

ANALISIS SIKLON TROPIS MANGGA DAN DAMPAKNYA TERHADAP KONDISI CUACA DI INDONESIA

Regina Dara Ninggar^{1,*}) dan Diana Cahaya Siregar²

¹Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Tangerang Selatan

²Stasiun Meteorologi Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang

*) Korespondensi: regibuzz@gmail.com

ABSTRACT

Tropical cyclones can trigger convective activity between the atmosphere and the ocean, thus affecting convective clouds active growth. TC Mangga, which occurred in May 2020 in the Indian Ocean region, affects Indonesia's significant weather patterns so that a study on TC Mangga is needed. This study examines the development conditions of convective clouds based on the interpretation of gradient winds and satellite imagery from Fengyun and Himawari 8. Daily rainfall data and Wave watch-III was used to interpreting the impact that TC Mangga could have during the growing period of tropical cyclones or tropical depression phases. TC Mangga triggers the forming of shear, low-pressure areas, eddy. The interpretation of satellite imagery shows that there are thick convective clouds that form in the Indian Ocean waters with albedo values ranging from 0.55 to 0.83, and the observed cloud top temperatures are colder than -70°C . The indirect effect of TC Mangga activation is the occurrence of rain events with moderate to heavy intensity accompanied by strong winds in several areas of Sumatra Island and Java Island, as well as the potential for high waves ranging from 2.5 to 6.0 meters in the waters of the southern Java Island and West Sumatra Island waters.

Keywords: Tropical cyclone, satellite imagery, high waves

ABSTRAK

Kejadian siklon tropis dapat memicu konvektifitas antara atmosfer dan lautan sehingga berdampak terhadap giatnya pertumbuhan awan konvektif. TC Mangga yang aktif pada bulan Mei 2020 di wilayah Samudra Hindia memberikan dampak terhadap pola cuaca signifikan di wilayah Indonesia, sehingga kajian mengenai TC Mangga perlu dilakukan. Penelitian ini mengkaji kondisi pertumbuhan awan-awan konvektif berdasarkan interpretasi angin gradien dan citra satelit dari Fengyun dan Himawari. Data curah hujan harian dan *Wavewatch-III* digunakan untuk menginterpretasikan dampak yang dapat ditimbulkan oleh TC Mangga pada masa tumbuh siklon tropis atau fase depresi tropis. TC Mangga memicu pembentukan daerah belokan angin (*shear*), daerah bertekanan rendah (*low area*), serta pusaran tertutup (*Eddy*). Interpretasi citra satelit menunjukkan adanya awan konvektif cukup tebal yang terbentuk di wilayah perairan Samudra Hindia dengan nilai albedo berkisar 0,55 hingga 0,83 dan suhu puncak awan yang teramati lebih dingin dari -70°C . Dampak tidak langsung dari aktivasi TC Mangga yaitu adanya kejadian hujan dengan intensitas sedang hingga lebat disertai angin kencang di beberapa wilayah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, serta adanya potensi gelombang tinggi berkisar 2,5 – 6,0 meter di wilayah perairan Pulau Jawa sebelah selatan dan perairan Pulau Sumatera sebelah barat.

Kata kunci: Siklon tropis, citra satelit, gelombang tinggi

PENDAHULUAN

Siklon tropis dapat terjadi akibat adanya kondisi massa udara yang hangat dan lembab di suatu wilayah perairan, sehingga dapat menyebabkan kondisi atmosfer menjadi labil. Kondisi tersebut dapat memicu konvektifitas antara atmosfer dan lautan sehingga berdampak terhadap giatnya pertumbuhan awan-awan konvektif. Perubahan yang terjadi pada atmosfer dapat

mempengaruhi kondisi lautan, sebaliknya kondisi lautan juga dapat mempengaruhi dinamika atmosfer. Siklon tropis membutuhkan kontribusi perbekalan energi khususnya konvergensi arus udara yang cukup lembab pada troposfer menengah hingga lapisan yang lebih tinggi. Pemanasan global di wilayah perairan dekat dengan Benua Maritim Indonesia (BMI) dapat mengindikasikan peningkatan kejadian suatu siklon tropis (Suryantoro, 2009). Pada dasarnya, wilayah

Indonesia yang terletak di daerah ekuator bukan daerah lintasan siklon. Aktivasi suatu siklon tropis di Samudra Hindia yang terjadi di sekitar wilayah Indonesia dapat memberikan dampak cuaca signifikan ketika pergerakannya menjauhi maupun mendekati wilayah Indonesia.

