

Analisis Parameter Oseanografi dan Atmosfer Pada Saat Keadian Banjir Rob Di Manado (Studi kasus 15-17 Januari 2021)

Habib Burrahman¹

¹ Stasiun Meteorologi Syukuran Aminuddin Amir, Luwuk-Banggai Jl. Dr. Moh. Hatta No.2, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah

Email: habibburrahman.97@gmail.com

Abstract: Tidal flooding is a phenomenon of flooding on the coast caused by rising sea levels that are higher than the shoreline or land on the coast. On January 17, 2021, a tidal flood phenomenon occurred which flooded the Manado coastal area and rose to the surface area. To study these events, an analysis of the influence of oceanographic and atmospheric parameter conditions on the tidal flood event was carried out. Oceanographic parameter data used in this study are sea level, significant waves, swell waves, and sea level anomaly. While the atmospheric parameter data used are rainfall and wind. To analyze the tidal output at the time of tidal flooding, a simulation of the Delft-3d hydrodynamic model was used, which has a correlation value of 0.8 and an RMSE of 0.4. In this study, it was found that there was a significant sea level anomaly between 0.15 – 0.2 meters which could inundate the Manado coast. The significant waves and swell wave are 0.5 meters and 0.25 meters which are not too significant to the flood phenomenon. Then from the output of the tidal model, the tidal value reaches 3 meters which is quite significant for the occurrence of tidal flooding.

Keywords: Tidal Flood, Oceanographic Parameters, Meteorological Parameters, Delft-3d

Abstrak: Banjir Rob merupakan fenomena banjir di tepi pantai yang diakibatkan oleh naiknya permukaan air laut yang lebih tinggi daripada bibir pantai atau daratan di pesisir pantai. Pada tanggal 17 Januari 2021 telah terjadi fenomena banjir rob yang membanjiri wilayah pesisir pantai Manado dan naik ke wilayah permukaan. Untuk mengkaji kejadian tersebut dilakukan analisis pengaruh kondisi parameter oseanografi dan atmosfer terhadap peristiwa banjir rob. Data parameter oseanografi yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah tinggi muka laut, gelombang signifikan, gelombang alun, dan anomali tinggi muka laut. Sedangkan data parameter atmosfer yang digunakan adalah curah hujan dan angin. Untuk menganalisis keluaran tinggi pasang surut pada saat kejadian banjir rob digunakan simulasi model hidrodinamika Delft-3d yang memiliki nilai korelasi mencapai 0.8 dan RMSE yang mencapai 0.4. Dalam kajian ini di dapatkan hasil adanya anomali tinggi muka laut yang cukup signifikan antara 0.15 – 0.2 meter yang dapat menggenangi pesisir pantai Manado. Adapun gelombang signifikan dan gelombang alun bernilai 0.5 meter dan 0.25 meter yang tidak terlalu signifikan terhadap fenomena banjir. Lalu dari hasil keluaran model pasang surut didapat nilai pasang mencapai 3 meter yang cukup signifikan untuk terjadinya banjir rob.

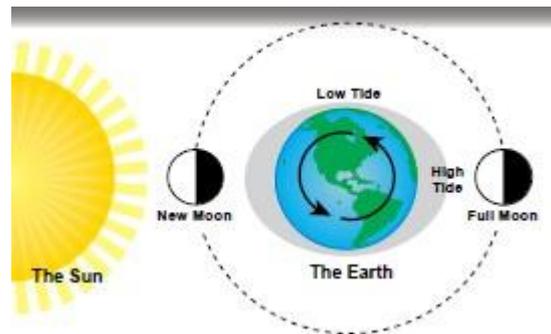
Kata kunci: Banjir Rob, Parameter Oseanografi, Parameter Meteorologi, Delft-3d

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia yang mencapai 95.181 km dengan luas perairan mencapai 5,8 juta kilometer persegi (KPP, 2019). Dua pertiga dari wilayah Indonesia merupakan wilayah lautan dan sepertiganya merupakan wilayah daratan (Aldrian, 2008). Hal tersebut menyebabkan wilayah Indonesia rentan terhadap bencana banjir rob di wilayah pesisir pantai (Ward dan Adam, 2001). Pada tanggal 17 Januari telah terjadi fenomena banjir rob di wilayah pesisir pantai Manado yang menggenangi pemukiman dan daerah pertokoan di sekitar kawasan mega mas yang

menyebabkan kerugian materil. Curah hujan ekstrim pada tanggal 15-17 januari 2021 memperparah kejadian banjir tersebut.

