

**PEMODELAN HIDRODINAMIKA POLA ARUS DAN PASANG SURUT
DI PERAIRAN PULAU TIDUNG**

***HYDRODYNAMIC MODELING OF TIDUNG CURRENT PATTERNS
IN TIDUNG ISLAND WATERS***

Larasati Putri Hapsari*, Anthon Anthonny Djari, dan Thahara Al Ghifara

Politkenik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jawa Barat

*E-mail: azigha2018@gmail.com

Registrasi: 24 Maret 2022; Diterima setelah perbaikan: 3 Mei 2022

Disetujui terbit: 8 Juni 2022

ABSTRAK

Pulau Tidung merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki aktivitas padat seperti pemukiman penduduk, daerah konservasi, serta dijadikan sebagai tempat wisata. Oleh karena itu, informasi seputar kondisi perairan laut baik pola arus maupun pasang surut perlu diketahui. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kondisi pola arus dan pasang surut di perairan sekitar Pulau Tidung. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan model numerik 2D menggunakan software Mike 21 HD. Hasil pemodelan yang telah dilakukan yaitu Perairan Pulau Tidung memiliki tipe pasang surut harian tunggal dimana dalam satu hari terjadi sekali air pasang dan sekali air surut dengan nilai formzahl $F > 3,00$. Pola pergerakan dan kecepatan arus pasang surut yang signifikan pada periode waktu pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 03.00 WIB dengan kondisi spring tide sebesar 0,518411 m (51,8411 cm), arus dominan dari arah timur laut ke barat dengan kecepatan 0,15 m/s. Sedangkan ketika neap tide pukul 14.00 WIB nilai ketinggian pasang sebesar -0,381634 m (-38,1634 cm), arus dominan dari barat ke timur laut dengan kecepatan 0,3 m/s. Pola pergerakan dan kecepatan arus yang diolah menjadi 3 dimensi pada lapisan ketiga dan kelima dimana pada lapisan ketiga kedalaman berkisar antara -15 m hingga -30 m dan suhu 28,95°C, nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312095 m/s, arus dominan pada lapisan ketiga yaitu barat daya menuju ke timur laut. Lapisan kelima diketahui kedalaman berkisar antara -30 m hingga -45 m dengan suhu 28,95°C, nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312597 m/s, dimana arus dominan dari barat menuju timur.

Kata kunci: Arus, Mike 21, Pasang Surut, Pulau Tidung.

ABSTRACT

Tidung Island is one of the islands in Indonesia which has dense activities such as residential areas, conservation areas, as well as being used as a tourist spot. Therefore, it is necessary to know information about the condition of the sea waters, both the pattern of currents and tides. The purpose of this research is to analyze the condition of the current and tide patterns in the waters around Tidung Island. The method used is a quantitative method with a 2D numerical model approach using Mike 21 HD software. The results of the modeling that has been done is that Tidung Island waters have a single daily tide type where in one day there is one high tide and one low tide with a formzahl value of $F > 3.00$. Movement pattern and speed of significant tidal currents for the time period on January 11 2020 at 03.00 WIB with spring tide conditions of 0.518411 m (51.8411 cm), dominant currents from northeast to west with a speed of 0.15 m/s. Meanwhile, when the neap tide is at 14.00 WIB, the high tide value is -0.381634 m (-38.1634 cm), the dominant current is from west to northeast with a speed of 0.3 m/s. Movement patterns and current velocity are processed into 3 dimensions in the third and fifth layers where in the third layer the depth ranges from -15 m to -30 m and the temperature is 28.95°C, the highest current velocity value is 0.312095 m/s, the dominant current in the third layer, namely southwest to northeast. The fifth layer is known to have a depth ranging from -30 m to -45 m with a temperature of 28.95°C, the highest current velocity value is 0.312597 m/s, where the dominant current is from west to east.

Keywords: Flow, Mike 21, tidal, Tidung Island.

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Seribu Teluk Jakarta merupakan bagian Jakarta Utara dimana secara geografis berada pada 106° 19'30" – 106° 44'50" Bujur Timur dan 5° 10'00" Lintang Selatan dimana wilayah ini disebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa atau Selat Sunda. Wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu terletak di Teluk Jakarta Utara dan Laut Jawa dengan sebagian besar wilayah merupakan laut seluas 6.997,50 km². Kepulauan seribu terdapat 110 Pulau dan 11 Pulau yang memiliki pemukiman, yaitu Pulau Sebira, Pulau Harapan, Pulau Kelapa, Pulau Kelapa Dua, Pulau Panggang, Pulau Pramuka, Pulau Lancang, Pulau Pari, Pulau Payung, Pulau Untung Jawa, dan Pulau Tidung (Simangunsong, 2015). Berbicara tentang Pulau Tidung yang terdapat banyak

aktifitas padat seperti pemukiman penduduk, konservasi alam, dan tempat wisata. Lokasi pengamatan di perairan Pulau Tidung ini dilakukan karena sebagian besar aktifitas masyarakat di Pulau Tidung berprofesi sebagai nelayan dimana perlu adanya pengamatan mengenai topografi dasar laut terhadap arus bawah laut.

