

PERAMALAN PASANG SURUT DI SEKITAR PERAIRAN TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI) BANYUTOWO, KABUPATEN PATI, JAWA TENGAH

Rizki Effendi, Gentur Handoyo^[1], dan Heryoso Setiyono^[2]

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Telp/Fax (024)7474698 Semarang 50275

Email : effendi.undip@gmail.com; Gentur.Handoyo@yahoo.com; heryososetiyono@gmail.com

Abstrak

Pasang surut adalah fenomena alam yang terjadi pada air laut, permukaan air laut akan mengalami naik turun secara teratur dan berulang-ulang yang dapat menyebabkan pergerakan partikel massa air dari permukaan sampai ke dasar laut. Dalam memprediksi pasang surut dibutuhkan data amplitudo dan beda fase setiap masing-masing komponen pembangkit pasang surut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik HHWL, LLWL, MSL, dan tipe pasut; untuk peramalan pasang surut dengan metode *World Tides* dan *MIKE 21* di sekitar perairan TPI Banyutowo selama 5 tahun kedepan; serta untuk mengetahui elevasi lantai dermaga TPI Banyutowo. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 6 – 20 Mei 2016 di Sekitar TPI Banyutowo, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer pasang surut yang diambil di lokasi penelitian dan data sekunder pasang surut Tuban bulan Mei 2016 dari BIG; serta data gelombang yaitu nilai H_b , d_b , dan T yang diperoleh dari data bersama. Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kasus yaitu bertujuan untuk menjelaskan objek yang di teliti sekaligus menjelaskan objek yang di teliti tersebut bisa terjadi. Sedangkan untuk pengambilan data metode yang digunakan adalah metode kuantitatif karena dibantu dengan menggunakan instrumen atau alat yang dapat mempermudah mendapatkan data. Hasil penelitian dengan menggunakan metode *admiralty* diperoleh karakteristik pasang surut di Sekitar Perairan TPI Banyutowo adalah tipe pasut tunggal atau *Diurnal* dengan nilai *formzahl* 5,17. Nilai HHWL, LLWL, dan MSL sudah dikoreksi dengan pasang surut Tuban dari BIG yaitu HHWL sebesar 247 cm, LLWL sebesar 115 cm, dan MSL sebesar 181 cm. Peramalan pasang surut menggunakan *World Tides dan MIKE 21* memiliki nilai MRE sebesar 2,492% untuk *World Tides*, dan 20,277% untuk *MIKE 21*. Serta elevasi lantai dermaga TPI Banyutowo adalah sebesar 3,652 m.

Kata kunci : Pasang Surut, *Admiralty*, Peramalan Pasut, *World Tides*, *MIKE 21*, Kabupaten Pati

Abstract

Tide is a natural phenomenon that occurs in the sea. Tide can be described as the periodic rise and fall of the ocean surface, causing the movement of mass water particles from the surface to the bottom of the sea. On predicting tides, amplitude and phase shift data were required from each component of the tidal components. The purpose of this research is to identify the characteristics of tidal type and the values of Highest-High Water Level (HHWL), Lowest-Low Water Level (LLWL), and Mean Sea Level (MSL), to forecast future tide conditions around the area of Banyutowo Fish Auction Center (TPI Banyuwoto) for the upcoming 5 years, with the method of *World Tides* and *MIKE 21*; as well as to determine the floor elevation needed for the dock of TPI Banyutowo. This research was carried out on 6 – 20 May, 2016 around TPI Banyutowo, Pati, Central Java. The data used in this research were tidal data taken on site as the primary data and Tuban tidal records from May 2016 as secondary data (obtained from BIG), as well as wave data, namely values of H_b , d_b , and T that were obtained from data sharing. The method used in this research is case study approach, which enabled the researched to explain the object observed. As for the data sampling method, quantitative approach was used because some instruments were needed in order to gather the required data. From the *admiralty* method used in this research, it is found that tidal characteristic of the waters around TPI Banyutowo is diurnal type, with *Formzahl* value of 5,17. The values of HHWL, LLWL, and MSL that were already corrected with the Tuban tidal records were as follows: HHWL of 247 cm, LLWL of 115 cm, and MSL of 181 cm. Tides forecast using *World Tides* and *MIKE 21* have the Mean Relative Error (MRE) value of 2,492% for *World Tides*, and 20,277% for *MIKE 21*. It is also found that the floor elevation needed for the dock of TPI Banyutowo is 3,652 m.