Adapun Menurut Kurniawan (2003) banjir rob adalah fenomena banjir yang terjadi akibat adanya kenaikan tinggi muka air laut yang menggenangi Kawasan permukaan dengan ketinggian yang lebih rendah dari permukaan air laut pada saat pasang tertinggi terjadi. Marfai dan King (2007) telah melakukan penelitian mengenai kejadian banjir rob di wilayah pesisir pantai dan menyatakan bahwa terdapat dua faktor utama penyebab terjadinya banjir rob yaitu kenaikan tinggi muka laut dan penurunan permukaan tanah (*land subsidence*). Kusmanto,dkk (2016) telah meneliti fenomena banjir rob di wilayah probolinggo dengan kenaikan tinggi muka laut yang mencapai 3 m akibat adanya pengaruh amplifikasi pasang surut. menurut Lanuru dan Suwarni (2011) kenaikan tinggi muka laut umumnya terjadi akibat pengaruh posisi bumi, bulan, dan matahari. Serta pasang tertinggi terjadi pada saat posisi bulan dan bumi berada pada satu garis yang dikenal sebagai pasang *spring tide* pada periode bulan baru dan bulan mati.



Gambar 1. Posisi matahari, bumi, dan bulan saat spring tide (Environment Canada (2013))

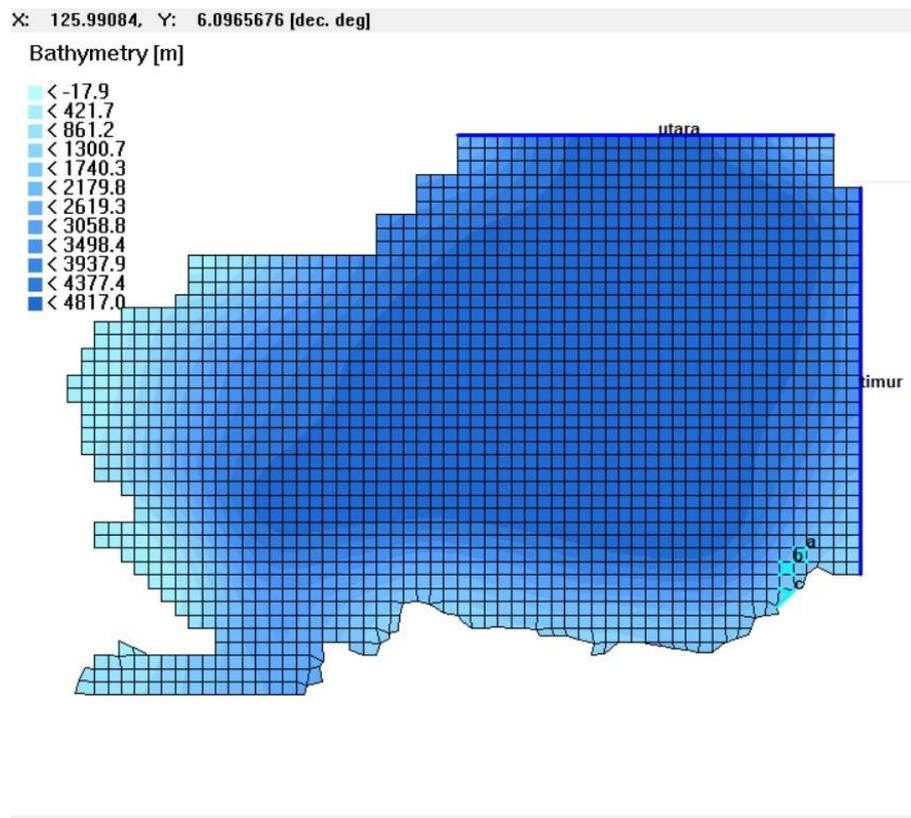
Pemodelan hidrologi dapat digunakan untuk menganalisis parameter tinggi muka laut. adapun Rachman,dkk (2015) mensimulasi pengaruh parameter pasang surut terhadap banjir rob di wilayah kecamatan semarang utara pada model mike 21 dan di dapatkan nilai pasang tertinggi mencapa 117.381 cm dengan nilai *Mean Relative Error* (MRE) mencapai 13%. Model delft-3d merupakan merupakan model hidrodinamika yang digunakan untuk mensimulasikan, sedimen dan morfologi serta kualitas air untuk aliran sungai, estuaria dan wilayah pesisir serta delft-3d juga mampu untuk mensimulasikan parameter tinggi muka laut (Deltares, 2014). Burrahman (2019) telah melakukan percobaan simulasi tinggi muka laut di wilayah perairan selatan jawa dan di dapatkan hasil korelasi model dengan observasi yang cukup baik yang mencapai 0,85 dan *root mean square error* (RMSE) mencapai 0,43.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini menggunakan beberapa input data parameter oseanografi dan meteorologi dari berbagai model dan observasi yang dianalisis secara deskriptif untuk mencari nilai parameter terhadap fenomena banjir rob di pesisir manado pada tanggal 17 januari 2021. Data hasil simulasi model tinggi muka laut pada model Delft 3d digunakan untuk menganalisis kenaikan tinggi muka laut saat terjadinya banjir rob. Adapun data-data yang digunakan sebagai berikut :