Siklon tropis dapat menyebabkan bencana hidrometeorologi, seperti hujan lebat disertai angin kencang yang dapat memicu kejadian banjir dan tanah longsor. Riyanto, dkk. (2020) menyatakan dalam penelitiannya bahwa siklon tropis Savannah secara tidak langsung telah merubah morfologi mikro kelerengan dari karst window Kalingko akibat adanya longsor tanah yang terjadi akibat gerusan banjir. Hidayat dan Efendi (2017) menganalisis dampak siklon tropis Yvette yang menyebabkan kejadian angin kencang di wilayah Semarang namun tidak memberikan dampak hujan lebat akibat adanya pertumbuhan awan konvektif yang cukup banyak pada saat aktivasi siklon. Selain itu, siklon tropis dapat meningkatkan konsentrasi klorofil-a pada daerah perairan yang dilintasinya seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Gaol, dkk. (2018) menunjukkan nilai konsentrasi klorofil-a di Laut Timor mengalami peningkatan berkisar 0.4 – 5 mg/m³ setelah siklon tropis Frances melintasi wilayah tersebut.

Pada bulan Mei 2020, siklon tropis Mangga atau TC Mangga yang aktif di wilayah Samudra Hindia memberikan dampak secara tidak langsung terhadap pola cuaca signifikan di wilayah Indonesia. Beberapa situs daring menunjukkan kerusakan yang terjadi akibat aktivasi siklon tropis Mangga, seperti: kondisi angin kencang telah menumbangkan beberapa pohon di wilayah Australia bagian barat (SCMP, 2020), potensi terjadinya gelombang tinggi di sekitar perairan Australia (Yahoonews, 2020), dan kejadian hujan lebat di beberapa wilayah Indonesia (Kompas, 2020). Dampak terpenting yang perlu diperhatikan dari aktivasi suatu siklon yaitu adanya kemungkinan timbulnya korban jiwa, sehingga perlunya pemahaman yang mendalam mengenai fenomena siklon tropis untuk meminimalisir kerugian yang dapat

ditimbulkan. Hasil yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diketahuinya dampak dari aktivasi TC Mangga terhadap wilayah-wilayah Indonesia yang berada dekat dengan pusat siklon.

DATA DAN METODE

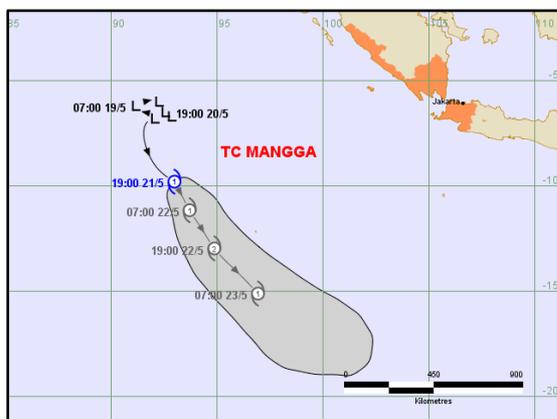
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian pada tanggal 20-23 Mei 2020 di wilayah Bengkulu, Sumatera Selatan, Lampung, Jambi, Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat yang diperoleh dari AWS Center BMKG. Analisis data *Wavewatch-III* yang diperoleh dari <http://peta-maritim.bmkg.go.id/render/> digunakan untuk menginterpretasikan kondisi tinggi gelombang di sekitar wilayah perairan Pulau Sumatera dan Pulau Jawa pada tanggal 20 – 23 Mei 2020. Data *streamline* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari *Bureau of Meteorology* (BOM) diakses melalui <http://www.bom.gov.au/australia/charts/index.shtml>. Data satelit Himawari-8 (H-08) kanal IR dan Fengyun-4A (FY-4A) kanal *True Color* digunakan untuk melihat kondisi awan-awan konvektif yang terbentuk pada saat aktifitas TC Mangga pada tanggal 21 dan 22 Mei 2020. Data H-08 diperoleh dari BMKG, sedangkan data FY-4A diperoleh dari <http://rsapp.nsmc.org.cn/geofy/>. Data H-08 dan *wavewatch-III* diolah menggunakan software GrADS (*The Grid Analysis and Display System*).

Penelitian ini akan mengkaji analisis *streamline* untuk melihat pola angin dan konsentrasi pergerakan massa udara di wilayah mana saat TC Mangga melintasi wilayah Samudra Hindia. Selanjutnya, akan dianalisis kondisi awan-awan konvektif yang terbentuk di sekitar pusat siklon menggunakan analisis citra satelit. Awan konvektif seperti awan Cumulonimbus dapat memicu terjadinya cuaca ekstrem seperti hujan lebat yang dapat disertai angin kencang. Untuk mengetahui kondisi tidak langsung dari TC Mangga terhadap wilayah Indonesia, akan dilakukan analisis terhadap curah hujan yang tercatat di beberapa wilayah

Indonesia dimana akan dipetakan secara spasial menggunakan software ArcGIS (*Geographic Information System*). Selain itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis tinggi gelombang di beberapa wilayah perairan pesisir barat dari Pulau Sumatera dan pesisir selatan dari Pulau Jawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klimatologis gangguan tropis di Indonesia menghasilkan perbedaan pada variabilitas curah hujan yang dibawa oleh monsun Asia dan Australia. Sistem cuaca yang dihasilkan oleh suatu siklon dapat meningkatkan kecepatan angin yang melintasi wilayah Indonesia. Siklon tropis merupakan badai sirkuler yang dapat menimbulkan angin perusak hingga daerah sejauh 250 mil dari pusat siklon (Habibie, dkk., 2018). Kecepatan angin yang tinggi menghasilkan curah hujan di atas rata-rata hingga kejadian hujan ekstrem. Curah hujan yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia sebagai dampak tidak langsung akibat siklon yang aktif di wilayah Samudra Hindia.



