

Analisis Banjir Rob di Wilayah Pesisir Bintan Utara Sebagai Upaya Mendukung Keamanan Maritim

Pande Made Rony Kurniawan^{1✉}, Pujo Widodo², Herlina Juni Risma Saragih³, Panji Suwarno⁴, Endro Legowo⁵, Trismadi⁶

¹ Prodi Keamanan Maritim, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia

^{2,3,4,5,6} Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 19-02-2023

Direvisi : 25-02-2023

Diterima : 04-03-2023

Kata Kunci:

Banjir Rob, Karakteristik, Pasang Surut.

Keywords:

Tidal Floods, Characteristics, Ups and Downs.

Corresponding Author :

Pande Made Rony Kurniawan

Prodi Keamanan Maritim, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan Republik Indonesia Jl, Salemba Raya No,3, RT,1/RW,3, Paseban, Jakarta, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10440

Email: pande.kurniawan@bmgk.go.id

ABSTRAK

Kecamatan Bintan Utara merupakan daerah berisiko bencana banjir rob akibat tingginya pasang surut air laut sehingga keamanan maritim maupun keamanan nasional dapat terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasang surut air laut di Kecamatan Bintan Utara saat terjadi banjir rob sebagai upaya mitigasi dalam mendukung keamanan maritim. Studi ini menggunakan data FNL, pasut PUSHIDROSAL dan curah hujan GSMaP dengan penggunaan model hidrodinamika Delft3D dan TMD untuk menghasilkan nilai pasang surut air laut serta nilai ambang batasnya. Studi ini menemukan bahwa tipe pasang surut air laut di wilayah ini bersifat semidiurnal, dengan pasang naik terjadi pada pagi hingga siang hari dan pasang surut pada sore hingga malam hari. Nilai ambang batas pasang surut air laut untuk masing-masing metode prediksi juga diperoleh, PUSHIDROSAL sebesar 2.6, TMD sebesar 0.3785, dan TMD+MSL sebesar 1.7925.

ABSTRACT

North Bintan District is an area at risk of tidal flooding due to high tides causing maritime security and national security to be disrupted. This study aims to determine the characteristics of tides in North Bintan District during tidal flooding as a mitigation strategy to support maritime security. The study utilized FNL, PUSHIDROSAL tide, and GSMaP rainfall data, and employed Delft3D and TMD hydrodynamic models to generate tidal and threshold values. The study found that the tidal type in this region is semidiurnal, with high tides during morning to afternoon and low tides during afternoon to evening. The study also identified the tidal threshold values for each prediction method, which were 2.6 for PUSHIDROSAL, 0.3785 for TMD, and 1.7925 for TMD+MSL.

PENDAHULUAN

Kecamatan Bintan Utara adalah Kecamatan yang berada di Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau yang umumnya merupakan daerah dengan dataran landai dengan tingkat



kemiringan mencapai hingga 3 % dengan luas sekitar 45% dari luas seluruh area daratan (PUPR, 2012) sehingga daerah ini menjadi daerah yang berisiko tinggi terjadi banjir di kawasan pesisirnya (rob).

Banjir rob merupakan bencana alam (Syafitri & Rochani, 2021) yang diakibatkan oleh naiknya air laut oleh pengaruh pasang surut serta badai menyebabkan daerah dataran rendah sekitar pantai akan digenangi oleh air laut (Efendi et al., 2021). Beberapa penelitian (Pasaribu et al., 2021; Efendi et al., 2021; Rizky, 2020) menyebutkan bahwa banjir rob berdampak merugikan pada wilayah-wilayah pesisir. Banjir rob dapat mengakibatkan perubahan fisik lingkungan (Rizky, 2020) dan terganggunya keseimbangan ekosistem yang ada di pesisir, selain itu aktivitas sosial ekonomi masyarakat juga akan terkena dampaknya (Syafitri & Rochani, 2021).