Keyword : Tidal, *Admiralty*, Tidal Prediction, *World Tides*, *MIKE 21*, Pati Regency

Pendahuluan

Banyutowo adalah sebuah desa di Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Banyutowo merupakan desa pesisir dan memiliki sebuah dermaga untuk transit kapal-kapal nelayan. Selain itu dermaga Banyutowo juga di jadikan tempat rekreasi bagi penduduk sekitar khususnya pada hari Minggu ataupun hari libur. Pada tanggal 6 Januari 2016 Bupati Pati yaitu Haryanto meresmikan TPI Banyutowo baru sehingga nelayan Banyutowo memiliki Tempat Pelelangan Ikan (TPI) baru.

Pasang surut atau dikenal dengan istilah *ocean tide* merupakan fenomena naik turunnya air laut secara periodik akibat gaya gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Selain menyebabkan pasang surut, gaya gravitasi juga akan menyebabkan perubahan bentuk terhadap bentuk bumi dan atmosfer (Poerbandono, 2005). Menurut Aziz (2006) gaya pembangkit pasut adalah resultan dari gaya sentrifugal dan gaya gravitasi benda-benda luar angkasa seperti bulan dan matahari. Gaya sentrifugal tercipta akibat revolusi bulan mengelilingi bumi yang arahnya menjauhi bulan serta setiap titik di permukaan bumi besarnya sama. Sedangkan gaya gravitasi bulan akan di pengaruhi oleh jarak dari titik dipermukaan bumi terhadap bulan. Jika jarak dari titik di permukaan bumi semakin dekat, maka makin besar pula gaya gravitasi bulan. Resultan dari kedua gaya ini akan menciptakan gaya pembangkit pasut, dari gaya tersebut akan terciptanya pasang surut di laut. Sedangkan matahari yang memiliki massa yang lebih besar dari massa bulan tetapi jarak antara matahari dengan bumi lebih jauh dibandingkan jarak antara bumi dengan bulan lebih maka gaya tarik air lautnya pun kecil.

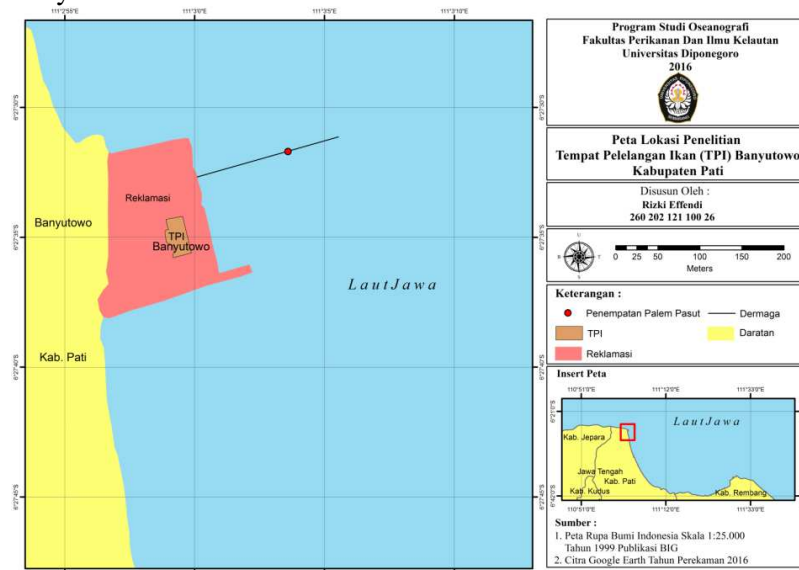
Dalam melakukan peramalan pasang surut bertujuan untuk mendapatkan informasi elevasi muka air laut yang menentukan dalam perencanaan dimasa mendatang pada lokasi dan waktu yang telah ditentukan. Hasil dari peramalan pasut dapat ditampilkan dalam bentuk tabel yang berisi tinggi muka air laut tiap jam (Poerbandono, 2005)