Bentuk relief atau topografi dasar laut merupakan salah satu kondisi laut yang begitu unik dan terdiri dari banyak bentukan dan kompleks yang tidak dapat dilihat langsung secara kasat mata, topografi dasar laut dapat dilihat dari peta batimetri yang merupakan informasi yang menggambarkan perairan beserta kedalamannya (Effendi *et al.*, 2015). Perbedaan bentuk relief atau topografi dasar laut di setiap perairan ini ternyata dapat mempengaruhi gerakan arus. Arus

merupakan pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal dimana pergerakan air yang sangat luas terjadi di lautan dunia (Utami dan Pratomo, 2009). Pergerakan arus dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain yaitu topografi dasar laut, angin, perbedaan densitas atau gerakan termohalin (Tarhadi *et al.*, 2014).

Salah satu alternatif dalam kajian awal suatu lokasi pengamatan yaitu tentang pola arus laut pada suatu perairan dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika. Pendekatan model hidrodinamika menggunakan Marine Modelling System Mike 21 yang dikembangkan oleh DHI software yang merupakan sistem pemodelan komprehensif atau bersifat luas dan lengkap untuk simulasi hidrolika dan fenomena terkait hidrolik di muara, perairan pesisir dan laut. Kegunaan umumnya seperti permasalahan dalam transportasi aliran dan fenomena yang penting dengan penekanan pada aplikasi pesisir dan kelautan.

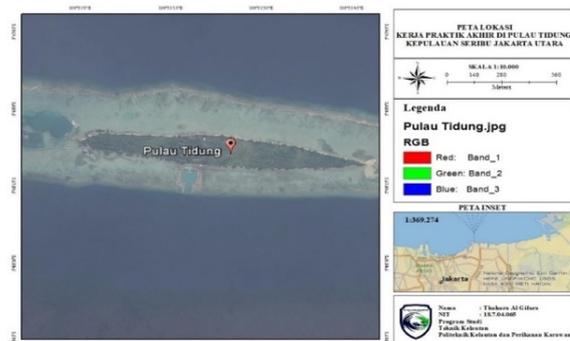
Parameter penting yang diperlukan dalam menjalankan suatu model yaitu kedalaman, garis pantai dan pasang surut. Arus laut yang dipengaruhi oleh angin dan dibangkitkan dengan pasang surut menjadi salah satu faktor utama dalam menghambat adanya pembangunan dasar laut, pengerukan, alur pelayaran, kegiatan konservasi bawah laut, kegiatan nelayan, maupun kepentingan engineering. Oleh karena itu pengamatan dilakukan bertujuan untuk mengetahui pemodelan pola pergerakan dan kecepatan arus pasang surut melalui *software Mike 21* di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret-Juni 2021 di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu dan Pusat Hidrografi Oseanografi, Jakarta Utara.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Pusat Hidrografi dan Oseanografi)



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian (Pulau Tidung, Kepulauan Seribu)

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pemodelan hidrodinamika *Mike 21 HD*. Data yang digunakan adalah data dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut berupa data kedalaman di Perairan Pulau Jawa-Pantai Utara. Selanjutnya data tersebut dimasukkan dalam simulasi model numerik arus pasang surut.

Analisis Arus Pasang Surut

Analisis data arus dilakukan *plotting* menjadi bentuk *plotting composer* untuk menggambarkan pola arus yang terjadi (Amirullah *et.al.*, 2014). Analisis harmonik pasang surut diolah dengan menggunakan metode *admiralty* dengan tujuan mendapatkan konstanta harmonik pasang surut yang meliputi amplitudo A, M2, S2, S0, K1, O1, N2, K2, P1, M4, MS4. Dari perolehan hasil komponen pasang surut, dapat ditentukan MSL, HHWL, LLWL dan bilangan *formzahl*.