Ancaman dibidang lingkungan seperti bencana alam yang dapat mengganggu perekonomian dan keamanan manusia (*human security*) menurut Buzan (1983) merupakan salah satu ancaman terhadap keamanan nasional. Bueger (2015) juga menyebutkan bahwa beberapa negara menempatkan bencana alam sebagai ancaman di bidang maritim. Dampak bencana banjir rob yang dialami penduduk pesisir dapat berupa hilangnya tempat tinggal serta mata pencaharian, sehingga akan terjadi penurunan kesejahteraan masyarakat di pesisir. Ketahanan penduduk pesisir disebut sebagai faktor utama munculnya ancaman maritim di suatu wilayah oleh karena itu pencegahannya sangat penting dalam penerapan langkah-langkah keamanan maritim (Bueger, 2015).

Terdapatnya beberapa objek vital dan kawasan industri strategis di pesisir Kecamatan Bintan Utara menyebabkan potensi kerusakan dan kerugian harta benda yang diakibatkan oleh bencana banjir rob di wilayah ini akan besar. Semua kerugian dan kerusakan ini dapat diminimalkan dengan studi terhadap fenomena banjir rob (Syafitri & Rochani, 2021; Kristianto & Efendi, 2021; Jamalludin et al., 2016). Namun terbatasnya data pengamatan Tinggi Muka Laut (TML), cakupan data spatial dan temporal yang luas serta belum terdapatnya nilai ambang batas (*threshold*) pasang surut (pasut) memberikan tantangan yang besar bagi prakirawan cuaca untuk menganalisis dan membuat peringatan dini banjir rob.

Permasalahan diatas membuat perlunya analisis menggunakan model prediksi pasang surut yaitu model hidrodinamika Delft3D (Kuntinah, 2020) dan model Tidal Model Driver (TMD) (Pringgodigdo et al., 2015) untuk menyimulasikan tinggi air laut saat pasang dan surut di wilayah pesisir Kecamatan Bintan Utara pada kejadian bencana banjir rob.

Hubungan antara pasang surut dan banjir rob telah banyak ditunjukkan oleh para peneliti (Pasaribu et al., 2021; Efendi et al., 2021; Rizky, 2020; Kuntinah, 2020; Jamalludin et al., 2016) dengan menggunakan model TMD (Pringgodigdo et al., 2015) dan model hidrodinamika Delft3D (Kristianto & Efendi, 2021; Efendi et al., 2021; Rizky, 2020; Kuntinah, 2020) namun hingga saat ini belum banyak penelitian dan kajian di Provinsi Kepulauan Riau khususnya di wilayah Kecamatan Bintan Utara. Dengan begitu penggunaan model TMD (Pringgodigdo et al., 2015) dan model hidrodinamika Delft3D (Rizky, 2020; Kuntinah, 2020) dapat membantu memberikan nilai pasang surut dengan mudah dan akurat (Kuntinah, 2020).

Berangkat dari pemikiran tersebut maka dilakukan penelitian terhadap pasang surut di pesisir Kecamatan Bintan Utara untuk menentukan nilai pasang surut serta ambang batasnya yang sangat berguna sebagai dasar pertimbangan untuk pengambilan kebijakan serta upaya mitigasi mengurangi dampak merugikan akibat dari banjir rob di wilayah pesisir Kecamatan Bintan Utara dalam rangka mendukung keamanan maritim.

METODE PENELITIAN

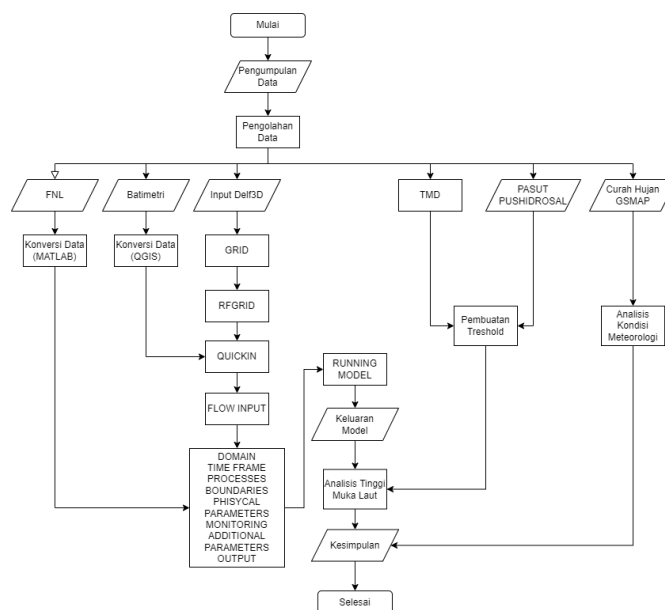
Penelitian ini dilakukan di pesisir Kecamatan Bintan Utara (Gambar 1) Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau pada wilayah dengan titik koordinat 104.218593° Bujur Timur dan 1.061621° Lintang Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Banjir Rob

