STUDI KEJADIAN *MESOSCALE CONVECTIVE COMPLEX* (MCC) DI WILAYAH PAPUA BAGIAN SELATAN PADA 9-10 MEI 2018

*Ilham Fajar Putra Perdana**, *Yosza Indra Rismana*, *Ferdian Adhy Prasetya*, *Adi Mulsandi*

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

**Email : ilham.fajar@stmkg.ac.id*

ABSTRAK

Mesoscale Convective Complex (MCC) pertama kali diperkenalkan oleh Maddox pada tahun 1980. MCC merupakan salah satu jenis Mesoscale Convective System (MCS) yang memiliki ukuran lebih dari 100.000 km² dan waktu hidup lebih dari 6 jam yang dapat menghasilkan cuaca buruk dan curah hujan yang berkelanjutan. Pada tanggal 9 Mei 2018, sebuah MCC tumbuh di wilayah Papua bagian selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pertumbuhan MCC, kondisi atmosfer, dan distribusi curah hujan di sekitar wilayah Papua bagian selatan. Hasil citra satelit kanal infrared (IR) menunjukkan bahwa MCC yang ada tumbuh hingga mencapai luasan > 300.000 km² dengan waktu hidup selama 14 jam. Distribusi curah hujan citra Global Satellite Mapping (GSMaP) menunjukkan adanya daerah hujan sepanjang 800 km dengan intensitas curah hujan yang beragam hingga mencapai 40 mm/jam. Analisis kondisi atmosfer juga dilakukan terhadap parameter angin, kelembapan relatif, divergensi, dan vertical velocity dari data model European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Berdasarkan hasil analisis secara deskriptif, konvergensi terjadi di wilayah Papua bagian selatan pada troposfer bagian bawah pada saat fase pertumbuhan MCC yang disertai dengan kondisi kelembapan udara yang tinggi di lapisan 850 hPa. Deret waktu nilai vertical velocity juga menggambarkan adanya proses pertumbuhan dan peluruhan MCC di wilayah Papua bagian selatan pada 9-10 Mei 2018.

Kata Kunci : MCC, Satelit, ECMWF

ABSTRACT

Mesoscale Convective Complex (MCC) was firstly introduced by Maddox on 1980. MCC is a type of Mesoscale Convective System (MCS) which has more than 100.000 km² in cloud region size and more than 6 hours lifetime that can generate severe weather and continuous rain. On 9 May 2018, an MCC develops in southern Papua. This research aimed to find out the MCC growth characteristics, the conditions of the atmosphere, and the distribution of rainfall around southern Papua. Infrared (IR) satellite imageries show that the MCC develops up to > 300.000 km² with 14 hours of existence. The rainfall distribution from Global Satellite Mapping (GSMaP) imagery depict a 800 km rain area with varied rainfall intensity which reaches 40 mm/hour. Atmospheric condition analysis is conducted on several paramaters such as wind, relative humidity, divergence, and vertical velocity from European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) model data. Based on the descriptive analysis result, convergence occur on the lower troposphere of southern Papua while the MCC growth phase and accompanied by the high relative humidity in 850 hPa level. Time series of vertical velocity also represent that there is growth and dissipation process of MCC in southern Papua on 9-10 May 2018.

Keyword : MCC, Satellite, ECMWF

1. PENDAHULUAN

Mesoscale Convective System (MCS) merupakan sistem konvektif terstruktur yang terdiri dari kumpulan awan badai dan dapat mengakibatkan daerah hujan sepanjang 100 km atau lebih dalam skala horizontal (Houze, 2004). Sebagai dampak dari negara tropis kepulauan, MCS sering muncul di wilayah Indonesia (Mohr dan Zipser, 1996). MCS di Indonesia sendiri cenderung terkonsentrasi di

daerah perairan pada saat malam hari dan di daratan saat siang hari (Putri dkk., 2017). Menurut Schumacher dan Johnson (2005), MCS memiliki kontribusi sebesar 65% terhadap kejadian hujan lebat dan 27% lainnya diakibatkan oleh sistem cuaca skala sinoptik.