Komponen pasang surut menggunakan penentuan yang didasarkan pada bilangan *formzahl* yang dinyatakan dalam rumus dibawah ini (Musrifin, 2011):

$$F = \frac{(O1) + (K1)}{(M2) + (S2)}$$

Klasifikasi sifat pasang surut:

- F, 0,25 : *Semi diurnal*
0,25 < F < 1,5 : *Mixed tide prevailing semi diurnal*
1,5 < F < 3,0 : *Mixed tide prevailing diurnal*
F > 3,0 : *Diurnal*

Menentukan tinggi muka air pasang surut menggunakan rumus range pasut atau rata-rata selisih antara kedudukan air tinggi dan kedudukan air rendah, dapat dilihat rumus dibawah ini:

$$\text{Range: } 2 (M2 + S2)$$

Mean Low Water Level (MLWL):

$$MLW = MSL - (\text{Range}/2)$$

Mean High Water Level (MHWL):

$$MHW = MSL + (\text{Range}/2)$$

Numeric Flow Model

Hidrodinamika pesisir mengacu pada proses pesisir yang berhubungan dengan perambatan gelombang, perubahan kecepatan arus yang berada di sepanjang pantai dikarenakan oleh gelombang, angin, dan pasang surut. *MIKE 21 Flow Model - HD* adalah sistem pemodelan untuk aliran permukaan bebas 2 dimensi berdasarkan pendekatan jaring fleksibel. Model aliran *MIKE 21* berlaku untuk simulasi fenomena hidrolika yaitu ilmu terapan dan teknik yang berhubungan dengan sifat mekanis fluida dimana mempelajari suatu aliran air secara *mikro* maupun *makro* dan lingkungan di danau, muara, teluk, wilayah pesisir dan laut. Modul hidrodinamik mensimulasikan variasi ketinggian air dan aliran sebagai respons untuk berbagai fungsi pemaksaan di danau, muara dan daerah pesisir (Kulkarni, 2013).

Mike Zero merupakan nama yang umum digunakan oleh salah satu *software marine modelling system* yang berbasis numerik. Dimana dalam software Mike 21 terdapat banyak simulasi modul yang digunakan untuk pembuatan model arus, gelombang, sedimentasi di laut, area pantai, sungai, danau serta area lain sesuai kebutuhan pembuatan model (Suharyo dan Adrianto, 2018). Simulasi model dalam pengolahan data kali ini yaitu model hidrodinamika (arus), pengguna dapat memperoleh gambaran terhadap pola pergerakan arus dan kecepatan dalam suatu area berupa dua dimensi maupun ruang atau volume tiga dimensi. Walaupun data pengamatan bersifat prediksi, namun untuk hasil yang lebih baik perlu data lapangan untuk pembanding.

Model numerik yang digunakan ialah flow model flexible mesh (*unstructured flexible mesh*) pada *software Mike 21*. Proses penyelesaian dengan metode numerik dilakukan dengan beberapa tahapan model, yaitu (Amirullah *et al.*, 2014):

- a) *Pre – processing model* yaitu persiapan data batimetri, garis pantai / *coastline*
- b) *Processing model* yaitu *set up* nilai koefisien parameter model pada bagian *control model*
- c) *Post – processing model* yaitu *extract* data hasil simulasi numerik model, dan verifikasi data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasang surut

Hasil pengolahan data pasang surut di perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut dan berapa elevasi muka air laut. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *admiralty*. Analisis harmonik pasang surut yang menggunakan metode *admiralty* ini berupa amplitudo dan beda fase pada tiap komponen utama seperti M2, S2, K1, O1, MS4, M4, K2 dan P1 dalam pengukuran selama 30 hari pada tanggal 1 hingga 31 Januari 2020, seperti yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil akhir konstanta harmonik pasang surut di perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara

	S0	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
Amplitudo(cm)	90,48	2,01	7,66	0,79	3,01	22,62	12,68	8,85	0	0,01
g(°)	-	-15,02	119,17	-68,68	144,55	-16,73	-29,12	159,12	100,31	22,94
F		3,65								

Keterangan:

- F : *Formzahl*
- A : *Amplitudo*
- g(0) : Beda Fase Perlamabatan
- S0 : Muka laut rata – rata (*Mean Sea Level*)
- M2 : Konstanta harmonik oleh bulan
- S2 : Konstanta harmonik oleh matahari
- N2 : Konstanta harmonik oleh perubahan jarak bulan