Metode yang biasanya digunakan dalam peramalan pasang surut adalah metode *World Tides* dan *MIKE 21*. Peramalan pasang surut dapat menggunakan metode *World Tides*. *World Tides* adalah program komputer yang berbasis *Matlab* untuk menganalisa dan memprediksi tinggi muka air dengan siklus pasang. Program *World Tides* pada dasarnya menggunakan metode *Least Square* yang akan menghasilkan lebih dari 35 konstanta pasut. Terdapat 9 komponen utama pasut dari hasil analisis *Admiralty*, sehingga pengguna dapat langsung mengetahui peramalan pasutnya sesuai dengan kebutuhan. Proses awalnya adalah dengan menyiapkan data pasang surut lapangan *excel* yang sudah dalam satuan meter dijadikan satu dalam satu *folder World Tides*. Setelah itu membuka program *World Tides* dan memasukan data pasang surut yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Selanjutnya 9 komponen pasut dipilih untuk dianalisis yaitu O_1 , P_1 , K_1 , N_2 , M_2 , S_2 , K_2 , M_4 , MS_4 . Setelah itu program *World Tides* dapat dijalankan untuk menganalisis data pasang surut lapangan. Selanjutnya dari analisis tersebut dapat digunakan untuk tahap peramalan pasang surut selama 5 tahun dimulai dari tahun 2016 sampai tahun 2021. Program *MIKE 21* untuk peramalan pasang surut terdapat didalam *tide prediction of height*. Metode peramalan pasang surut dengan *MIKE 21* dapat dijalankan dengan cara menginput koordinat lokasi palem pasang surut ke program *MIKE 21* selanjutnya menyesuaikan waktu tanggal dan tahun dalam peramalan pasang surut yang dibutuhkan serta interval waktu pengamatan. Output yang dihasilkan dari program *MIKE 21* peramalan pasang surut ini adalah berupa nilai elevasi berdasarkan nilai MSL selama interval waktu yang telah ditentukan serta nilai HHWL dan LLWL.

Setiap metode pasti memiliki masing-masing perbedaan serta memiliki keunggulan dan kekurangan. Untuk mengetahui metode mana yang mendekati hasil akurat yaitu dengan mengetahui nilai MRE atau (*Mean Relative Error*). Nilai MRE dilihat untuk melihat seberapa besar keberhasilan hasil peramalan pasut yang dihasilkan dari metode tersebut.

Penelitian pengamatan pasang surut dilakukan di perairan TPI Banyutowo, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah. Koordinat palem pasang surut terletak pada posisi $06^{\circ}27'31,7''$ Lintang Selatan dan $111^{\circ}03'03,60''$ Bujur Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 6 - 20 Mei 2016 selama 15 hari dengan interval waktu 1 jam menggunakan palem pasang surut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik HHWL, LLWL, MSL, dan tipe pasut; untuk peramalan pasang surut dengan metode *World Tides* dan *MIKE 21* di sekitar

perairan TPI Banyutowo selama 5 tahun kedepan; serta untuk mengetahui elevasi lantai dermaga TPI Banyutowo

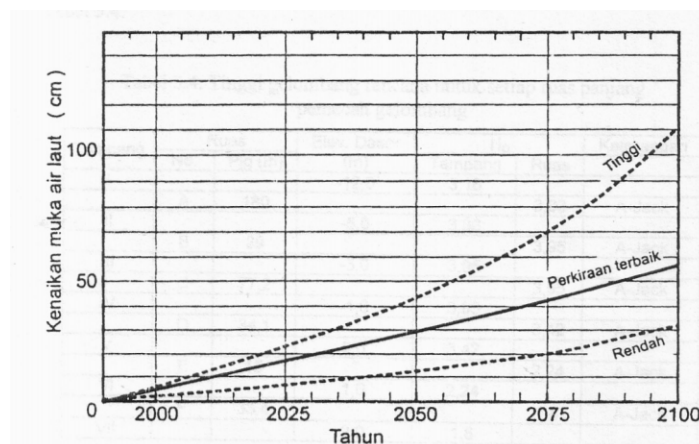


Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data Pasang Surut

Materi & Metode

Materi penelitian berupa hasil pengukuran lapangan pasang surut yang diambil dari pengamatan di perairan TPI Banyutowo selama 15 hari dengan interval 1 jam pada bulan Mei tahun 2016 menggunakan palem pasang surut yang dipasang di tiang dermaga TPI Banyutowo. Data sekunder pasang surut Tuban bulan Mei 2016 dari BIG (Badan Informasi Geospasial), data gelombang yaitu nilai H_b , d_b , dan T yang diperoleh dari data bersama.