Salah satu jenis MCS adalah *Mesoscale Convective Complex* (MCC), yang pertama kali dikenalkan oleh Maddox pada 1980 berdasarkan hasil penelitiannya terhadap citra

satelit infrared (IR) di atas wilayah Amerika Serikat bagian tengah dan timur sepanjang tahun 1978. Maddox mendefinisikan MCC sebagai daerah pada citra satelit infrared yang memiliki brightness temperature (T_{BB}) $\leq -32^{\circ}\text{C}$ atau 241 K dan luas $\geq 100.000 \text{ km}^2$ untuk selimut awannya serta $T_{BB} \leq -52^{\circ}\text{C}$ atau 221 K dan luas $\geq 50.000 \text{ km}^2$ untuk inti awannya yang bertahan selama lebih dari 6 jam dengan eksentrisitas $\geq 0,7$ pada saat kondisi maksimumnya (Maddox, 1980). Nilai eksentrisitas tersebut digunakan untuk membedakan MCC dengan jenis MCS lainnya seperti *bow echo*, *squall line*, *cloud cluster*, dll (Trismidianto dkk., 2017b)

Berdasarkan penelitian Laing dan Fritsch (1997) terhadap karakteristik MCC secara global, terdapat kurang lebih 400 MCC terjadi setiap tahunnya dengan lokasi pertumbuhan yang dominan di daratan yaitu sebesar 91,6% daripada di atas perairan yang hanya sebesar 8,4% dari populasi global dan lebih banyak ditemukan di bumi belahan utara yaitu sebesar 66,5 persen. Rata-rata luas selimut awannya adalah 354.000 km^2 dan bertahan selama kurang lebih 10 jam. Sebagian besar MCC tumbuh menjelang malam hari yang mengalami puncak pertumbuhannya pada tengah malam dan menghilang ketika fajar. Trismidianto (2018b) juga melakukan penelitian terhadap karakteristik MCC di sekitar Benua Maritim Indonesia (BMI) selama periode 2001-2015, hasil yang ada menunjukkan bahwa MCC sering tumbuh di atas daratan dan dominan pada 9 daerah di Indonesia, seperti pesisir barat Sumatra, Kalimantan bagian tengah, Papua bagian selatan, dll. Puncak kejadian MCC terjadi pada periode Maret-April-Mei (MAM) dengan kejadian sebanyak 33,56% dari 1028 MCC yang teridentifikasi. Rata-rata luas selimut awannya sedikit lebih rendah dari rata-rata globalnya yaitu 315.000 km^2 dengan durasi selama kurang lebih 9,5 jam.

Sistem konvektif skala meso khususnya MCC memberikan kontribusi berupa curah hujan yang signifikan (Fritsch dkk., 1986). Di Argentina dan Paraguay bagian Utara, MCC memberikan kontribusi sebesar 20% terhadap total presipitasi yang ada (Durkee dkk., 2009) yang memiliki persentase yang sama dengan kontribusi MCC terhadap wilayah BMI (Trismidianto dkk., 2017a). Selama siklus hidupnya, MCC cenderung menghasilkan

curah hujan yang lebat (Ashley dkk., 2003). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rinaldy (2017), kejadian MCC menyebabkan hujan lebat di wilayah Bangka Belitung dengan akumulasi curah hujan hingga 322,4 mm selama 3 hari.

Putri (2017) menemukan bahwa Papua menjadi wilayah pertumbuhan MCS terbanyak setelah Sulawesi, sehingga Papua memiliki potensi pertumbuhan MCC yang cukup tinggi. Hal ini didukung oleh Muhlis (2017) bahwa MCC cenderung dominan tumbuh di Indonesia bagian timur meliputi Maluku, Papua Barat, dan perairan utara Papua. Sebuah MCC tumbuh di Papua bagian selatan pada 9 Mei 2018 berdasarkan pantauan citra satelit IR. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik MCC, distribusi curah hujan, dan kondisi atmosfer saat siklus hidup MCC di wilayah tersebut.