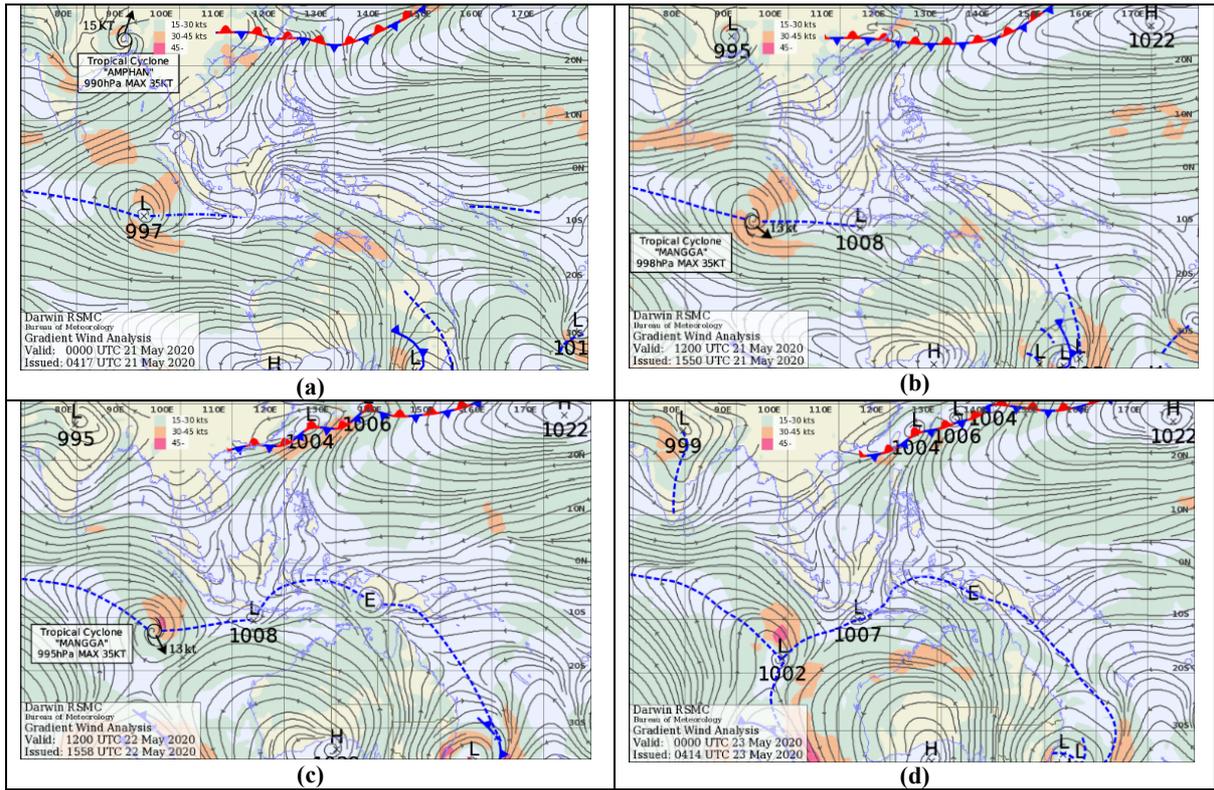
Gambar 1. Lintasan TC Mangga (TCWC Jakarta, 2020)

Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melalui *Tropical Cyclone Warning Centre* (TCWC) Jakarta merilis lintasan pergerakan TC Mangga yang aktif pada tanggal 21 dan 22 Mei 2020 dengan masa hidup siklon selama lebih kurang 30 jam (Gambar 1). TC Mangga menjadi tanggung jawab TCWC

