gambar 5. menunjukkan bahwa pada bulan Februari puncak pasang pada tanggal 11 sebesar 3.2 m pada jam 23:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 05:00. Serta puncak pasang pada tanggal 12 sebesar 3.2 m pada jam 24:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 06:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 2.8 m dan 2.9 m.



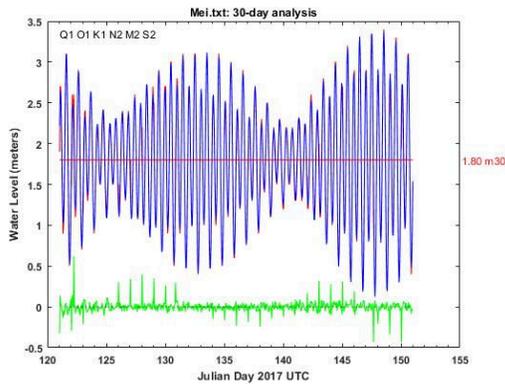
Gambar 6. Grafik Bulan Maret

Pada gambar 6. menunjukkan bahwa pada bulan Maret puncak pasang pada tanggal 30 sebesar 3.3 m pada jam 13:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 18:00-19:00. Serta puncak pasang pada tanggal 31 sebesar 3.3 m pada jam 13:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 19:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.0 m.



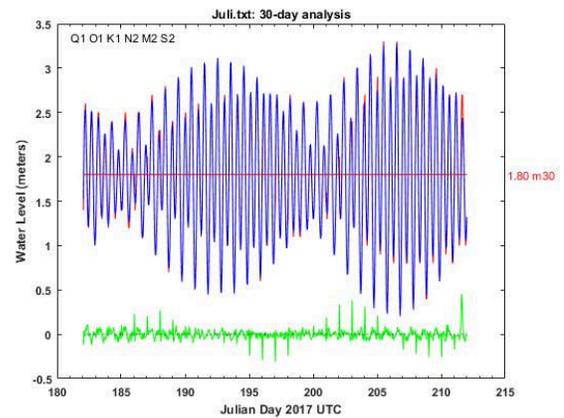
Gambar 7. Grafik Bulan April

Pada gambar 7. menunjukkan bahwa pada bulan April puncak pasang pada tanggal 28 sebesar 3.4 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 18:00. Serta puncak pasang pada tanggal 29 sebesar 3.4 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 19:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.2 m.



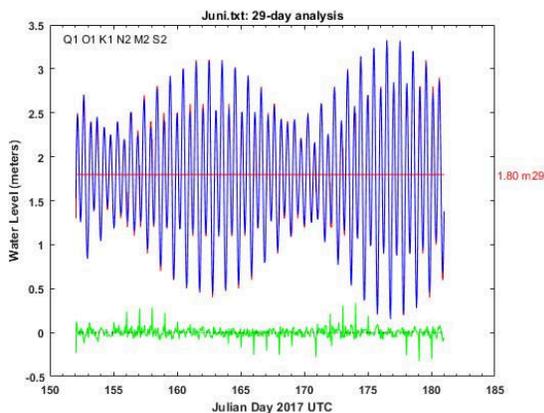
Gambar 8. Grafik Bulan Mei

Pada gambar 8. menunjukkan bahwa pada bulan Mei puncak pasang pada tanggal 26 sebesar 3.3 m pada jam 11:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 17:00 serta tanggal 27 puncak pasang sebesar 3.3 m pada jam 11:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 18:00. Puncak pasang pada tanggal 28 sebesar 3.4 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 19:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.1 m dan 3.2 m.



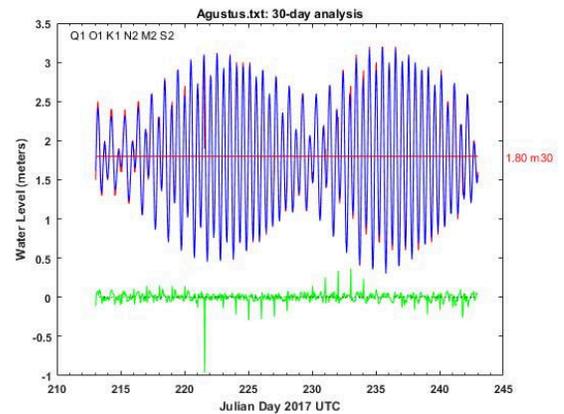
Gambar 10. Grafik Bulan Juli

Pada gambar 10. menunjukkan bahwa pada bulan Juli puncak pasang pada tanggal 24 sebesar 3.3 m pada jam 11:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 17:00-18:00. Serta puncak pasang pada tanggal 25 sebesar 3.3 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 18:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.0 m dan 3.1 m.