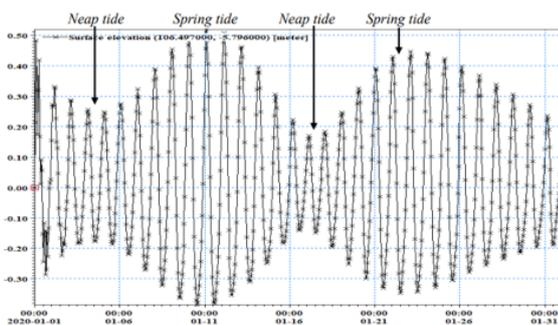
- K2 : Konstanta harmonik oleh perubahan jarak matahari
- K1 : Konstanta harmonik oleh deklinasi bulan dan matahari
- P1 : Konstanta harmonik oleh deklinasi matahari
- M4 : Konstanta Konstanta harmonik ganda M2
- MS4 : Konstanta harmonik oleh interaksi antara M2 dan S2

Tipe pasang surut dapat dilihat dari pola grafik pasang surut yang ditentukan melalui perbandingan antara amplitudo (setengah tinggi gelombang) unsur-unsur pasang surut ganda utama (M2 dan S2) dan unsur-unsur pasang surut tunggal utama (K1 dan O1) (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Pasang Surut

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan selama 30 hari, didapatkan data kisaran pasang surut atau rata – rata selisih antara kedudukan air tinggi dan kedudukan air rendah adalah 362,6 cm (3,626 m). Dimana *Mean Low Water Level* (MLWL) atau kedudukan rata – rata air terendah yaitu 68,38 cm (683,8 m), sedangkan *Mean High Water Level* (MHWL) atau kedudukan rata – rata air tinggi adalah 112,9 cm (1,129 m). Gambar 4 menunjukkan tipe pasang surut yang dimiliki perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara. Sesuai dengan hasil tersebut adalah tipe pasang surut *diurnal* atau disebut dengan pasang surut harian tunggal dimana terjadi selama satu kali air pasang dan satu kali air surut dalam periode waktu pasang surut 24 jam 50 menit (Gumelar *et.al.*, 2016) dikarenakan nilai *formzahnya* sebesar 3,65 ($F < 3,00$).



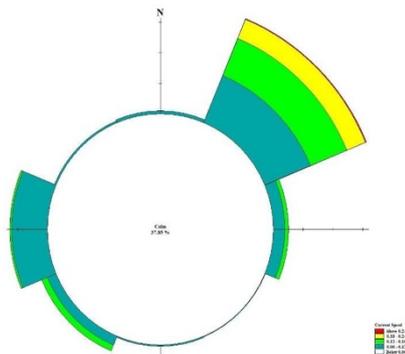
Gambar 4. Hasil *running* Nilai Ketinggian Pasang Surut

Hasil pemodelan pasang surut menggunakan *Mike 21* yang ada pada gambar 4 yang merupakan bagian dari kolom *surface elevation* yang bertujuan untuk mengetahui nilai ketinggian pasang

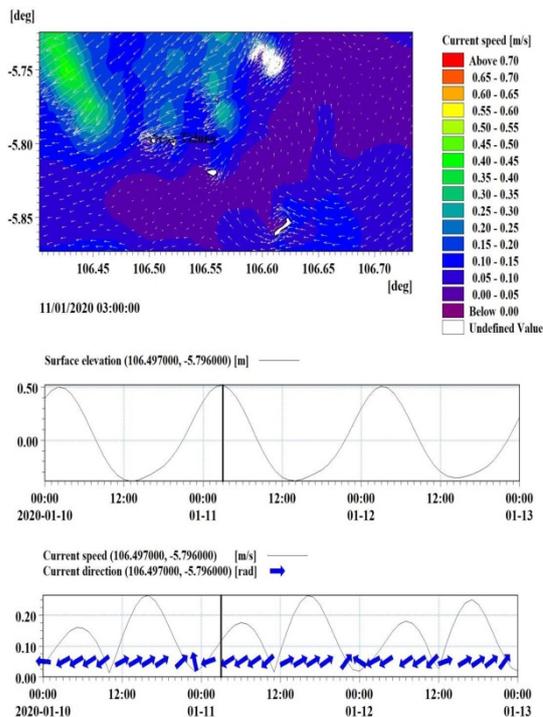
surut pada tanggal 1 s.d 31 Januari 2020 telah terjadi pasang perbani (*neap* tide) pada 5 Januari 2020 pukul 02.00 WIB dengan ketinggian pasang surut sebesar 0,247751 m (24,7751 cm), di waktu yang bersamaan pada pukul 14.00 WIB terjadi pasang rendah yang tinggi sebesar -0,186908 m (-18,6908 cm). Waktu berikutnya pada 11 Januari 2020 pukul 03.00 WIB terjadi pasang purnama (*spring* tide) dimana pasang tinggi yang sangat tinggi sebesar 0,518411 m (51,8411 cm), sedangkan pasang rendah yang sangat rendah berada di pukul 14.00 WIB dengan nilai sebesar -0,381634 m (-38,1634 cm). Waktu berikutnya terjadi pasang perbani (*neap* tide) dimana nilai pasang tinggi yang sangat rendah terjadi pada 17 Januari 2020 pukul 03.00 WIB sebesar 0,169709 m (16,9709 cm), sedangkan pasang rendah yang sangat tinggi pada pukul 13.00 WIB memiliki nilai sebesar -0,150263 m (-15,0263 cm). Berikutnya pasang purnama (*spring* tide) dimana nilai pasang tinggi yang sangat tinggi berada pada 23 Januari 2020 pukul 02.00 WIB dengan nilai sebesar 0,44633 m (44,633 cm), kemudian pada pukul 13.00 WIB nilai pasang rendah yang sangat rendah sebesar -0,343636 m (-34,3636 cm). Dijelaskan bahwa terjadinya pasang surut purnama yaitu ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam satu garis lurus. Kemudian pasang perbani terjadi ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus dan hanya terjadi pada bulan 1/4 dan 3/4 (Gumelar *et al.*, 2016).