Penelitian ini menggunakan model hidrodinamika yaitu model Delft3D-Flow dengan lamanya waktu simulasi adalah 11 (sebelas) hari dari tanggal 22 Februari 2021 hingga 04 Maret 2021. Sedangkan model TMD digunakan untuk mendapatkan data TML pada saat kejadian banjir rob. Adapun data-data yang digunakan untuk menunjang penelitian ini antara lain data kejadian banjir rob yang dikumpulkan dari berita daring, data curah hujan harian dari *Global Satellite Mapping of Precipitation* (GSMaP) yang diambil dari basis data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), data prediksi pasang surut dari Pusat Hidro-Oseanografi milik TNI Angkatan Laut (PUSHIDROSAL), Data batimetri merupakan data kedalaman dasar laut untuk daerah Perairan Bintan Utara dengan format data Geotiff 32bit float (.TIF) Resolusi 0.27-arcsecond, sistem koordinat geografis dan dapat diunduh melalui laman situs Batimetri Nasional (BATNAS), data Final (FNL) *Operational Global Analysis* berupa komponen angin u dan v serta data *Mean Sea Level Pressure* (MSLP).

Model TMD dijalankan pada program MATLAB R2016a. Dengan inputan tanggal sesuai kejadian pada titik koordinat 104.218593° Bujur Timur dan 1.061621° Lintang Utara. Data hasil keluaran TMD dan data pasang surut dari PUSHIDROSAL kemudian akan di rata-ratakan untuk mendapatkan nilai ambang batas dari TML pada kejadian rob terpilih. Kemudian dilakukan analisis kondisi hidrometeorologi pada saat kejadian banjir rob di Bintan Utara dan selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap kasus banjir rob terpilih.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Prediksi Pasang Surut

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada saat terjadinya banjir rob di wilayah kecamatan Bintan Utara, rata-rata nilai pasang tertinggi dari data PUSHIDROSAL adalah sebesar 2,6 sedangkan dari model TMD sebesar 0,3785 dan TMD + MSL sebesar 1,7925. Adanya perbedaan nilai pasang surut keluaran model TMD dan data PUSHIDROSAL disebabkan adanya perbedaan metode yang digunakan. Pada model TMD menggunakan metode *least square* sedangkan PUSHIDROSAL menggunakan metode admiralty. Pada penelitian yang dilakukan Gracella (2019) hasil uji data prediksi menggunakan metode *least square* memiliki hasil yang cukup baik dibandingkan dengan metode admiralty yang ditunjukkan dari nilai RMSE yang cukup kecil. Gracella (2019) juga menyebutkan bahwa analisis menggunakan metode *least square* lebih mudah dan cepat selain itu komponen pasut yang dihasilkan lebih banyak dengan hasil prediksi lebih akurat. Letak geografis pulau Bintan memungkinkan model TMD untuk memprediksi pasang surut di daerah ini dengan lebih baik, seperti pada penelitian Pringgogidgo et al. (2015) di Perairan Sungai Barito, teluk Pondok Dayung serta perairan Pulau Batek yang menunjukkan bahwa model TMD lebih baik di daerah teluk dan perairan laut terbuka.