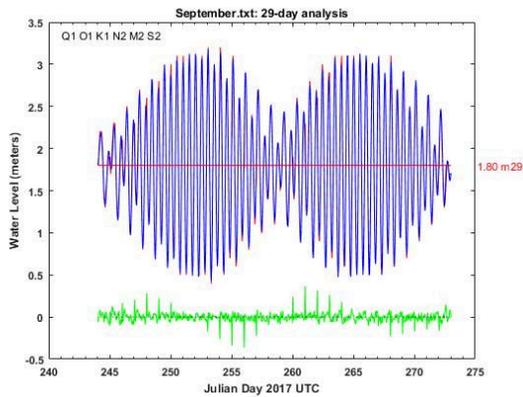
Gambar 9. Grafik Bulan Juni

Pada gambar 9. menunjukkan bahwa pada bulan Juni terjadi puncak pasang pada tanggal 25 sebesar 3.3 m pada jam 11:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 18:00. Serta puncak pasang pada tanggal 26 sebesar 3.3 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 18:00-19:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.1 m.



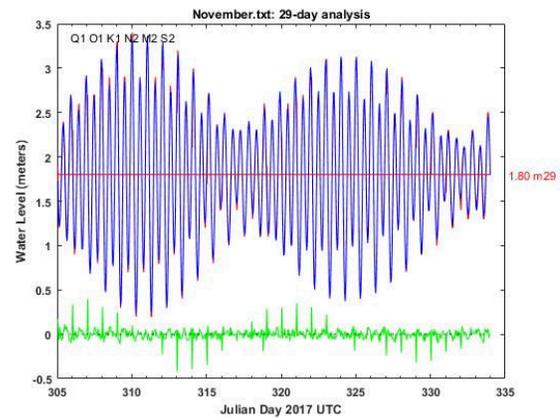
Gambar 11. Grafik Bulan Agustus

Pada gambar 11. menunjukkan bahwa pada bulan Agustus puncak pasang pada tanggal 22 sebesar 3.2 m pada jam 11:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 17:00 serta tanggal 23 puncak pasang sebesar 3.2 m pada jam 11:00-12:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 18:00. Puncak pasang pada tanggal 24 sebesar 3.2 m pada jam 12:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 18:00-19:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 2.8 m dan 2.9 m.



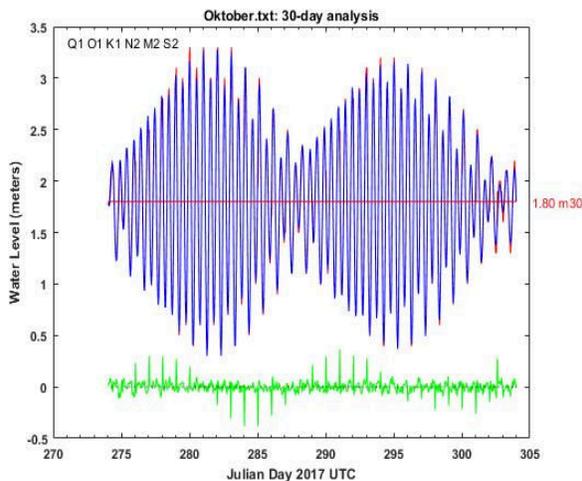
Gambar 12. Grafik Bulan September

Pada gambar 12. menunjukkan bahwa pada bulan September puncak pasang pada tanggal 10 sebesar 3.2 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 07:00. Serta puncak pasang pada tanggal 11 sebesar 3.2 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.5 m pada jam 08:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 2.8 m dan 2.7 m.



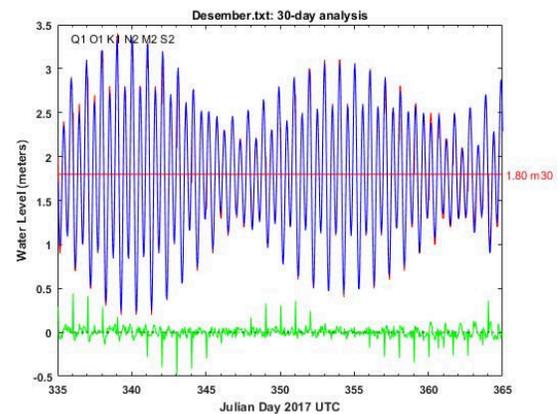
Gambar 14. Grafik Bulan November

Pada gambar 14. menunjukkan bahwa pada bulan November puncak pasang pada tanggal 07 sebesar 3.2 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 06:00-07:00 serta tanggal 08 puncak pasang sebesar 3.3 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 07:00. Puncak pasang pada tanggal 09 sebesar 3.2 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 08:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.0 m dan 2.9 m.