Kondisi Pola Pergerakan dan Kecepatan Arus

Pengamatan arus yang didapat dari hasil *running* model 2 Dimensi ini berupa pola pergerakan dan kecepatan arus yang dipengaruhi oleh pasang surut, dimana telah didapat data yang signifikan pada periode waktu 10 hingga 13 Januari 2020. *Spring tide* merupakan pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang terendah sangat rendah, dimana terjadi selam 4 waktu.



Gambar 5. Hasil *Current Rose*
 Lapisan Pertama



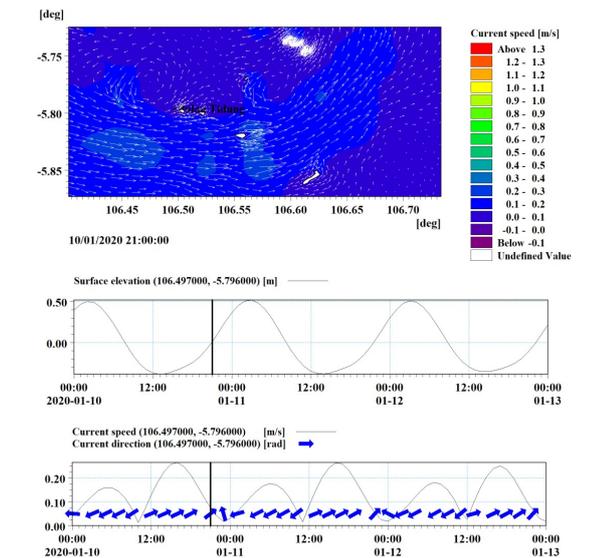
Gambar 6. Pola dan Kecepatan Arus
 Saat *Spring Tide*

Berdasarkan pengambilan data selama 30 hari diperoleh model 2D di perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara seperti yang tercermin pada gambar 5 dan gambar 6. Hasil *ploting composer* pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 03.00 WIB dengan kondisi *spring tide* atau pasang tertinggi dengan nilai sebesar 0,518411 m (51,8411cm), dengan kecepatan 0,15 m/s, arus dominan dari arah timur laut menuju barat. Kecepatan arus pada saat pasang lebih tinggi dari pada kecepatan arus pada saat surut, dimana pada saat kecepatan pasang memiliki kecepatan arus yang lebih tinggi dari pada saat kondisi surut terendah. Adanya kaitan dengan pasang surut dimana permukaan air laut pada saat menuju pasang, air laut semakin tinggi sehingga kecepatan arus semakin cepat, sedangkan permukaan air laut pada saat surut air laut semakin rendah sehingga kecepatan arus melambat (Zallesa dan Zaelani, 2020). Arus cenderung tidak beraturan di permukaan karena adanya gerakan oleh angin, dimana angin cenderung mendorong lapisan air dipermukaan laut dalam arah gerakan angin. Namun karena pengaruh gaya coriolis arus tidak dapat bergerak searah dengan arah angin melainkan arah angin yang dibelokkan ke arah kanan di belahan bumi utara dan arah kiri di belahan bumi selatan (Azis, 2006).