Tabel 1. Data Kejadian dan Nilai Prediksi Model Pasang Surut

Tanggal Kejadian	Waktu Kejadian (Dari Berita)	Curah Hujan (mm/hari)	TMD	TMD + MSL	PUSHIDROSAL	Waktu PUSHIDROS dan TMD
04 -Feb-18	-	0	0,393	1,807051	2,7	13:00
23 -Jan-19	-	0	0,4749	1,888951	2,8	11:00
01 -Jan- 21	-	252,3	0,3904	1,804451	2,7	11:00
02 -Jan- 21	-	182,5	0,4001	1,814151	2,7	11:00
03 -Jan- 21	-	20,9	0,4126	1,826651	2,7	12:00
09 -Jan- 21	-	163,8	0,212	1,626051	2,3	6:00
10 -Jan- 21	-	299,2	0,2553	1,669351	2,4	7:00
02 -Mar-21	-	0	0,4717	1,885751	2,8	12:00
06 -Des -21	10.00 WIB	0	0,3964	1,810451	2,7	11:00
Rata-Rata			0,3785	1,7925	2,6	

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sanjaka & Prasetyawan (2013), rata-rata nilai pasang tertinggi di wilayah kecamatan Bintan Utara lebih besar dari nilai pasang tertinggi di daerah Semarang yang hanya sebesar 1.7. Surinati (2007) menyebutkan bahwa perbedaan karakteristik pasang surut diberbagai tempat ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lebar selat, topografi dasar laut, dan bentuk teluk.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa banjir rob dapat terjadi pada nilai pasang dibawah nilai rata-ratanya saat terjadi hujan yaitu pada tanggal 9 dan 10 Januari 2021 dengan kategori intensitas curah hujan sangat lebat. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian banjir rob di wilayah kecamatan Bintan Utara dapat terjadi saat pasang yang rendah apabila didukung dengan intensitas curah hujan yang sangat lebat. Penelitian yang telah dilakukan oleh Efendi et al. (2021) serta Hagen dan Bacopoulos (2012) juga menunjukkan bahwa kejadian banjir rob akan lebih besar dan luas saat kejadian pasang tinggi diikuti oleh kejadian hujan. Namun pada penelitian yang dilakukan oleh Jamalludin et al. (2016) di kawasan Pantai Utara Jakarta ditemukan bahwa beberapa kejadian banjir rob yang terjadi disebabkan oleh pasang tinggi saat pasang purnama dan tidak selalu bersamaan dengan angin maupun curah hujan yang tinggi.

Nilai Ambang Batas Pasang Surut

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan nilai ambang batas pasang surut yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk membuat peringatan dini banjir Rob yaitu sebagai berikut:

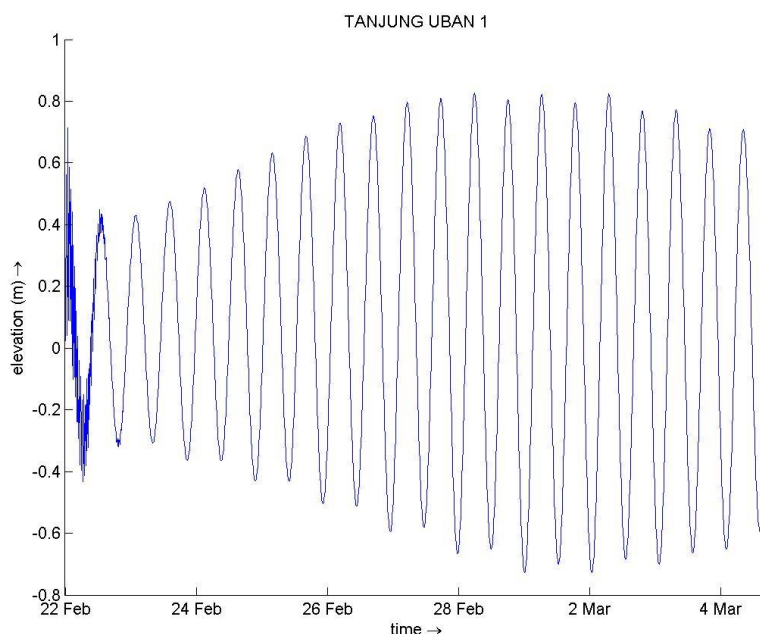
Tabel 2. Tabel Nilai Ambang Batas Pasang Surut di Pesisir Kecamatan Bintan Utara