Penentuan elevasi lantai dermaga TPI Banyutowo yaitu dengan memperhitungkan tinggi muka air rencana, *wave setup*, pemanasan global, dan tinggi jagaan (Triatmodjo, 1999). MHWL diperoleh dari data pengukuran lapangan TPI Banyutowo. Menurut Triatmodjo(1999) SLR (*Sea Level Rise*) diperoleh dari perkiraan kenaikan muka air laut karena pemanasan global yang dapat dilihat pada gambar 2 apabila umur bangunan sampai dengan tahun 2025 berarti kenaikan muka air laut adalah 0,22 m.



Gambar 2. Perkiraan kenaikan muka air laut karena pemanasan global

Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus untuk menjelaskan objek yang di teliti sekaligus menjelaskan objek yang di teliti tersebut bisa terjadi (Yin, 2003). Sedangkan untuk pengambilan data metode yang digunakan adalah metode kuantitatif karena dibantu

dengan menggunakan instrumen atau alat yang dapat mempermudah mendapatkan data (Sugiyono, 2009).

Hasil dan Pembahasan

Data pasang surut lapangan diolah berdasarkan perhitungan analisa harmonik menggunakan metode *Admiralty* didapat nilai Amplitudo (A) dan fase (g°) setiap komponen, komponen pasan surut $S_0, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4, MS_4, K_2, P_1$ (Tabel 1).

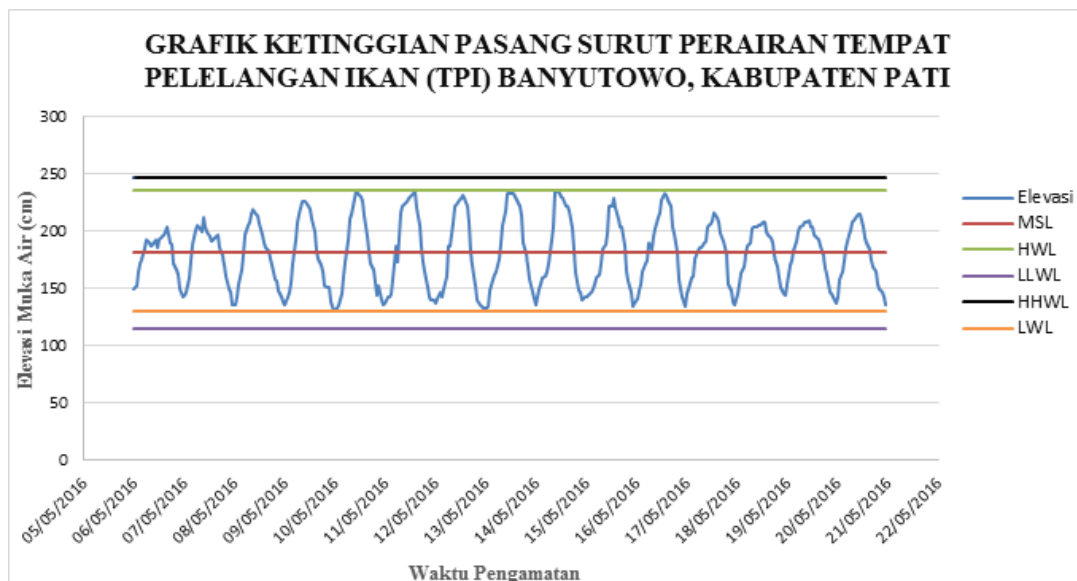
Tabel 1. Hasil Konstanta Pasang Surut Perairan TPI Banyutowo (Sumber: Pengolahan Data Primer, 2016)

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (cm)	181	6	3	2	32	14	2	0	1	10
g (*)	-	316	123	264	151	217	151	34	123	151

Berdasarkan data yang sudah di dapatkan pada tabel 1, tipe pasang surut suatu perairan dapat diperoleh dengan menghitung nilai Formzahl yaitu perbandingan nilai konstanta pasang surut harian utama dengan nilai konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan nilai *Formzahl* Perairan TPI Banyutowo sebesar 5,17 dengan tipe pasang surut harian tunggal atau *diurnal tide*, karena sesuai dengan klasifikasi dari nilai *Formzahl* $F > 3$ merupakan tipe pasang surut harian tunggal. Elevasi pasang surut di lapangan selama 15 hari pengamatan tersaji pada Gambar 2. Kemudian dari hasil komponen pasang surut didapatkan nilai elevasi pasut yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Elevasi Pasang Surut (Sumber: Pengolahan Data Primer, 2016)