1. Citra satelit himawari-8 kanal *infra red* yang diperoleh dari sub bidang pengelolaan citra satelit BMKG dengan resolusi 1 km,
2. Data hujan periode 3 jam yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi - manado,

3. Data anomali TML yang diperoleh dari satelit altimetri Jason-2 dengan resolusi spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$
4. Data model gelombang signifikan dan gelombang alun yang di unduh pada <https://marine.copernicus.eu/>,
5. Data tinggi muka laut didapatkan dari hasil simulasi model delft-3d pada titik koordinat 1,48 LU dan 12,81 BT.

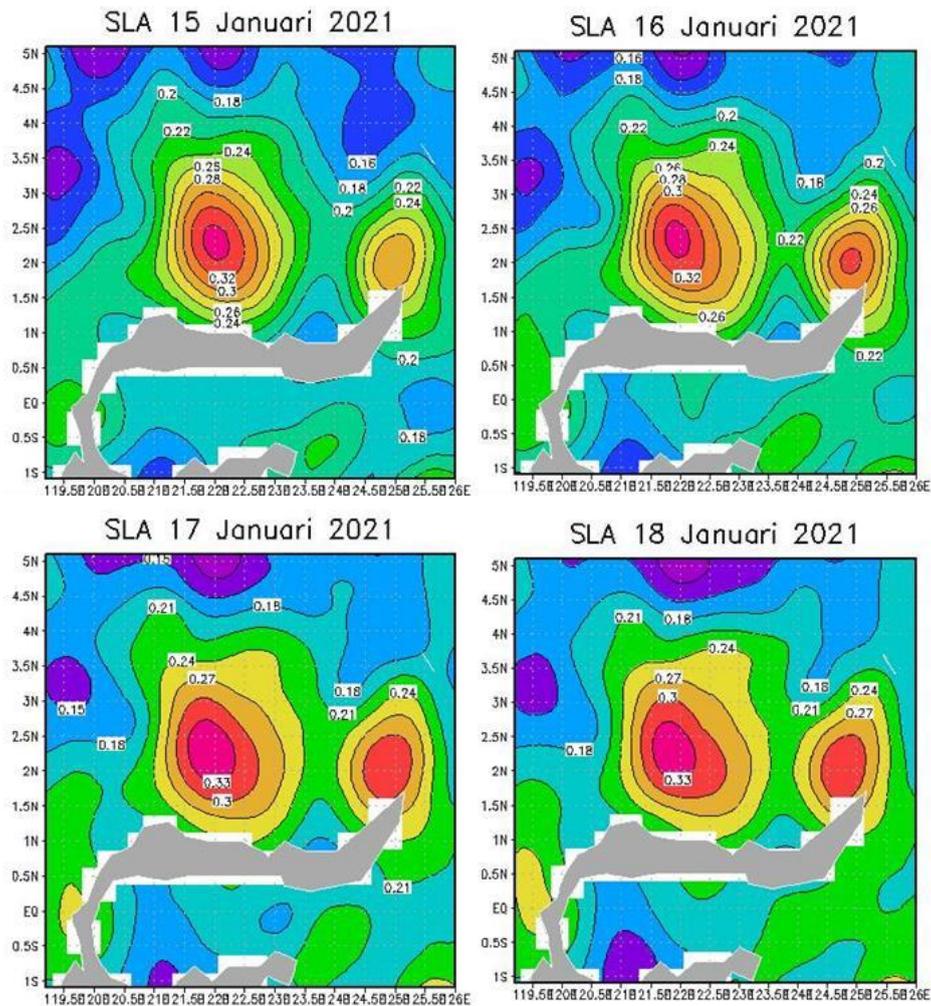


Gambar 2. Domain wilayah simulasi model delft-3d

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Anomali Tinggi Muka Laut (Sea level anomaly)

Analisis anomali tinggi muka laut dilakukan dengan menggunakan data visual anomali tinggi muka laut satelit Jason-2. Pada umumnya tinggi muka laut periode sebelum dan saat terjadinya bajir rob menunjukkan adanya anomali positif di wilayah pesisir pantai manado yang menandakan adanya kenaikan tinggi muka laut dari nilai normalnya.