PUSHIDROSAL	TMD	TMD + MSL
2,6	0,3785	1,7925

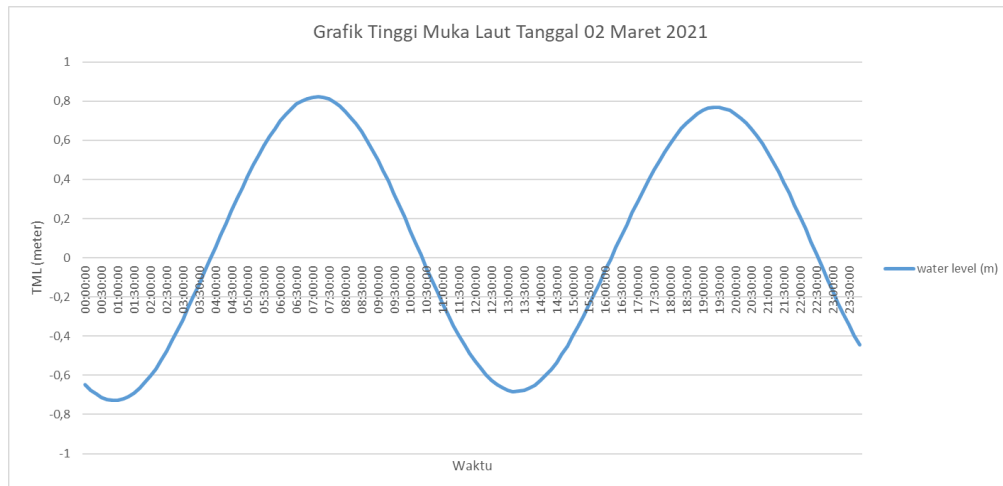
Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai ambang pasang surut di wilayah kecamatan Bintan Utara dari data PUSHIDROSAL adalah sebesar 2,6 sedangkan dari model TMD sebesar 0,3785 dan TMD + MSL sebesar 1,7925. Nilai ini dapat dijadikan sebagai nilai ambang batas untuk TML yang berpotensi menyebabkan banjir rob di wilayah kecamatan Bintan Utara dikemudian hari. Pemerintah maupun instansi terkait dapat menggunakan nilai ambang batas ini untuk membuat kebijakan serta perencanaan sebagai bentuk upaya antisipasi dampak banjir rob yang dapat melumpuhkan ekonomi, meningkatkan penyebaran penyakit, merusak infrastruktur dan ruang publik (Syafitri & Rochani, 2021) sehingga keamanan maritim dan keamanan nasional dapat terwujud.

Hasil Simulasi Model Delft3D

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan kondisi pasang surut di sekitar pesisir Kecamatan Bintan Utara berdasarkan hasil pemodelan Delft3D dengan memperhitungkan parameter meteorologi angin dan tekanan. Dapat dilihat bahwa pada tanggal 27 Februari 2021 TML mulai naik dengan nilai tertinggi sebesar 0,808657 meter dari MSL hingga pada tanggal 2 Maret 2021 sebesar 0,82325 meter dari MSL. Penelitian menggunakan model Hidrodinamika Delft3D telah dilakukan oleh Kristianto & Efendi (2021) di Jakarta pada tahun 2021. Data keluaran model kemudian di verifikasi dengan data TML dari Stasiun Pasang Surut Kolinamil dan Sunda Kelapa. Hasil menunjukkan bahwa prakiraan tinggi air laut mempunyai akurasi yang cukup baik dengan koefisien korelasi sebesar 0,93 pada tingkat yang kuat dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0.13 meter. Penelitian lainnya dilakukan oleh Atmaja et al. (2015) di Perairan Wakatobi. Penelitian dilakukan selama 5 (lima) bulan dengan menggunakan Delft3D-Flow. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai verifikasi dari ketinggian pasang surut keluaran model terhadap data pengamatan mempunyai nilai yang baik dengan nilai R-squared yaitu 0,9593 serta RMSE adalah 0.1117 meter. Selain itu, pola dari sebaran data model dengan hasil pengamatan berdasarkan hasil analisis *scatter plot* memperlihatkan pola yang hampir sama.