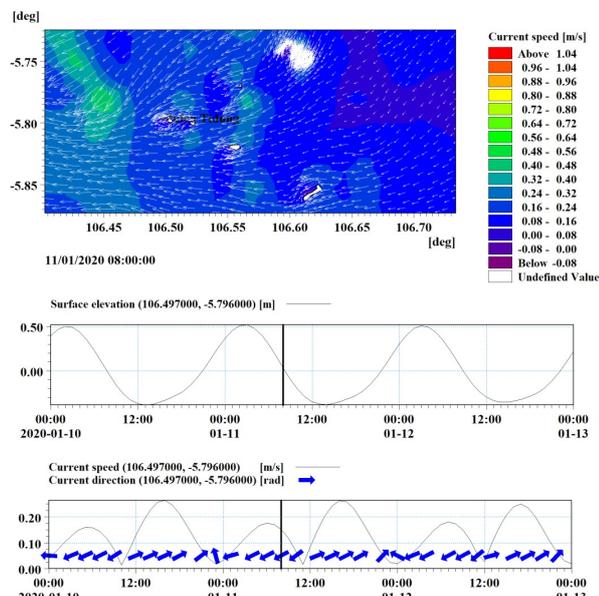
Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa *spring tide* diwaktu surut menuju pasang pada tanggal 10 Januari 2020 pukul 21.00 WIB yang dimana arah arus dari barat ke timur laut dengan nilai kecepatan arus 0,1 m/s dan nilai ketinggian sebesar 0,0111629 m (0,00111629 cm). Terjadinya kondisi surut menuju pasang, disebabkan

Hapsari et al.
Pemodelan Hidrodinamika Pola Arus dan Pasang Surut di Perairan Pulau Tidung

oleh air laut yang bergerak menuju daratan yang menyebabkan volume air mengarah ke daratan bertambah. Dimana pada saat kecepatan aliran air menuju pasang akan bertambah dan mendorong sedimen tersuspensi dari laut menuju ke sungai yang bercampur dengan sedimen tersuspensi dari hulu sungai (Manurung et al., 2017).

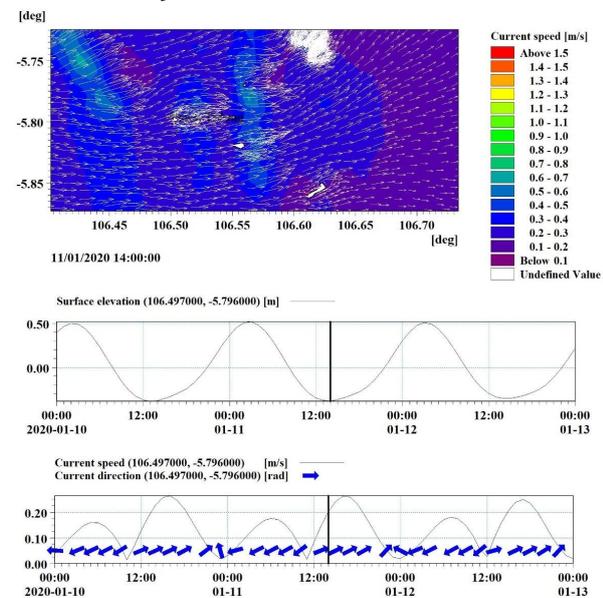


Gambar 7. Pola Pergerakan dan kecepatan Arus Saat Surut Menuju Pasang



Gambar 8. Pola Pergerakan dan kecepatan Arus Saat Pasang Menuju Surut

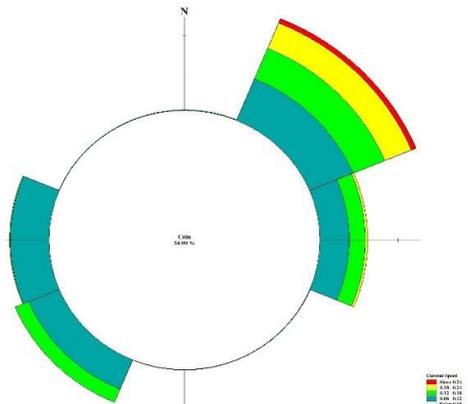
Hasil data pola pergerakan dan kecepatan arus saat pasang menuju surut dapat dilihat pada gambar 8. Pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 08.00 WIB diketahui bahwa *spring tide* dalam kondisi pasang menuju surut, dimana nilai ketinggian pasang 0.0329743 m (0,00329743 cm) dengan kecepatan arus 0,16 m/s, dimana arah arus dari timur laut menuju barat. Kondisi pada saat pasang menuju surut, kecepatan aliran air akan mengecil, dikarenakan sedimen yang tersuspensi mengendap di dasar perairan (Manurung et al., 2017).