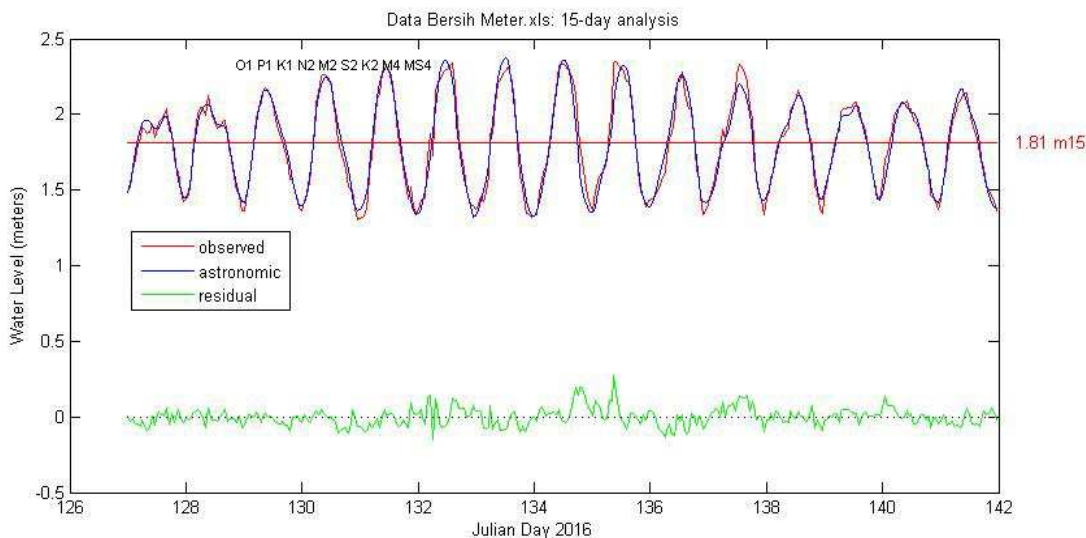
Elevasi Pasut	Nilai (cm)
HHWL (<i>Highest High Water Level</i>)	247
HWL (<i>High Water Level</i>)	235
MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	181
LWL (<i>Low Water Level</i>)	130
LLWL (<i>Lowest Low Water Level</i>)	115



Gambar 3. Grafik Tinggi Pasang Surut Perairan TPI Banyutowo

Hasil Peramalan Pasang Surut Dengan *World Tides* dan *MIKE 21*

Peramalan pasang surut dengan metode *World tides* selama 5 tahun kedepan dimulai dari tahun 2016 sampai 2021. *Plotting* antara data pengamatan lapangan dan data peramalan akan menghasilkan nilai residual yang digunakan dalam menghitung nilai MRE (*Mean Relative Error*). Nilai MRE yang dihasilkan dari metode *World tides* adalah sebesar 2,492% Dapat dikatakan bahwa tingkat keakurasian dari pengolahan menggunakan *World Tides* sebesar 97,508%. Grafik hasil peramalan dengan *World Tides* dapat dilihat dalam gambar 4.