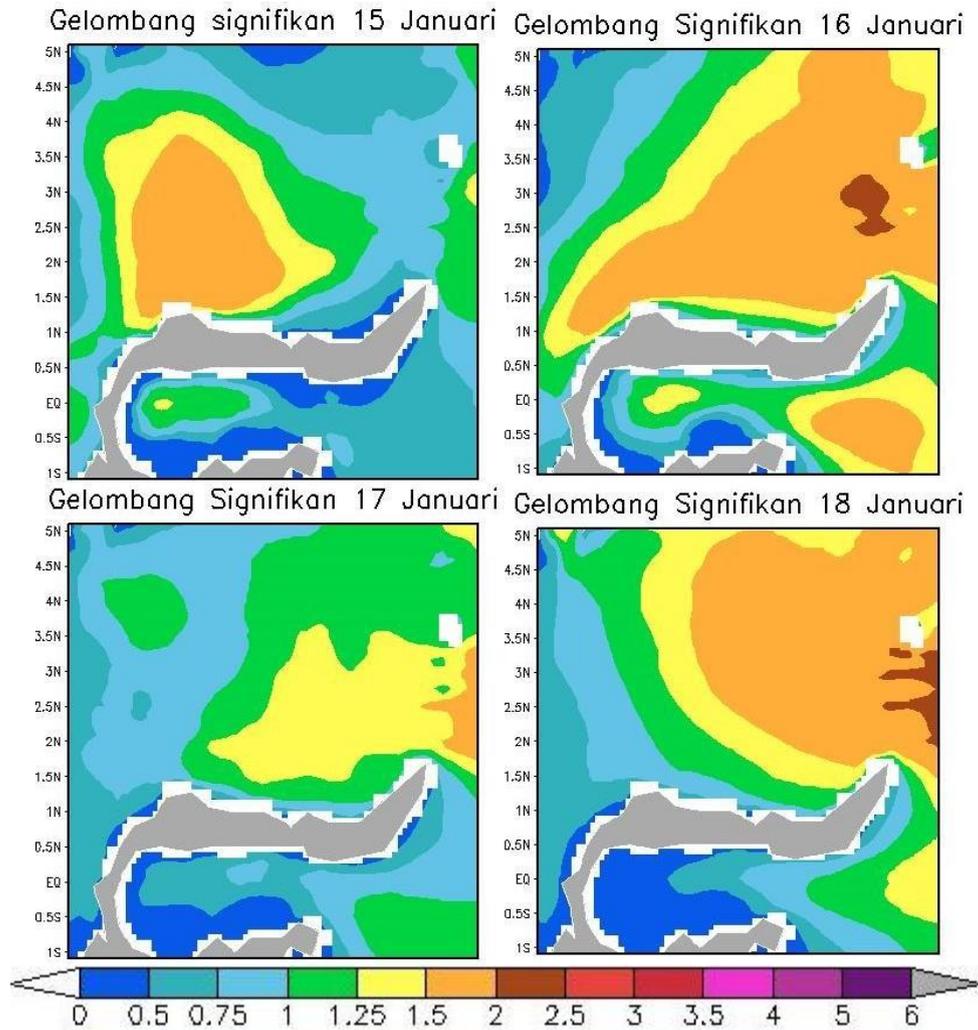


Gambar 3. Sea level anomaly satelit Jason-2

Dari gambar 3 diketahui bahwa nilai tinggi anomali muka laut di pesisir manado bernilai positif dan semakin bertambah tinggi dari 0.25 hingga 0.30 dari tanggal 15 januari hingga 18 januari 2021. Hal tersebut menunjukkan adanya kenaikan tinggi muka laut yang cukup signifikan dengan nilai anomali positif menandakan nilai tinggi muka laut lebih besar dari rata-rata normalnya serta berdampak terhadap fenomena banjir rob di wilayah pesisir.

3.2. Analisis gelombang signifikan

Untuk menganalisis kondisi gelombang laut saat periode terjadinya banjir rob di wilayah Manado digunakan visual data model gelombang laut signifikan dari lembaga Copernicus Eropa dengan periode 15 – 18 januari 2021. Gelombang laut signifikan merupakan nilai dari rata-rata 1/3 frekuensi tertinggi gelombang laut. Umumnya gelombang laut di wilayah pesisir Manado cukup tinggi dan dapat mencapai 2 m.