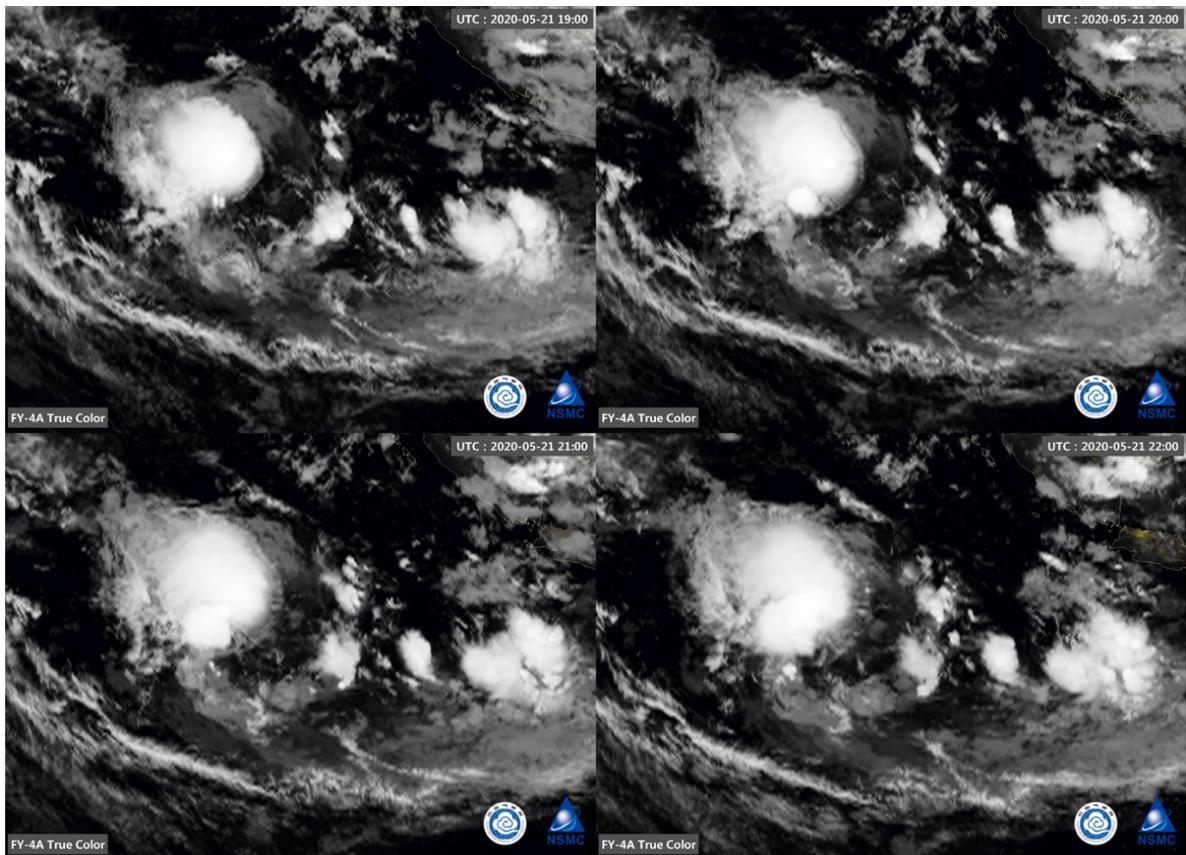
Jakarta untuk memantau perkembangannya selama kurang lebih 12 jam, selanjutnya menjadi tanggung jawab TCWC Perth, Australia dikarenakan pergerakan siklon mulai menjauhi wilayah Indonesia pada tanggal 22 Mei 2020.

Berdasarkan peta *streamline* (Gambar 2), daerah bertekanan rendah (997 hPa) terlihat di Samudra Hindia di sebelah barat dari Pulau Sumatera pada tanggal 21 Mei 2020 pukul 00.00 UTC. Kondisi lautan yang semakin lembab memicu tekanan rendah yang terbentuk semakin labil dan berkembang menjadi TC Mangga sekitar pukul 12.00 UTC dengan tekanan berkisar 998 hPa dan angin maksimum yang tercatat berkisar 35 knots. TC Mangga menarik massa udara di sekitar Samudra Hindia menuju siklon. Tarikan massa udara terjadi secara konvergen. Pola angin gradien menunjukkan bahwa TC Mangga memicu pembentukan daerah belokan angin (*shear*) di sekitar Pulau Sumatera bagian barat dan Pulau Jawa bagian barat dan selatan. Adanya tekanan rendah di sebelah selatan Jawa Timur dan pusaran tertutup (*Eddy*) di sebelah barat Papua Barat juga menarik massa udara menuju pusat siklon. Hal ini memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan awan-awan konvektif di sekitar wilayah pertumbuhan siklon. TC Mangga mulai memasuki kondisi penuh pada tanggal 23 Mei 2020 dimana daerah bertekanan rendah mulai melemah dan mulai bergerak ke arah tenggara – selatan menjauhi wilayah Indonesia. Akibatnya pertumbuhan awan-awan konvektif mulai berkurang di sekitar wilayah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa.

Penelitian ini mengkaji kondisi pertumbuhan awan-awan konvektif pada saat aktivasi TC Mangga menggunakan interpretasi citra satelit FY-4A dan H-08 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Terdapat kumpulan awan konvektif yang cukup tebal di wilayah perairan Samudra Hindia (sekitar 93 °BT; 10 °LS). Semakin tinggi nilai albedo awan yang teramati, maka semakin tebal awan yang terbentuk pada wilayah tersebut (Siregar dkk., 2019).