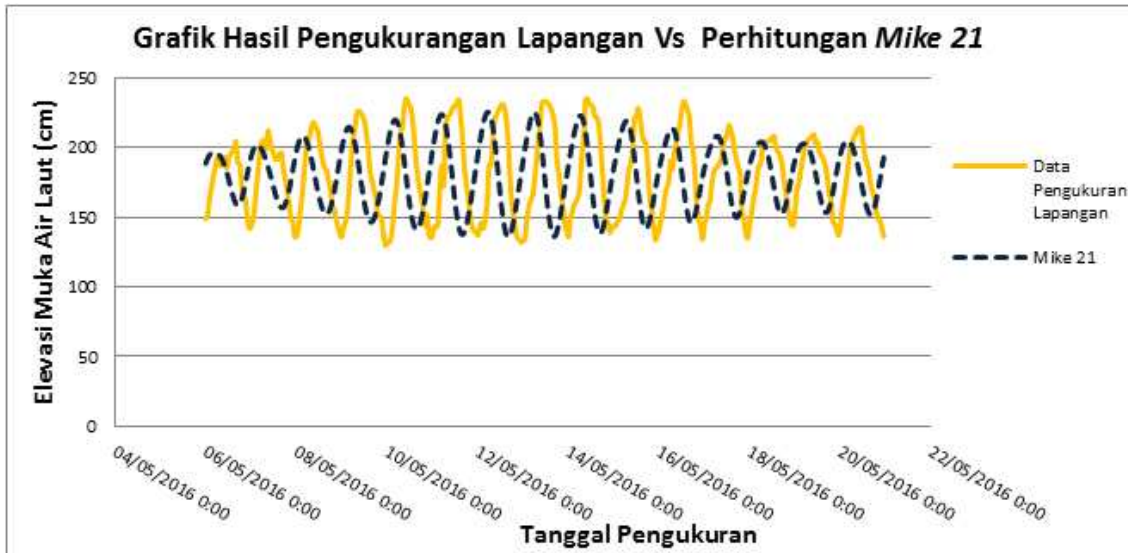
Gambar 4. Grafik *plotting* data pasang surut dengan peramalan pasang surut menggunakan program *Worldtides* di titik sampling penelitian.

Menurut Sugiyono (2011) dalam Leksono (2013) mengatakan bahwa nilai kebenaran model yang masih dapat diterima jika masih berada di dalam batas 40 % dengan hal itu metode peramalan pasang surut dengan *World Tides* dapat dilanjutkan. Peramalan pasang surut dengan metode *WorldTides* dilakukan untuk melihat *trend* perubahan muka air laut dimulai dari bulan Juni 2016 sampai dengan Juni 2021. Diperoleh nilai MSL, LLWL dan HHWL selama 5 tahun. Nilai HHWL pada tahun 2016 sampai 2021 adalah pada bulan Januari 2020 sebesar 247 cm. Sedangkan nilai LLWL terjadi pada bulan Februari 2020 sebesar 6 cm. Perbedaan nilai elevasi pasang surut ini disebabkan oleh faktor astronomis gaya tarik matahari, bumi dan bulan yang berubah secara periodik dan juga karena tipe pasang surut di Perairan Banyutowo adalah harian tunggal oleh sebab itu perubahan disebabkan oleh deklinasi bulan. Dengan demikian nilai elevasi pasang surut selama 5 tahun ini bisa dijadikan referensi dalam pengembangan dan pembangunan pelabuhan di TPI Banyutowo. Untuk melihat *trend* perubahan elevasi pasang surut dengan *world tides* selama 5 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil peramalan HHWL tertinggi dan LLWL terendah tahun 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 dengan metode *World Tides*

Tahun	Bulan	HHWL (cm)	Bulan	LLWL (cm)
2016	Agustus	235	Agustus	21
2017	Juli	236	Agustus	18
2018	Januari	240	Januari	14
2019	Februari	242	Juli	9
2020	Januari	247	Februari	6
2021	April	235	Mar	18

Peramalan pasang surut menggunakan *MIKE 21* dengan cara memasukan koordinat lokasi penelitian. Hasil peramalan pasang surut dengan *Mike 21* selama 5 tahun kedepan dimulai dari tahun 2016 sampai 2021. *Plotting* antara data pengamatan lapangan dan data peramalan *Mike 21* menghasilkan nilai MRE sebesar 20,277%. Dapat dikatakan bahwa tingkat keakurasian dari pengolahan menggunakan *Mike 21* sebesar 79,723%. Grafik hasil peramalan dengan *MIKE 21* dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar 5. Grafik *plotting* data pasang surut dengan peramalan pasang surut menggunakan program *MIKE 21* di titik sampling penelitian