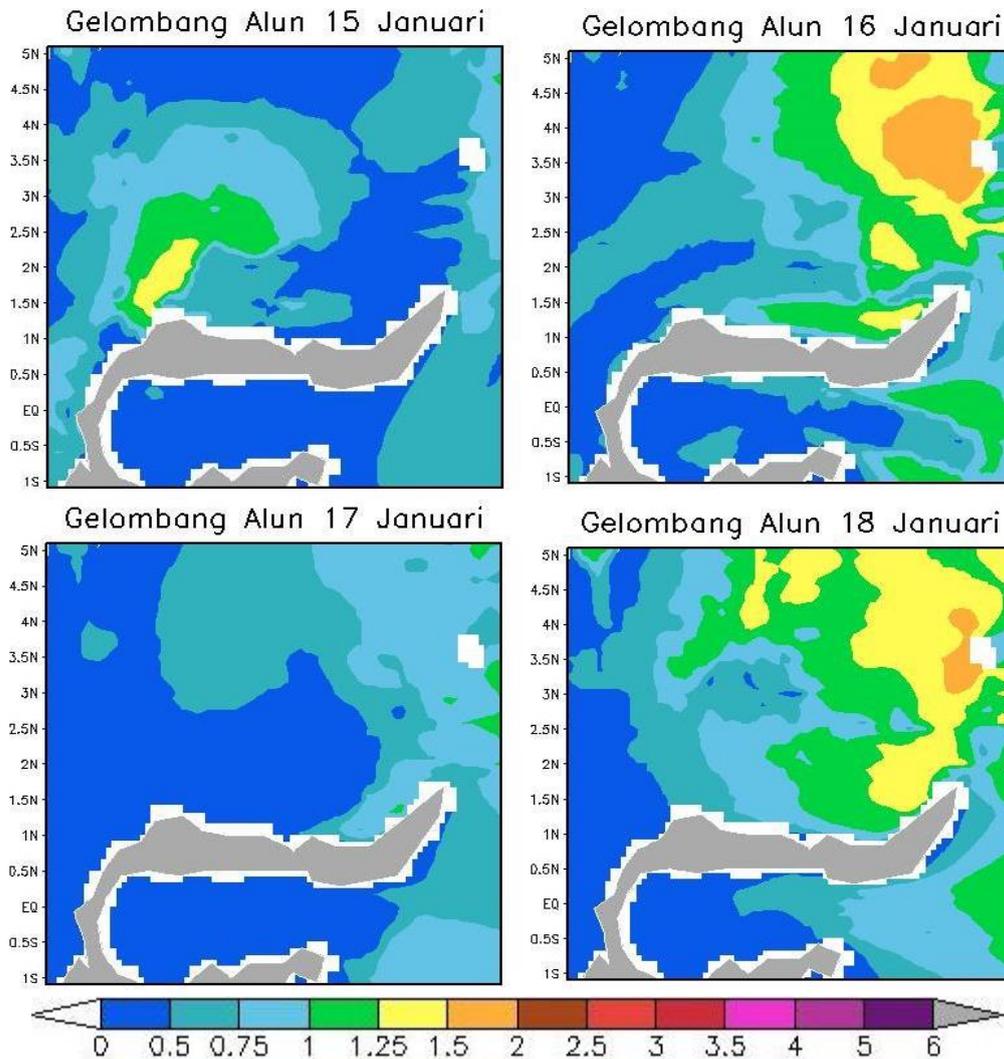


Gambar 4. Gelombang signifikan

Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa saat periode banjir rob tinggi gelombang laut bervariasi 1,25 – 2 meter pada tanggal 15 Januari hingga 18 Januari. Hal tersebut menandakan bahwa tinggi gelombang laut termasuk cukup tinggi dan dapat mempengaruhi ketinggian muka laut di wilayah pesisir yang menyebabkan fenomena banjir rob.

3.3. Analisis gelombang alun

Untuk menganalisis kondisi gelombang alun saat periode terjadinya banjir rob di wilayah Manado digunakan visual data model gelombang laut signifikan dari lembaga Copernicus Eropa dengan periode 15 – 18 Januari 2021. Gelombang alun sendiri merupakan gelombang yang terbentuk jauh dari wilayah pembangkitnya (*fetch*). Umumnya gelombang alun di wilayah pesisir Manado cukup sedang dengan distribusi alun semakin tinggi di wilayah pesisir Manado.