Gambar 3. Grafik Tinggi Muka Laut di wilayah Pesisir Kecamatan Bintan Utara Tanggal 22 Februari 2021 – 4 Maret 2021



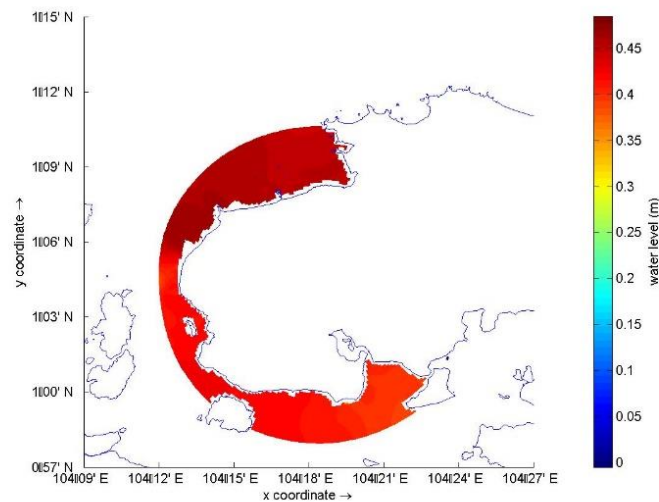
Gambar 4. Grafik Tinggi Muka Laut di wilayah Pesisir Kecamatan Bintang Utara Tanggal 2 Maret 2021

Pasang surut hasil luaran model Delft3d tanggal 22 Februari 2021 – 4 Maret 2021 (Gambar 3) menunjukkan kondisi pasang tertinggi terjadi pada tanggal 28 Februari 2021 pukul 12.50 WIB setinggi 0,825885 meter dan surut terendah terjadi pada 2 Maret 2021 pukul 07.50 WIB setinggi -0,728701 meter. Pada periode tersebut bertepatan dengan fase bulan purnama pada tanggal 27 Februari 2021 dan fase bulan kuarter ketiga pada tanggal 6 Maret 2021. Secara teoritis, pada saat bulan purnama, bulan tepat berada segaris dengan matahari dan bumi. Hal ini akan mengakibatkan tarikan gravitasi matahari serta bulan terhadap bumi menjadi maksimum sehingga akan mengakibatkan air laut mencapai kondisi pasang tertinggi. Berbeda dengan bulan purnama, pada saat bulan sabit kedudukan bulan, matahari dan bumi akan membentuk sudut siku-siku mengakibatkan gaya tarik matahari serta bulan terhadap bumi akan saling melemahkan sehingga permukaan laut akan turun ke level paling rendah (Ramdhani, 2009). Pada saat pasang purnama (*spring tides*) air laut akan mengalami surut paling minimum serta pasang naik paling maksimum disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari yang bergabung menjadi saling menguatkan (Surinati, 2007). Dalam sebulan terjadi dua kali kejadian pasang purnama yaitu pada bulan baru dan bulan purnama. Menurut Sanjaka et al. (2013) pada saat terjadi purnama, secara signifikan akan terjadi perubahan dari genangan akibat banjir rob disebabkan oleh jarak yang cukup besar antara lembah dan puncak nilai pasang surut

Pada kejadian banjir rob tanggal 2 Maret 2021 yang merupakan hari ketiga setelah fase bulan purnama, ketinggian pasang maksimum pada tanggal tersebut lebih tinggi dibandingkan pada saat fase bulan purnama tanggal 27 Februari 2021 (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan terdapat suatu gangguan pada periode tersebut (Kuntinah, 2020). Keterlambatan fase ini juga bisa disebabkan oleh bentuk pelabuhan, kedalaman dasar perairan serta lebar perairan dengan daratan sekitar (Pringgodigdo et al., 2015). Tinggi muka air laut di wilayah Pesisir kecamatan Bintang Utara pada saat terjadi banjir rob tanggal 2 Maret 2021 berkisar antara -0,728701 - 0,82325 meter.

Dari pola pasang surut di pesisir Bintang Utara (ditunjukkan oleh Gambar 4) terlihat bahwa pasang naik mulai terjadi dari pagi menuju siang hari sedangkan surut mulai terjadi dari sore menuju malam hari. Jika melihat grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4 dapat dikatakan bahwa pasang surut di Bintang Utara berjenis pasang surut semidiurnal yang terlihat dari pola pasang surut yang memiliki dua puncak surut minimum dan pasang maksimum akan tetapi penentuan tipe pasang surut ini akan lebih baik bila melihat nilai dari bilangan Formzahl (Prayogo, 2020). Terlihat pola dan tipe pasang surut di Bintang Utara memiliki kesamaan dengan tipe pasang surut pada penelitian yang dilakukan oleh Ichsari et al. (2020) di perairan Malahayati Banda Aceh, Irawan (2016) di daerah batam dan Rachman et al. (2015) di Kecamatan Semarang Utara. Pariwono (dalam Ichsari et al., 2020:127) menyatakan bahwa di wilayah Indonesia sering ditemukan pasang

surut tipe semidiurnal di sekitar Selat Malaka, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil yang diperoleh mencerminkan kondisi lapangan.