Gambar 9. Pola Pergerakan dan Kecepatan Arus Saat Neap Tide

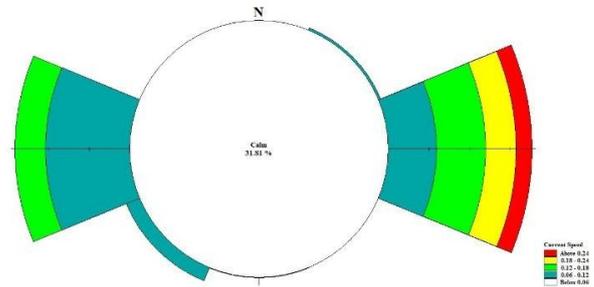
Gambar 9 menggambarkan pola pergerakan dan kecepatan arus saat *neap tide* atau pasang tinggi yang rendah dan pasang rendah yang tinggi pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 14.00 WIB nilai ketinggian pasang sebesar -0,381634 m (-38,1634 cm), arus dominan dari barat ke timur laut dengan kecepatan 0,3 m/s. Arus yang dibangkitkan oleh angin kecepatannya akan berkurang seiring

bertambahnya kedalaman dan arah mata angin akan berlawanan dengan arah arus di permukaan (Azis, 2006).

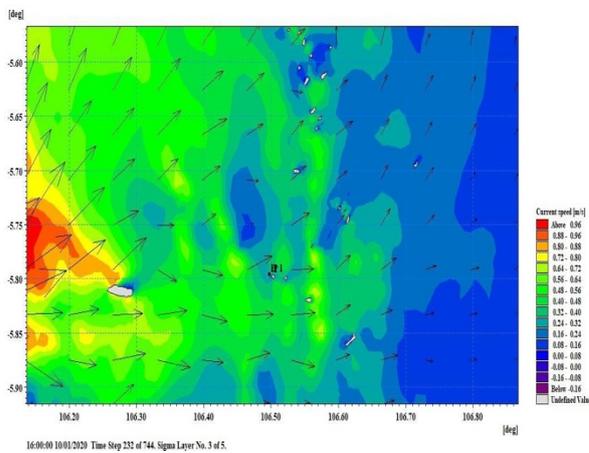


Gambar 10. *Current Rose* Lapisan Ketiga

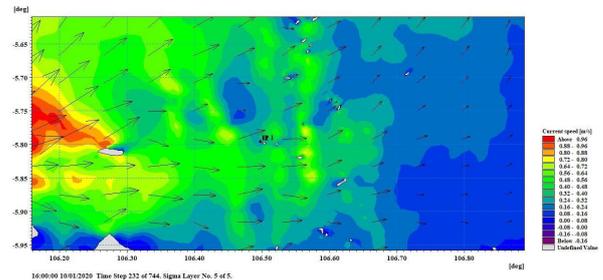
laut ataupun dapat diakibatkan karena faktor kondisi topografi bawah laut, dimana terlihat jelas telah terjadi perputaran arus pada daerah sekitar area simulasi (Mahie, 2016).



Gambar 12. *Current Rose* Lapisan Kelima



Gambar 11. Pola Pergerakan dan Kecepatan Arus Lapisan Ketiga



Gambar 13. Pola Pergerakan dan Kecepatan Arus Lapisan Kelima

Kecepatan dan pergerakan arus di perairan Pulau Tidung pada lapisan ketiga dapat dilihat pada gambar 10 dan 11, bahwa nilai kedalaman dilapisan ketiga ini yaitu 0 hingga -15 m dan suhu 28,95 °C, nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312095 m/s, dimana arus dominan pada lapisan ketiga yaitu barat daya menuju ke timur laut. Arus termohalin atau arus yang bersikulasi di dalam laut dapat diakibatkan oleh adanya perbedaan densitas karena perubahan suhu dan salinitas massa air