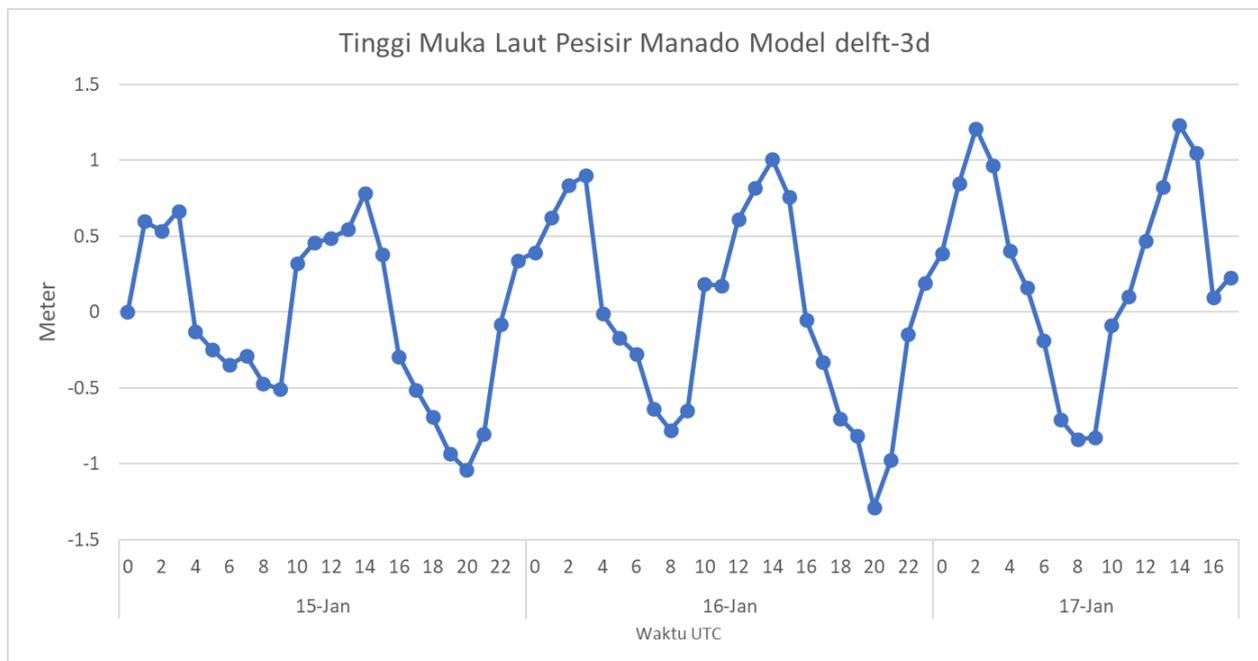


Gambar 5. Gelombang alun

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa saat periode banjir rob tinggi gelombang alun bervariasi 1 – 1.5 meter pada tanggal 15 Januari hingga 18 Januari. Hal tersebut menandakan bahwa tinggi gelombang alun termasuk cukup sedang namun distribusi dari gelombang alun semakin tinggi menuju wilayah pesisir Manado menandakan penjalaran gelombang yang semakin tinggi menuju wilayah Manado dan berdampak terhadap fenomena banjir rob.

3.4. Analisis pasang surut laut keluaran model delft-3d

Analisis tinggi pasang surut laut di pesisir pantai Manado dilakukan dengan simulasi model tinggi muka laut delft-3d pada titik koordinat 1,48 LU dan 12,81 BT dari tanggal 15 Januari hingga 17 Januari 2021. Keluaran model menunjukkan adanya kenaikan tinggi muka laut yang cukup signifikan pada periode 17 Januari 2021.



Gambar 6. Grafik pasang surut keluaran model delft-3d

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa adanya kenaikan tinggi muka laut dari dengan nilai tinggi pasang laut tertinggi mencapai 1.23 m dari *mean sea level* pada tanggal 17 januari 2021 pukul 14 UTC. Kenaikan tinggi muka laut pada tanggal 17 januari dipengaruhi oleh gravitasi bulan saat memasuki hari-hari fase bulan mati (*full moon*) yang mana bulan berada pada garis sumbu yang sama diantara matahari dan bumi. Hal tersebut juga berdampak pada naiknya tinggi muka laut di wilayah pesisir pantai Manado yang menyebabkan banjir rob.

3.5. Analisis curah hujan Manado

Untuk menganalisis curah hujan di wilayah manado digunakan data observasi Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi pada tanggal 15-17 januari 2021. Selama 3 hari wilayahmanado dilanda hujan dengan intensitas ekstrim hingga sedang. Adapun curah hujan tinggi memperparah kondisi banjir rob di wilayah manado.