Gambar 5. Tinggi Muka Laut tanggal 2 Maret 2021 Pada Wilayah Pesisir Kecamatan Bintang Utara

Pada Gambar 5 terlihat bahwa hasil luaran model Delft3D tidak memberikan gambaran yang cukup baik untuk menunjukkan adanya air laut yang masuk ke wilayah pesisir Kecamatan Bintang Utara pada kejadian banjir rob tanggal 2 Maret 2021. Hal ini bisa terjadi karena perbedaan data landboundary dan batimetri serta peta yang digunakan. Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kuntinah (2020) di Pesisir Pontianak hingga Pemangkat yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan model hidrodinamika Delft3D dengan inputan data FNL dalam menyimulasikan tinggi muka air laut, ketinggian muka air laut pada saat kejadian banjir rob serta kondisi hidrometeorologinya hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model hidrodinamika Delft3D menunjukkan performa yang cukup baik walaupun hasil simulasi nilai ketinggian muka air laut memiliki error yang cukup tinggi namun model mampu mereproduksi pola naik – turunnya tinggi muka air laut dengan sangat baik yang ditunjukkan oleh nilai korelasi sebesar 0.93 – 0.96.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis serta pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa model TMD dan Delf3D dapat digunakan untuk memprediksi pasang surut di wilayah perairan Kecamatan Bintang Utara tetapi hasil luaran model Delft3D tidak dapat memberikan gambaran yang cukup baik untuk menunjukkan adanya air laut yang masuk ke wilayah pesisir. Didapatkan nilai ambang batas untuk masing-masing metode prediksi yaitu untuk PUSHIDROSAL adalah sebesar 2,6 sedangkan dari model TMD sebesar 0,3785 dan TMD + MSL sebesar 1,7925. Pasang naik di pesisir Bintang Utara terjadi dari pagi menuju siang hari sedangkan surut mulai terjadi dari sore menuju malam hari dengan tipe pasang surut yaitu harian ganda atau semidiurnal. Pemerintah maupun instansi terkait dapat menggunakan nilai ambang batas ini untuk membuat kebijakan serta perencanaan sebagai bentuk upaya mitigasi dampak dari banjir rob sehingga keamanan maritim dan keamanan nasional dapat terwujud.

Saran

Pada penelitian ini waktu simulasi menggunakan model Delf3D hanya pada satu kejadian rob dan penentuan nilai ambang batas pasang surut hanya dari sembilan data kejadian. Disarankan pada penelitian selanjutnya menggunakan waktu simulasi kejadian rob lebih lama agar didapatkan gambaran umum yang lebih baik. Disarankan menggunakan peta beresolusi

tinggi sebagai landboundary dalam pembuatan grid di Delf3D agar grid yang dihasilkan lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu serta mendukung penelitian ini. Secara khusus ucapan terima kasih kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia beserta semua Civitas Akademika.