2. DATA DAN METODE

Penelitian ini terfokus pada wilayah Papua ($130^{\circ}\text{BT} - 143^{\circ}\text{BT}$ dan $0^{\circ}\text{LU} - 12^{\circ}\text{LS}$) dengan pusat wilayah merujuk pada wilayah Papua bagian selatan selama periode 9-10 Mei 2018. Citra *infrared* dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan dan evolusi sistem cuaca konvektif skala meso (Maddox, 1980). Data citra satelit Himawari-8 kanal IR pada panjang gelombang $10,8 \mu\text{m}$ dengan resolusi spasial $0.04^{\circ} \times 0.04^{\circ}$ dan resolusi temporal setiap 10 menit diunduh dari <ftp://202.90.199.115> dalam format netcdf. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi MCC dan karakteristiknya meliputi luasan inti dan selimut awan, eksentrisitas, dan titik pusat MCC yang diolah dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB. Penentuan nilai ambang batas untuk selimut dan inti awan menggunakan batas yang ditentukan oleh Maddox (1980) sebagaimana yang disebutkan pada bagian pendahuluan. Untuk menghitung eksentrisitas dari MCC, metode yang digunakan oleh Machado (1998) diterapkan dalam penelitian ini. Data curah hujan citra *Global Satellite Mapping* (GSMaP) dengan resolusi spasial dan temporal $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ dan 1 jam secara berurutan, digunakan untuk mengetahui distribusi curah hujan saat kejadian MCC.

Gambar 1. Time series dari luasan inti dan selimut awan serta eksentrisitas dari MCC di atas wilayah Papua. MCC mulai tumbuh pada 9 Mei 2018 sore hari yang kemudian akhirnya punah pada keesokan harinya menjelang siang hari.

Proyek GSMaP dibentuk pada tahun 2002 oleh *Japan Science and Technology Agency* (JST) yang bertujuan untuk menghasilkan produk estimasi curah hujan global dengan resolusi dan presisi yang tinggi (Ushio dkk., 2009). Estimasi curah hujan GSMaP di wilayah Indonesia sendiri cukup baik (Fatkhuroyan dan Wati, 2018). Data GSMaP diunduh melalui <ftp://hokusai.eorc.jaxa.jp> dalam format .dat. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak yang sama untuk menghitung panjang daerah hujan dan luas daerah hujan untuk beberapa rentang nilai curah hujan. Untuk mengetahui kondisi atmosfer pada saat fase siklus MCC di Papua bagian selatan, digunakan data model *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) *reanalysis* (ERA) dengan resolusi spasial $0.125^\circ \times 0.125^\circ$ pada jam 00, 06, 12, dan 18 UTC tanggal 9 dan 10 Mei 2018. Parameter yang digunakan meliputi kelembapan relatif, komponen angin zonal dan meridional, divergensi, dan *vertical velocity* pada lapisan ketinggian 1000 hingga 100 hPa. Perangkat lunak *Open Grid Analysis and Display System* (GrADS) digunakan untuk menampilkan data citra satelit *infrared*, GSMaP, dan model *reanalysis* ECMWF yang kemudian dilakukan analisis secara deskriptif terhadap parameter yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik MCC

Deteksi siklus hidup MCC di atas wilayah Papua bagian selatan diamati dengan menggunakan citra satelit *infrared* per 10 menit dan diamati *time series* luasan dari inti awan dan selimut awan serta eksentrisitasnya yang ditampilkan pada Gambar 1. Sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan Maddox (1980), MCC mulai terpenuhi pada pukul 20.00 WIT tanggal 9 Mei 2018 yang menunjukkan waktu pada saat malam hari. Luasan inti dan selimut awannya semakin bertambah dengan fase matang MCC terjadi setelah 5 jam atau pada saat dini hari dari pertama kali kondisi MCC terpenuhi dan bertahan dalam 5 jam. Luasan maksimum tercatat untuk inti awan dan selimut awan mencapai 310.000 km² dan 460.000 km² secara berurutan. Nilai ini tentunya lebih besar daripada nilai rata-rata luas MCC baik global yaitu 354.000 km² untuk selimut awannya (Laing dan Fritsch, 1997) maupun 315.000 km² untuk rata-rata di wilayah Indonesia (Trismidianto, 2018b). Pada pukul 06.00 WIT, MCC mulai mengalami peluruhan yang ditandai dengan kecenderungan penurunan luas awan. MCC terakhir memenuhi kriteria