Peramalan pasang surut menggunakan program *Mike 21* adalah untuk melihat *trend* perubahan nilai elevasi muka air selama 5 tahun mulai dari bulan Juni 2016 sampai bulan Juni 2021. Nilai HHWL adalah sebesar 245 cm pada bulan Desember 2020 dan LLWL terjadi pada bulan Desember 2020 sebesar 118 cm. Terjadi nilai perbedaan MRE antara data pengamatan lapangan dengan program *Mike 21* dikarenakan peramalan dengan program *Mike 21* tidak memperhitungkan kondisi topografi, faktor resonansi dan faktor astronomis lainnya yang terdapat di lapangan saat pengamatan pasang surut. Data yang digunakan dalam perhitungan simulasi peramalan pasang surut dengan program *Mike 21* yaitu nilai konstanta Amplitudo (A) dan keterlambatan fase (g) secara global. Dari konstanta tersebut selanjutnya dihitung berdasarkan koordinat lintang dan bujur lokasi penelitian serta interval, periode dan waktu peramalan. Selanjutnya digunakan dalam menentukan komponen-komponen pasang surut dan digunakan sebagai komponen peramalan pasang surut untuk tahun-tahun kedepan sesuai dengan kebutuhan. Untuk melihat *trend* perubahan elevasi pasang surut dengan *MIKE 21* selama 5 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil peramalan HHWL tertinggi dan LLWL terendah tahun 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 dengan metode *Mike 21*

Tahun	Bulan	HHWL (cm)	Bulan	LLWL (cm)
2016	Desember	238	Desember	125
2017	Juni	239	Desember	124
2018	Desember	241	Desember	122
2019	Desember	242	Desember	119
2020	Desember	245	Desember	117
2021	Januari	244	Januari	118

Hasil Elevasi Lantai Dermaga

Berdasarkan penggunaan data bersama yang digunakan adalah data H_b sebesar 0,2175 m; d_b sebesar 0,1996 m dan T sebesar 2,378 m sehingga nilai wave setup adalah sebesar 0,034 m. Selanjutnya berdasarkan pengolahan data lapangan pasang surut TPI Banyutowo dengan metode Admiralty diperoleh nilai MHWL adalah sebesar 1,898 m. Serta penggunaan nilai SLR sebesar 0,22 m dan tinggi jagaan sebesar 1,5 m (Triatmodjo, 1999). Elevasi lantai dermaga didapat dari penjumlahan DWL dan tinggi jagaan. Sehingga didapatkan persamaan untuk menghitung elevasi muka air rencana adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{MHWL} + \text{SLR} + S_w \\ &= 1,898 + 1,5 + 0,22 + 0,034 \\ &= 2,152 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut Triatmodjo (1999) dalam menentukan elevasi lantai dermaga menggunakan nilai tinggi jagaan supaya tidak terjadi limpasan (*Overtopping*) pada saat gelombang dan pasang tinggi. Nilai tinggi jagaan adalah 0,5 - 1,5 m. Sehingga diperoleh persamaan untuk menentukan elevasi lantai dermaga sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Elevasi lantai dermaga} &= \text{DWL} + \text{Tinggi jagaan} \\ &= 2,152 + 1,5 \\ &= 3,652 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai elevasi lantai dermaga adalah sebesar + 3,652 meter nilai ini berdasarkan dasar perairan pada saat penempatan palem pasut.

Kesimpulan

Karakteristik MSL sebesar 101 cm, LLWL 35 cm, dan HHWL 157 cm, dapat disimpulkan bahwa tipe pasang surut di sekitar perairan TPI Banyutowo adalah tipe pasang surut harian tunggal. Peramalan pasang surut menggunakan metode *World Tides* dan *MIKE 21* selama 5 tahun didapatkan nilai HHWL dan LLWL pada tahun 2020. Nilai HHWL sebesar 247 cm dan LLWL sebesar 6 cm untuk metode *World Tides*. Sedangkan Nilai HHWL sebesar 245 cm dan LLWL sebesar 118 cm untuk metode *MIKE 21*. Elevasi lantai dermaga TPI Banyutowo terhadap nilai MHWL adalah sebesar 2,854 m atau 285,4 cm.

Daftar Pustaka

- Aziz, M.F. 2006. Gerak Air di Laut. Jurnal Oseana, XXXI(4): 9 – 21
- Leksono, A., A. Warsito., dan L. Maslukah. 2013. Studi Arus Laut Pada Musim Barat di Perairan Pantai Kota Cirebon. Jurnal Oseanografi, 2(3): 206-213.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. Survey Hidrografi. PT Refika Aditama, Bandung, 166 hlm.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung, 334 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.
- Yin, K. 2003. Applied Social Research Method Series Volume 5. Sage Publication, California.