Tabel 1. Curah hujan wilayah Manado

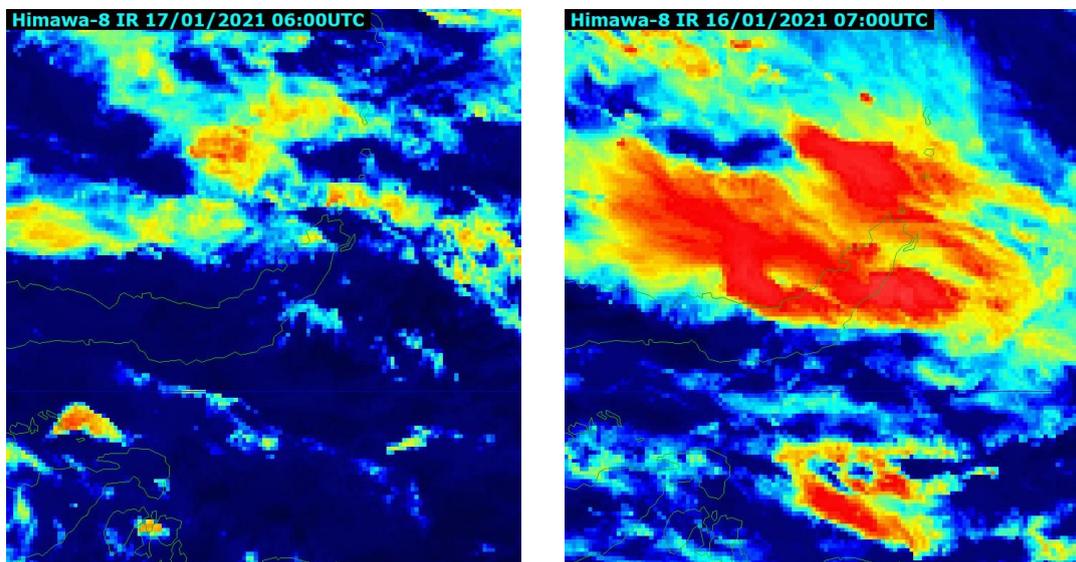
JAM (UTC)	TANGGAL		
	15	16	17
0	2.6	0	0
3	1.2	4	0
6	1.5	77	10
9	0.1	15	0.1
12	25.7	9	0
15	78.6	29.1	0
18	0.4	2	0
21	0	0	0
TOTAL	110.1	136.1	10.1

Dari tabel 1 dapat diketahui pada saat sebelum terjadi banjir rob wilayah manado mengalami hujan dengan intensitas ekstrim yang mencapai 136.1 mm pada tanggal 16 januari 2021 dan pada

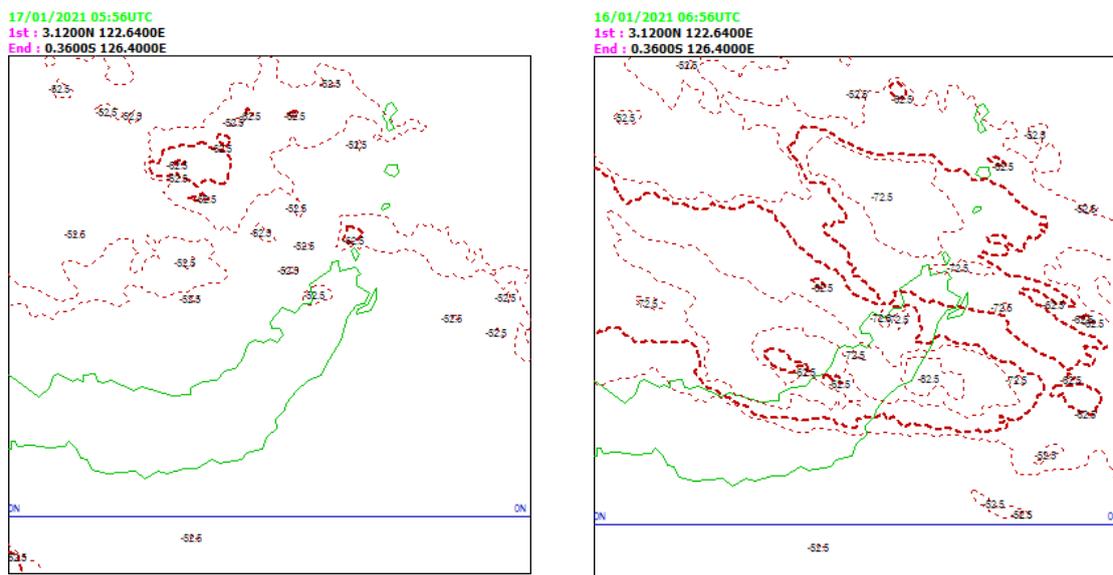
tanggal 17 januari wilayah Manado dilanda hujan dengan intensitas sedang. Hal tersebut dapat memperparah kondisi banjir rob di wilayah Manado dan menggenangi wilayah permukaan.