Gambar 3. Distribusi dan evolusi dari MCC yang tumbuh di wilayah Papua bagian selatan yang teramati dari TBB dalam derajat celcius citra satelit Himawari-8. (a),(b) Kondisi sebelum kejadian MCC pada jam 15 dan 19 WIT. (c),(d) Proses MCC memenuhi kriteria Maddox dan mulai tumbuh pada 20 dan 00 WIT. (e),(f),(g),(h) Kondisi matang MCC pada 01, 02, 03, dan 05 WIT (i),(j) MCC mengalami peluruhan pada 07 dan 10 WIT, serta (k),(l) kondisi MCC sudah sepenuhnya tidak memenuhi kriteria Maddox pada 13 dan 16 WIT.

Gambar 2. Distribusi curah hujan citra GSMaP dalam satuan mm/jam setiap 2 jam. (a) Kondisi curah hujan pada saat pukul 16.00 WIT tanggal 9 Mei 2018 dan (b) pada pukul 18.00 WIT pada saat MCC sebelum tumbuh. (c),(d) Kondisi saat MCC mulai tumbuh di Papua bagian Selatan. (e),(f),(g),(h) Distribusi saat MCC mencapai puncaknya. Daerah hujan meluas dan memanjang baik di atas daratan Papua maupun perairan Laut Arafura. (i),(j),(k) Curah hujan yang ada mengalami pelemahan senada dengan melemahnya MCC. (l) Curah hujan sudah melemah setelah MCC sepenuhnya meluruh dan tidak memenuhi kriteria yang ada.

yang ada pada pukul 10.30 WIT. Sehingga MCC tersebut tumbuh dan berada di wilayah tersebut selama 14 jam. Siklus hidup MCC ini selaras dengan penelitian Trismidianto (2018a) bahwa secara umum inisiasi terjadi pada sore hingga malam hari dan mencapai kondisi maksimumnya pada dini hari serta mulai mengalami peluruhan pada pagi hari

hingga akhirnya hilang pada tengah hari. Jika dilihat dari puncaknya, luas inti awan mengalami puncak lebih awal yang kemudian diikuti oleh puncak luasan selimut awan. Gradien penurunan luas selimut awan cenderung lebih kecil jika dibandingkan pada luas inti awan yang menandakan selimut awan yang ada bertahan lebih lama walaupun

setelah MCC tersebut meluruh. Eksentrisitas bernilai > 0.7 di sepanjang fase hidupnya yang menandakan bahwa sistem cuaca skala meso yang ada berbentuk sirkular.

Jika dilihat dari distribusi spasialnya, MCC mulai tumbuh di atas daratan Papua bagian selatan dan mencapai puncaknya dengan pusat di atas wilayah daratan dengan pergerakan kearah barat daya menuju Laut Arafura sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Sebelum kejadian MCC (Gambar 2a dan 2b) kondisi perawanan di wilayah Papua bagian selatan terlihat cerah hingga akhirnya mulai ada sistem yang tumbuh dari arah timur. MCC mulai memenuhi kriteria pada pukul 20.00 WIT dan semakin meluas hingga menutupi bagian Papua bagian selatan sebagaimana terlihat pada Gambar 2c dan 2d. Pada saat kondisi matang, MCC hampir menyelimuti sebagaimana terlihat pada Gambar 2i dan 2j. Pada siang harinya, MCC sudah benar-benar punah dan menyisakan daerah yang cerah di Papua bagian selatan (Gambar 2k dan 2l).