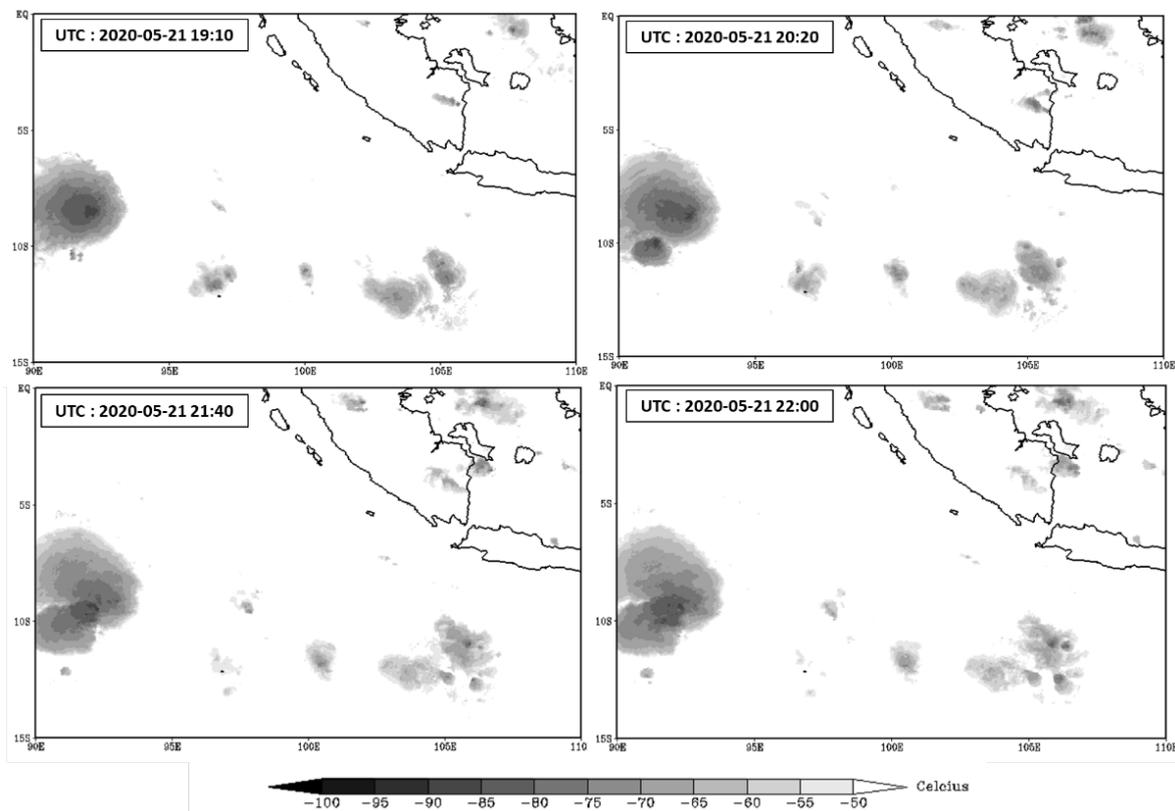
Gambar 2. Peta streamline tanggal (a) 21 Mei 2020 pukul 00.00 UTC; (b) 21 Mei 2020 pukul 12.00 UTC; (c) 22 Mei 2020 pukul 12.00 UTC; (d) 23 Mei 2020 pukul 00.00 UTC (BoM, 2020)



Gambar 3. Citra satelit FY-4A true color tanggal 21 Mei 2020 pukul 19.00 UTC, 20.00 UTC, 21.00 UTC, 23.00 UTC (NSMC, 2020)

Tutupan awal tebal yang cukup luas yang teramati pada Gambar 3 memiliki nilai albedo berkisar 0,55 hingga 0,83. Hal tersebut mengindikasikan adanya pertumbuhan awan Cumulonimbus. Pada dasarnya, awan Cumulonimbus yang terbentuk berpeluang memicu terjadinya cuaca buruk seperti hujan dan angin kencang. Suhu puncak awan tipe *cumuliform* yang terbentuk ketika aktivasi TC Mangga dapat dianalisis menggunakan citra satelit H-08 kanal IR seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Warna yang semakin gelap

menunjukkan suhu puncak awan yang semakin dingin. Awan-awan konvektif yang teramati memiliki suhu puncak awan yang lebih dingin dari $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ketika TC Mangga pada fase matang, nilai albedo maksimum yang teramati pada awan *cumuliform* berkisar 0,83 dengan suhu puncak awan mencapai $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pertumbuhan awan tipe *cumuliform* semakin giat secara vertikal menunjukkan permukaan awan yang teramati akan semakin kasar dengan suhu puncak awan yang semakin dingin.