3.6. Analisis citra satelit Himawari-8

Data citra satelit himawari 8 kanal *infra-red* digunakan untuk menganalisis sebaran awan konvektif yang menyebabkan cuaca ekstrim di wilayah manado. Data citra satelit berupa releksitifitas dapat digunakan untuk mengestimasi suhu puncak awan dan ketebalan awan. Adapun pada terdapat pumpunan awan konvektif yang cukup luas di sekitar wilayah manado pada saat dan sebelum periode terjadinya banjir rob.



Gambar 7. Citra satelit kanal *infra-red*



Gambar 8. Kontur suhu puncak awan citra satelit

Dari gambar 7 dan gambar 8 dapat diketahui pada saat sebelum terjadinya banjir rob pada tanggal 16 januari 2021 terdapat pumpunan awan konvektif di wilayah sekitar Manado dengan suhu puncak awan mencapai -70°C yang menandakan awan melawati lapisan tinggi yang dapat menyebabkan cuaca ekstrim dan mempengaruhi gelombang laut dan tinggi muka laut dalam

jangka pendek. Serta pada saat terjadinya banjir rob pada tanggal 17 januari terdapat awan konvektif dengan suhu puncak awan mencapai -50°C yang dapat menyebabkan hujan serta genangan air di permukaan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis parameter oseanografi saat terjadinya banjir rob di wilayah Manado dapat disimpulkan bahwa banjir rob umumnya terjadi akibat pasang tinggi pada periode *full moon* yang menyebabkan naiknya tinggi muka laut yang ditandai dengan adanya kenaikan tinggi muka laut mencapai 1.32 m dari *mean sea level* serta anomali tinggi muka laut yang mencapai nilai 0.32. Sedangkan dari analisis parameter meteorologi di dapatkan hasil gelombang signifikan yang cukup tinggi hingga 2 m yang mempengaruhi kenaikan tinggi muka laut serta distribusi gelombang alun yang lebih tinggi di wilayah pesisir mencapai 1.25 m yang menandakan penjarangan gelombang semakin tinggi di wilayah pesisir Manado. Selain itu dari hasil analisis curah hujan Manado di dapatkan adanya curah hujan ekstrim yang mencapai

5. SARAN

Dalam pembuatan model tinggi gelombang laut sebaiknya mempertimbangkan input dan grid model agar hasil keluaran dapat lebih baik. Uji korelasi dan eror dilakukan sebelum menggunakan data model agar mengetahui kualitas dari keluaran model. Perlunya penambahan parameter lain seperti penurunan tanah untuk mengetahui faktor dominan yang menyebabkan banjir rob di wilayah Manado.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., 2008, *Meteorologi Laut Indonesia*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Burrahman, H., 2019, Kajian Pengaruh Siklon Tropis Cempaka Terhadap Ketinggian Gelombang Laut di Laut Selatan Jawa Menggunakan Aplikasi Delft 3D, Program Sarjana Sains Terapan, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Deltares, 2014, User Manual Delft3D-WAVE: Simulation of short-crested waves with Swan. Deltares, Delft, Belanda.
- Environment Canada, 2013, *National Marine Weather Guide*, Canada
- KPP, 2019, *Press Release: Laut Masa Depan Bangsa, Mari Jaga Bersama.*, Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kurniawan, L., 2003, Kajian Banjir Rob di Kota Semarang (Kasus: Dadapsari), *Jurnal Alami*, 8(2), 54 – 59.
- Kusmanto, E., Hassanudin, M., dan Setyawan, W.B., (2016), Amplifikasi Pasang Surut dan Dampaknya terhadap Perairan Pesisir Probolinggo. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 1(3), 69-80.
- Lanuru, M., dan Suwarni., 2011, *Penghantar Oseanografi*, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Marfai, M.A., dan King, L., 2008, Tidal inundation mapping under enhanced land subsidence in Semarang, *Central Java Indonesia*, *Nat Hazards*, 44(1), 93 – 109.
- Rachman, K.R., Ismurnati, D.W., dan Handoyo, G., (2015), Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Genangan Banjir Rob di Kecamatan Semarang Utara., *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 1-9

Ward, L.G., dan Adam, J.R., 2001, *A Preliminary Assessment of Tidal Flooding along the New Hampshire Coast: Past, Present and Future*, University of New Hampshire, Durham.