REFERENSI

- Atmaja, R. R. P., Radjawane, I. M., & Tarya, A. (2015). Pola arus pasang surut di perairan Wakatobi. *Seminar Nasional Kelautan*, XIV, 24-32.
- Bueger, C. (2015). What is maritime security?. *Marine Policy*, 53, 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.005>
- Buzan, B. (1983). *People, states, and fear: The national security problem in international relations*. University of North Carolina Press.
- Efendi, U., Kristianto, A., & Pratama, B. E. (2021). Respon hujan lebat dan kenaikan tinggi muka laut terhadap prediksi luasan banjir rob di Semarang (Studi kasus 3 - 5 Desember 2018). *Jurnal Kelautan Nasional*, 16(3), 157-168. <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v16i3.9634>
- Gracella. (2019). *Uji kualitas hasil analisa perbandingan prediksi pasang surut metode admiralty dan meode least square* [skripsi thesis, ITN Malang]. ITN Malang Library Repository. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/3955>
- Hagen, S. C., & Bacopoulos, P. (2012). Coastal flooding in Florida's big bend region with application to sea level rise based on synthetic storms analysis. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences Journal*, 23(5), 481-500. [https://doi.org/10.3319/TAO.2012.04.17.01\(WMH\)](https://doi.org/10.3319/TAO.2012.04.17.01(WMH))
- Ichsari, L. F., Handoyo, G., Setiyono, H., Ismanto, A., Marwoto, J., Yusuf, M., & Rifai, A. (2020). Studi komparasi hasil pengolahan pasang surut dengan 3 metode (admiralty, least square dan fast fourier transform) di pelabuhan Malahayati, Banda Aceh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 02(02), 121-128. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7985>
- Irawan, S. (2016). Pemetaan pasang surut dan arus laut pulau batam dan pengaruhnya terhadap jalur transportasi antar pulau. *Jurnal Kelautan*, 9(1), 32-42. <https://doi.org/10.21107/jk.v9i1.1150>
- Jamalludin, Fatoni, K. I., Alam, T. M., & Pranowo, W. S. (2016). Identifikasi banjir rob periode 2013 – 2015 di kawasan pantai utara Jakarta. *Jurnal Chart Datum*, 2(2), 105-116. <http://dx.doi.org/10.37875/chartdatum.v2i2.97>
- Kristianto, A. & Efendi, U. (2021). Prediksi spasio temporal rob berbasis model LISFLOOD FP di pesisir Jakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(2), 150-155. <https://doi.org/10.22146/mgi.66594>
- Kuntinah. (2020). Simulasi tinggi muka air laut menggunakan model hidrodinamika Delft3D (Studi kasus banjir rob di Pontianak). Skripsi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Pringgodigdo., R. O., Kamija, K., A. R. T. D., & Mustikawan, J. A. (2015). Pemanfaatan software tidal model driver untuk memprediksi pasang surut (Studi kasus perairan Pondok Dayung, Sungai Barito dan perairan Pulau Batek). *Jurnal Hidropilar*, 1(1), 35-43. <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v1i1.19>
- Pasaribu, R. A., Budi, P. S., Hakim, M. A. G. A., Aditama, F. A., & Ayuningtyas, N. H. (2021). Coastal inundation model in the coastal area of Palopo City, South Sulawesi Province.

Journal of Applied Geospatial Information, 5(1), 451-456.
<https://doi.org/10.30871/jagi.v5i1.2791>

- Prayogo, L. M. (2020). Perbandingan Metode Admiralty dan Least Square untuk Analisis Pasang Surut di Pulau Mandangin Kabupaten Sampang, Jawa Timur. *Jurnal Perikanan dan Kelutan*, 10(2), 59-69. <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v10i2.10215>
- PUPR. (2012). *RPI2JM Kabupaten Bintan*. PUPR.
- Rachman, R. K., Ismunarti, D. H., & Handoyo, G. (2015). Pengaruh pasang surut terhadap sebaran genangan banjir rob di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 1 - 9. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- Ramdhani, A. (2009), *Pemanfaatan model wavewatch III dan OTIS untuk estimasi potensi rob Jakarta Utara*. Universitas Indonesia.
- Rizky, A. 2020. Proyeksi pengaruh fenomena supermoon terhadap tinggi muka laut untuk estimasi potensi banjir pesisir di teluk Jakarta. Skripsi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Sanjaka, P. A., Widada, S., & Prasetyawan, I. B. (2013). Pemodelan inundasi (banjir rob) di pesisir Kota Semarang dengan menggunakan model hidrodinamika. *Jurnal Oseanografi*, 2(3), 353-360. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/4580>
- Surinati, D. (2007). Pasang surut dan energinya. *Oseana*, XXXII(1), 15-22.
- Syafitri, A. W., & Rochani, A. (2021). Analisis penyebab banjir rob di kawasan pesisir studi kasus: Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes, Pekalongan. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(1), 16-28. <http://dx.doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19975>