Gambar 4. Citra satelit H-08 IR tanggal 21 Mei 2020 pukul 19.10 UTC, 20.20 UTC, 21.40 UTC, 22.00 UTC (Pengolahan data, 2020)

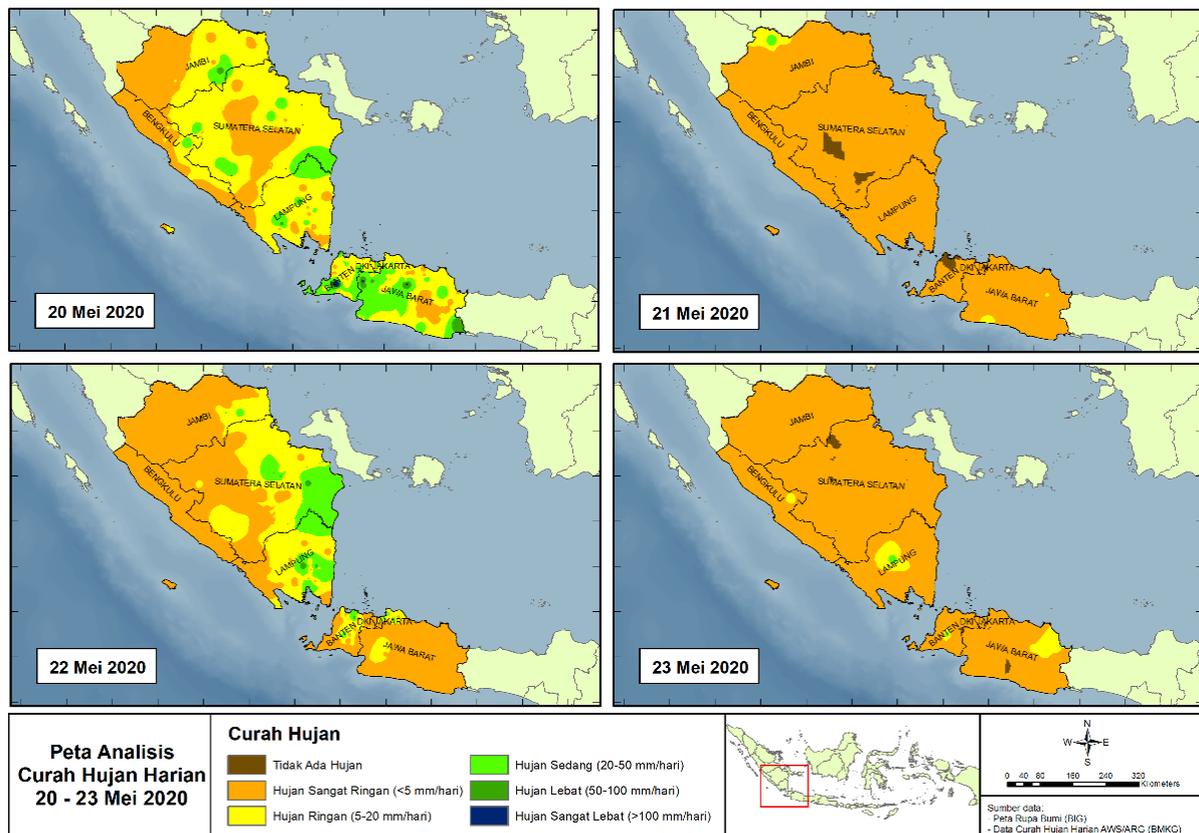
Konvektifitas yang cukup kuat antara lautan dan atmosfer menyebabkan pertumbuhan awan-awan konvektif cukup banyak. Pertumbuhan awan konvektif menyebabkan peluang terjadinya hujan cukup besar. Pertumbuhan awan konvektif yang terjadi akibat adanya daerah belokan angin yang terbentuk akibat aktivasi TC Mangga berdampak terhadap hujan yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia. Pengaruh dampak tidak langsung dari TC Mangga dapat dilihat pada Gambar 5. Pemetaan spasial dari data

curah hujan harian di beberapa wilayah Indonesia, seperti: Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat menunjukkan telah terjadi hujan dengan intensitas ringan hingga sedang pada saat TC Mangga aktif. Hujan dengan intensitas sedang hingga lebat terjadi saat masa tumbuh siklon tropis atau pada fase depresi tropis. Hal tersebut dapat dilihat pada peta curah hujan harian spasial yang tercatat pada tanggal 22 Mei 2020. Ketika TC Mangga mulai memasuki masa purnah, pertumbuhan awan konvektif tidak