3.2 Distribusi Curah Hujan Citra GSMaP

Distribusi spasial dari curah hujan citra GSMaP per jam akibat MCC ditampilkan pada Gambar 3. Curah hujan akibat MCC mulai muncul pada pukul 16.00 WIT tanggal 9 Mei 2018 di bagian pesisir barat Papua bagian tengah dan meluas pada pukul 18.00 WIT di lokasi yang sama dengan intensitas yang tergolong masing kecil yaitu $< 7,5$ mm/jam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3a dan 3b yaitu pada saat kondisi sebelum MCC terbentuk maupun memenuhi kriteria. Pada saat fase pertumbuhan MCC, curah hujan yang ada mulai mengalami peningkatan intensitas dan luasan. Intensitas yang ada mulai meningkat mencapai > 20 mm/jam di wilayah daratan Papua bagian selatan pada pukul 20.00 WIT dan 22.00 WIT sesuai Gambar 3c dan 3d secara berurutan. Daerah hujan yang ada pada pukul 22.00 WIT

separuh pulau Papua dengan *brightness temperature* (T_{BB}) mencapai $< -80^{\circ}$ C sebagaimana terlihat pada Gambar 2e, 2f, 2g, dan 2h. Pada pukul 01.00 dan 02.00 WIT (Gambar 2e dan 2f), bentuk MCC sudah membulat dengan inti awan yang sangat dingin ($T_{BB} < -80^{\circ}$ C) mencakup luasan wilayah yang cukup luas. Suhu yang sangat dingin tersebut mulai mengalami pelemahan pada pukul 03.00 WIT, namun ukuran inti dan selimut awan cenderung mengalami pertambahan luasan. Pada pukul 05.00 WIT, MCC mulai bergerak ke arah laut dengan pusat MCC berada di pesisir barat Papua bagian selatan. Pada pukul 07.00 WIT, MCC mulai mengalami pelemahan yang ditandai dengan adanya pola sistem yang semakin memecah dan pengurangan luasan MCC dan semakin memecah pada pukul 10.00 WIT

meluas sebagai akibat penggabungan dari 2 sistem daerah hujan. Peningkatan intensitas hujan semakin meningkat dan meluas dan semakin berbentuk sirkular pada pukul 00.00 WIT dan 02.00 WIT hari berikutnya (Gambar 3e dan 3f). Intensitas yang ada bernilai > 20 mm/jam dengan cakupan wilayah di atas daratan dan menyebar ke arah laut. Pada kondisi ini, terdapat pusat daerah hujan lebat mencapai > 40 mm/jam di daratan Papua hujan tersebut dengan intensitas mencapai > 50 mm/jam yang berada di atas Laut Arafura.

Untuk mengetahui dampak dan distribusi curah hujan akibat MCC, luas wilayah daerah hujan untuk tiap rentang nilai dicari dalam satuan km^2 yang ditunjukkan pada Gambar 4. Selain itu, panjang daerah hujan juga dihitung untuk mengetahui sebaran horizontal dari curah hujan yang ada. Pada gambar 4, curah hujan didominasi oleh intensitas kecil (< 5 mm/jam) dan diikuti oleh intensitas yang lebih tinggi yang mulai muncul pada pukul 17.00 WIT. Daerah hujan dengan intensitas tinggi (> 20 mm/jam) mulai tumbuh pada pukul

Gambar 5. Luas daerah hujan untuk masing-masing rentang curah hujan dan panjang daerah hujan yang disebabkan oleh MCC.

Gambar 4. Kondisi atmosfer pada saat siklus MCC. (a),(b),(c) Divergensi ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) berupa daerah berbayang dan vektor angin lapisan 1000 hPa, dan (d),(e),(f) kelembapan relatif (%) berupa daerah berbayang dan vektor angin lapisan 850 hPa pada pukul 21.00 tanggal 9 Mei 2018 dan 03.00 serta 09.00 WIT pada 10 Mei 2018. Ketiga waktu tersebut menggambarkan kondisi atmosfer saat fase tumbuh, matang, dan peluruhan MCC.