Gambar 13. Grafik Bulan Oktober

Pada gambar 13. menunjukkan bahwa pada bulan Oktober puncak pasang pada tanggal 09 sebesar 3.3 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.3 m pada jam 07:00. Serta puncak pasang pada tanggal 10 sebesar 3.3 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 07:00-08:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah 3.0 m dan 2.9 m.



Gambar 15. Grafik Bulan Desember

Pada gambar 15. menunjukkan bahwa pada bulan puncak pasang pada tanggal 07 sebesar 3.3 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.2 m pada jam 07:00. Serta puncak pasang pada tanggal 08 sebesar 3.2 m pada jam 01:00 dan surut sebesar 0.4 m pada jam 07:00-08:00. Selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah adalah sebesar 3.1 m dan 2.8 m.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis komponen harmonik pasang surut di wilayah perairan Ende menggunakan metode *Least Square* mendapatkan 6 komponen harmonik yaitu M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 dan Q_1 berupa nilai amplitudo dan fase tiap bulannya.

Nilai F dalam penelitian ini memenuhi klasifikasi pasang surut $0.25 < F < 1.5$ yang menunjukkan bahwa wilayah perairan Ende bertipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Selain itu titik lokasi pengamatan pasang surut berada di wilayah equator selatan dimana posisi bulan ada pada sudut deklinasi kecil sehingga tinggi yang dicapai oleh pasang surut semi diurnal terlihat lebih besar sedangkan variasi pasang surut diurnal tidak ada.

Saran

Perlu dilakukannya pengolahan data menggunakan metode lain seperti metode *Admiralty* untuk mendapatkan lebih banyak nilai komponen pasang surut. Serta perlunya data pasang surut dalam jangka waktu yang lebih dari setahun agar dalam hasil pengolahannya terdapat perbandingan yang lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Wahid A. 2001. Analisis Korelasi Pasang Surut Bumi Dan Pasang Surut Air Laut (Data Stasiun Cilacap, Prigi, Surabaya, Jepara, Dan Tanjung Priuk). Tesis. .
- 2 Hasibuan, R. D., Surbakti, H., Sitepu R. Analisis Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode Least Square Dan Penentuan Periode Ulang Pasang Surut Dengan Metode Gumbel Di Perairan Boom Baru Dan Tanjung Buyut. *Maspari Journal*, 7(1):35-48. .
- 3 Wyrcki K. 1961. *Physical Oceanography Of The South East Asian Waters*. Naga Report Vol. 2. .
- 4 Kusumawati EDH, Hariadi. 2015. Pemetaan Batimetri Untuk Mendukung Alur Pelayaran Di Perairan Banjarmasin, Kalimantan Selatan. *Jurnal Oseanografi*. 4(4): 706.
- 5 Sutirto, Trisnoyuwono D. *Gelombang Dan Arus Laut Lepas*. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2014.
- 6 Gelu A. Penentuan Karakteristik Pasang Surut Laut Di Selat Semau Kupang Dengan Menggunakan Metode British Admiralty. .
- 7 Ongkosongo SR, Suyarso. *Pasang Surut*. Puslitbang Oseanologi LIPI. .
- 8 Soebaktyo. 2009. *Analisa Pasang Surut Air Laut Di Pantai Kota Tegal*. .
- 9 REYNALDI I. 2018. KONDISI OSEANOGRAFI DAN KUALITAS PERAIRAN TERHADAP STATUS EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI PESISIR BARAT SUMATERA UTARA. .
- 10 Valerina E, Hariadi, Setiyono H. 2017. *Studi Karakteristik Dan Peramalan Pasang Surut Pelabuhan Labuhan Pandeglang Bagian Selatan Pelabuhan Merak Banten*. *Oseanografi*. 6(December 2016): 516.
- 11 Publik P, Sektor DI, Darat P. 2014. *Kementerian Perhubungan*. 1(8): 3811308.
- 12 Teguh, N. Dan Syafril KN. 2016. *Analisis Pelabuhan IPPI Dan Ende Yang Diusulkan Untuk Dikelola Oleh Pemerintah*. .
- 13 Yuwono., Benyamin., A. J. Dan Guruh D. 2007. *Penentuan Chart Datum Dengan Menggunakan Komponen Pasang Surut Untuk Penentuan Kedalaman Kolam Dermaga*. Surabaya. *Dinamika Laut*. P3O-LIPI. *Oseana*, Volume XXXII, Nomor 1, Tahun 2007 : 15-22. .
- 14 Poerbondono, Djunasjah E. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung. 2005.