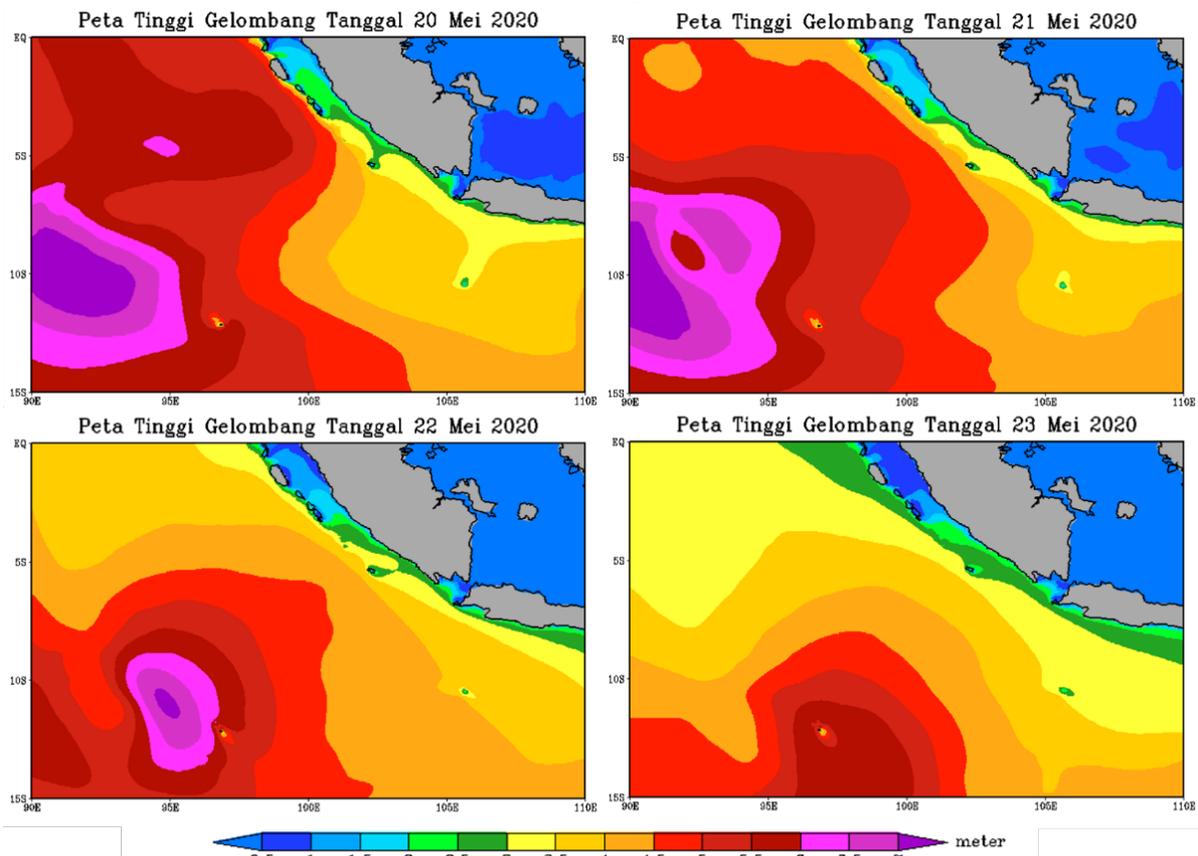
segiat di hari-hari sebelumnya sehingga tidak ada peningkatan curah hujan signifikan dimana hujan sangat ringan dominan yang tercatat di beberapa wilayah Indonesia pada tanggal 23 Mei 2020.

Dampak tidak langsung dari TC Mangga yang dapat diamati yaitu kondisi tinggi gelombang yang terjadi di sekitar wilayah Samudra Hindia. Berdasarkan Gambar 6, potensi gelombang tinggi berkisar berkisar 2,5 – 4,0 meter terjadi di wilayah perairan: Selat Sunda, Banten, Pangandaran, Jawa Barat, Cilacap, dan Yogyakarta. Potensi gelombang tinggi berkisar 4,5 – 6,0 meter terjadi di wilayah perairan: Mentawai, Bengkulu, Lampung, dan Banten bagian selatan. Gelombang tinggi yang

tercatat pada tanggal 20 Mei 2020 terjadi sebagai dampak dari pertumbuhan tekanan rendah yang sangat labil dan mulai berkembang menjadi TC Mangga pada tanggal 21 - 22 Mei 2020. Kondisi TC Mangga yang mulai punah pada tanggal 23 Mei 2020 masih berdampak terhadap kondisi tinggi gelombang di sekitar perairan Pulau Sumatera dan Pulau Jawa. Gelombang tinggi yang terjadi dapat memberikan dampak terhadap aktivitas transportasi laut. Selain gelombang tinggi, TC Mangga juga memicu potensi angin kencang di sekitar wilayah pesisir Pulau Sumatera bagian barat dan pesisir Pulau Jawa bagian selatan (Gambar 2.).



Gambar 5. Peta analisis curah hujan harian tanggal 20–23 Mei 2020 (Pengolahan data, 2020)



Gambar 6. Peta sebaran tinggi gelombang tanggal 20- 23 Mei 2020 (Pengolahan data, 2020)

Hal tersebut terjadi sebagai dampak adanya perbedaan tekanan yang cukup signifikan di kawasan sekitar TC Mangga sehingga membuat wilayah tersebut memiliki kecepatan angin yang cukup kencang.