20.00 WIT. Pada pukul 02.00 WIT, daerah hujan dengan intensitas yang cukup tinggi memuncak dengan daerah dengan intensitas < 5 mm/jam cenderung mengalami pengurangan luasan. Pada pukul 07.00 WIT, daerah hujan mengalami puncak atau kondisi

maksimumnya yang memiliki luasan hingga > 300.000 km² dan memanjang hingga 800 km. Pada kondisi ini hujan dengan intensitas > 40 mm/jam, 30,1 - 40 mm/jam, 20,1 - 30 mm/jam, 15,1 - 20 mm/jam, 10,1 - 15 mm/jam, 5 - 10 mm/jam, dan < 5 mm/jam

Gambar 6. Time series (UTC) dari vertical velocity dalam satuan $\times 10^{-2} \text{ Pa s}^{-1}$. Updraft yang kuat ditandai dengan daerah berwarna biru atau bernilai negatif.

memiliki luasan 7.269 km², 9.117 km², 17.371 km², 33.020 km², 54.089 km², 108.548 km², dan 82.550 km² secara berurutan. Setelah mencapai kondisi maksimumnya, daerah hujan mengalami pengurangan luasan dan menghilang mulai pukul 08.00 WIT. Namun, daerah hujan dengan intensitas $< 5 \text{ mm/jam}$ justru tumbuh di wilayah tersebut sebagai sisa presipitasi yang ada hingga mencapai 140.000 km² pada pukul 10.00 WIT. Daerah hujan benar-benar menghilang pada pukul 14.00 WIT sebagai akibat sudah menghilangnya MCC yang ada setelah siang hari.

3.3 Kondisi Atmosfer saat Siklus MCC

Data model *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) digunakan untuk mengetahui kondisi atmosfer saat siklus MCC. Selama fase tumbuh MCC pada pukul 21.00 WIT tanggal 9 Mei 2018, konvergensi terjadi di sekitar wilayah Papua bagian selatan pada troposfer bagian bawah dengan nilai -1 hingga $-3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Selain itu, arah angin yang cenderung memusat di atas wilayah Papua baik lapisan 1000 hPa maupun 850 hPa dan tingginya kelembapan relatif di lapisan 850 hPa mendukung kondisi untuk pertumbuhan awan konvektif. Pada pukul 03.00 WIT tanggal 10 Mei 2018, konvergensi mengalami penguatan dan melebar hingga Laut Arafura. Peningkatan kelembapan relatif

hingga $> 95 \%$ juga mencakup wilayah yang semakin luas. Pada pukul 09.00 WIT, kondisi tidak terlalu berubah dari sebelumnya, hanya saja daerah konvergensi dan nilai kelembapan relatif mengalami pengurangan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5c dan 5f.

Time series dari nilai vertical velocity ditampilkan pada Gambar 6. Nilai vertical velocity tersebut merupakan rata-rata nilai pada area $135^{\circ} \text{ BT} - 141^{\circ} \text{ BT}$ dan $4^{\circ} \text{ LS} - 10^{\circ} \text{ LS}$ yang dipertimbangkan sebagai wilayah tumbuh MCC. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa pada pukul 00 hingga 12 UTC (09 hingga 21 WIT) kondisi atmosfer cenderung tidak stabil yang ditandai dengan adanya updraft yang memiliki nilai -2 hingga $-10 \times 10^{-2} \text{ Pa s}^{-1}$. Hal ini tentunya mendukung terbentuknya awan konvektif pada daerah tersebut. Pada pukul 18 UTC atau 03 WIT yang bertepatan dengan fase matang MCC, kondisi updraft berada pada kondisi maksimumnya dengan nilai mencapai hingga $< -16 \times 10^{-2} \text{ Pa s}^{-1}$. Updraft yang kuat ini akan mengakibatkan MCC tumbuh meluas dan dapat bertahan hingga 4 jam. Pada pukul 00 UTC atau 09 WIT, nilai vertical velocity semakin melemah hingga akhirnya pada pukul 06 UTC nilainya menjadi positif yang menandakan mulai adanya downdraft sebagai tanda punahnya MCC yang ada.