Perolehan data pola pergerakan dan kecepatan arus lapisan kelima dapat dilihat pada gambar 12 dan gambar 13, bahwa pada tanggal 10 Januari 2020 pukul 16.00 WIB bahwa kisaran kedalaman dari -15 hingga -30 m dengan suhu 28,95 °C, diketahui nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312597 m/s, di mana arus dominan dari barat menuju timur. Pada kedalaman yang cukup besar arus termohalin di lapisan dalam bergerak lebih lambat dibandingkan dengan permukaan, yang disebabkan oleh pertukaran massa air. Transpor massa air atau disebut transpor ekman digunakan untuk menjelaskan fenomena laut seperti *upwelling* dan *downwelling*. *Upwelling*

merupakan naiknya air dingin dari lapisan dalam ke permukaan laut, sedangkan *downwelling* merupakan turunnya air permukaan laut ke ke lapisan lebih dalam (Shah *et. al.*, 2018). Arus yang juga dapat diakibatkan dari adanya perbedaan tekanan antar densitas air laut atau gaya gradientekanan yang diimbangi oleh gaya coriolis. Gaya coriolis atau disebut dengan arus geostropik dimana kecepatan arus pada kedalaman yang cukup besar akan berkurang.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa kondisi pasang yang signifikan terjadi padaperiode waktu 11 Januari 2020 dimana kondisi pasang *diurnal* atau pasang surutharian tunggal dan terjadi *spring tide* pukul 03.00 WIB dengan arah arus dominan timur laut ke barat dengan kecepatan 0,15 m/s. *Neap tide* pukul 14.00 WIB dengan arah arus dari barat ke timur laut dengan nilai kecepatan 0,3 m/s di kedalaman 0 hingga - 15 m. Pola pergerakan dan kecepatan arus yang diolah menjadi 3 dimensi pada lapisan ketiga dan kelima dimana pada lapisan ketiga kedalaman berkisar antara -15 m hingga - 30 m dan suhu 28,95°C , nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312095 m/s , arus dominan pada lapisan ketiga yaitu barat daya menuju ke timur laut. Lapisan kelima diketahui kedalaman berkisar antara - 30 m hingga - 45 m dengan suhu 28,95°C , nilai kecepatan arus tertinggi sebesar 0,312597 m/s, dimana arus dominan dari barat menuju timur.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah AN, Sugianto DN, Indrayanti E. 2014. Kajian pola arus laut dengan pendekatan model hidrodinamika dua dimensi untuk pengembangan pelabuhan Kota Tegal. *Jurnal Oseanografi Universitas Diponegoro*. 3(4):671-682.
- Effendi K, Putra RD, Pratomo A. 2015. Pemetaan batimetri perairan Pantai PEJEM Pulau Bangka. *Jurnal Oseanografi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji*. 4(1):11-12.
- Simangunsong F. 2015. Kajian wilayah kabupaten administrasi Kepulauan Seribu Provinsi Jakarta. *Jurnal Ilmu Pemerintahan WIDYAPRAJA*. 41(1):125.
- Utami WT, Pratomo DG. 2009. Pengaruh topografi dasar laut terhadap gerakan arus laut. *Jurnal Geoid*. 5(1):59-65.
- Tarhadi, Indriyanti E, Anugroho DS. 2014. Studi pola dan karakteristik arus laut di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah pada musim peralihan 1. *Jurnal Oseanografi*. 3(1):16-25.
- Suharyo OS, Adrianto D. 2018. Studi hasil running model arus permukaan dengan *software numerik mike 21/3* (guna penentuan lokasi penempatan stasiun energi arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Sci. Journal*. 1(1):30-38.

- Gumelar J, Sasmito B, Amarrohman FJ. 2016. Analisis harmonik dengan menggunakan teknik kuadrat terkecil untuk penentuan komponen-komponen pasut di wilayah laut selatan pulau jawa dari satelit altimetri topex/ poseidon dan jason-1. *Jurnal Geodesi*. 5(1):194-203.
- Zallesa S, Zaelani A. 2020. Kajian arus permukaan dengan menggunakan pendekatan model hidrodinamika di perairan Pulau Gili Terawangan Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Akuatek*. 1(2):113-117.
- Manurung JG, Suryoputro AAD, Hariadi. 2017. Analisis pengaruh pasang surut terhadap sebaran muatan padatan tersuspensi di sekitar perairan muara Sungai Wulan, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*. 6(1):68-78.
- Mahie AG. 2016. Pemodelan numerik sirkulasi arus tiga dimensi di perairan Kepulauan Spermonde Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. *Jurnal Matematika, Statistik, dan Komputasi*. 13(1):1-10.
- Shah P, Sajeev R, Thara KJ, George G, Shafeeque M, Akash S, Platt T. 2018. A holistic approach to upwelling and downwelling along the South West Coast of India. *Journal Marine Geodesy*. 42(1):64-84.
- Azis MF. 2006. Gerak Air Laut. *Jurnal Oseana LIPI*. 31(4):9-21.