KESIMPULAN

TC Mangga yang tumbuh di Samudra Hindia (sekitar 93 °BT; 10 °LS) memiliki masa hidup selama 30 jam (21 – 22 Mei 2020). Pola angin gradien menunjukkan bahwa TC Mangga memicu pembentukan daerah belokan angin (*shear*) di sekitar Pulau Sumatera bagian barat dan Pulau Jawa bagian barat dan selatan, daerah bertekanan rendah (*Low Area*) di sebelah selatan Jawa Timur dan pusaran tertutup (*Eddy*) di sebelah barat Papua Barat juga menarik massa udara menuju pusat siklon yang memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan awan-awan konvektif. Berdasarkan interpretasi citra satelit FY-4A dan H-08, dapat diketahui kumpulan awan konvektif cukup tebal terbentuk di wilayah

perairan Samudra Hindia memiliki nilai albedo berkisar 0,55 hingga 0,83 dengan suhu puncak awan lebih dingin dari -70 °C.

Pengaruh dampak tidak langsung dari TC Mangga yaitu adanya kejadian hujan sedang hingga lebat disertai dengan angin kencang yang terjadi pada masa tumbuh siklon tropis atau fase depresi tropis di beberapa wilayah Indonesia, seperti: Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat. Selain itu, potensi gelombang tinggi berkisar 2,5 – 4,0 meter dapat terjadi di wilayah perairan: Selat Sunda, Banten, Pangandaran, Jawa Barat, Cilacap, dan Yogyakarta sedangkan potensi gelombang tinggi 4,5 – 6,0 meter dapat terjadi di wilayah perairan: Mentawai, Bengkulu, Lampung, dan Banten bagian selatan.

DAFTAR PUSTAKA

Aminatun, S. & Anggraheni, D. (2018). Pengaruh Badai tropis Cempaka Terhadap Kejadian Tanah Longsor di

- Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Rekayasa*. Volume 3 No. 1.
- Fibriantika, E. & Alhaqq, R. I. (2018). Analisis Profil Vertikal Pada Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Volume 19 No. 2.
- Gaol, A. L., Siadari, E. L., Ryan, M., & Kristianto, A. (2018). Dampak Siklon Tropis Frances Terhadap *Upwelling* Laut Timor dan Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. Volume 5 No. 3.
- Habibie, M. N., Noviati, S., & Harsa, H. (2018). Pengaruh Siklon Tropis Cempaka Terhadap Curah Hujan Harian di Wilayah Jawa dan Madura. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Volume 19 No. 1.
- Hidayat, A. M. & Efendi, U. (2017). Analisis Kejadian Angin Kencang Pra dan Pasca Kejadian Siklon Yvette Serta Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*. 22 Juli 2017. Bake Sawala Kampus Universitas Padjajaran.
- Kompas. (2020). BMKG Deteksi Siklon Tropis Mangga, Waspada Dampak Cuaca Ekstrem. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020. <https://www.kompas.com/sains/read/2020/05/22/120100223/bmkg-deteksi-siklon-tropis-mangga-waspada-dampak-cuaca-ekstrem>
- Riyanto, I. A., Cahyadai, A., Ramadhan, F., Naufal, M., Widyastuti, M., & Adji, T. N. (2020). Dampak Siklon Tropis Savannah pada Karst window Kalinongko, Karst Gunungsewu, Kabupaten Gunungkidul, Indonesia. *Jurnal Geografi*. Volume 17 No. 2.
- SCMP. (2020). Wild Storm Lashes Perth, as ex-Tropical Cyclone Mangga uproots and Causes Power Outages in Western Australia. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020. <https://www.scmp.com/news/asia/australia/article/3085899/50000-people-left-without-power-after-worst-storm-decade>
- Siregar, D. C., Kharisma, S., Haq, B. E. A., & Ninggar, R. D. (2019). Identifikasi Kejadian Kecelakaan Kapal Berbasis Analisis Faktor Cuaca dan Citra Satelit (Studi Kasus Tanggal 18 Juni 2018 di Danau Toba). *Jurnal Fisika Indonesia*. Volume 23 No. 2.
- Suryantoro, A. (2009). Pemanasan Global dan Hubungannya dengan Siklon Tropis Observasi Radar Presipitasi Satelit TRMM. *Prosiding Semibar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan penerapan MIPA*. 16 Mei 2009. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Syaifullah, M. D. (2015). Siklon Tropis, Karakteristik dan Pengaruhnya di Wilayah Indonesia Pada Tahun 2012. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*. Volume 16 No. 2.
- Yahoonews. (2020). 60,000 without Power as Mangga Arrives in Western Australia. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020. <https://news.yahoo.com/western-australia-alert-approaching-tropical-172643483.html>