4. KESIMPULAN

Mesoscale Convective Complex (MCC) teridentifikasi tumbuh di wilayah Papua bagian selatan. Berdasarkan citra *infrared* satelit Himawari-8, MCC yang tumbuh pada 20.00 WIT tanggal 9 Mei 2019 tersebut mencapai luas maksimum sebesar 460.000 km² pada saat dini hari. Inti awan MCC cenderung lebih dulu mencapai kondisi maksimum (puncak) daripada selimut awannya berdasarkan *time series* luasannya. MCC tersebut bertahan hingga 14 jam dan menyebabkan daerah hujan sepanjang 800 km dan luas 300.000 km² dengan intensitas hujan mencapai 40 mm/jam berdasarkan citra satelit GSMaP. Selama kondisi puncak ini, distribusi curah hujan untuk intensitas < 5 mm/jam cenderung berkurang, yang menandakan hujan lebat terjadi pada wilayah Papua bagian selatan. Pertumbuhan MCC ini didukung oleh adanya divergensi pada lapisan troposfer bagian bawah, tingginya nilai kelembapan udara, dan adanya *updraft* yang kuat selama proses pembentukan hingga kondisi matang MCC. Pada pagi harinya, MCC mulai mengalami pelemahan yang ditandai oleh adanya peningkatan nilai *vertical velocity*. Luas inti awan berkurang lebih cepat jika dibandingkan selimut awannya, hal ini menandakan bahwa selama proses pelemahan MCC awan yang ada cenderung merata namun bersuhu lebih hangat yang diikuti oleh penurunan curah hujan yang ada di dan hingga akhirnya benar-benar menghilang saat tengah hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashley, W. S., Mote, T. L., Dixon, P. G., Trotter, S. L., Powell, E. J., Durkee, J. D., dan Grundstein, A. J. 2003. Distribution of Mesoscale Convective Complex Rainfall in the United States, *Monthly Weather Review*, Vol. 131, pp 3003–3017.
- Durkee, J. D., Mote, T. L., dan Shepherd, J. M. 2009. The Contribution of Mesoscale Convective Complexes to Rainfall across Subtropical South America, *Journal of Climate*, Vol. 22, pp 4590–4605.
- Fatkhuroyan, dan Wati, T. 2018. Accuracy Assessment of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Product Over Indonesian Maritime Continent, *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 187 012060
- Fritsch, J. M., Kane, R. J., dan Chelius, C. R. 1986. The Contribution of Mesoscale Convective Weather Systems to the Warm-Season Precipitation in the United States, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol. 25, pp 1333–1345.
- Houze, R. A., 2004. Mesoscale convective systems, *Reviews of Geophysics*, Vol. 42.
- Laing, A. G., dan Fritsch, J. M. 1997. The Global Population of Mesoscale Convective Complexes, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol 123, pp 389–405.
- Machado, L. A., Rossow, W. B., Guedes, R. L., dan Walker, A. W. 1998. Life Cycle Variations of Mesoscale Convective Systems over the Americas, *Monthly Weather Review*, Vol. 126, pp 1630–1654.
- Maddox, R. A., 1980. Mesoscale convective complexes, *Bulletin American Meteorology Society*, Vol. 61, pp 1374–1387.
- Mohr, K. I., dan Zipser, E. J. 1996. Mesoscale convective systems defined by their 85-GHz ice scattering signature: Size and intensity comparison over Tropical Oceans and Continents, *Monthly Weather Review*, Vol. 124, pp 2417–2437.
- Muhlis, A. 2017. Distribusi Spasial dan Temporal Mesoscale Convective Complex (MCC) di Indonesia Selama Periode MJO Menggunakan Citra Satelit. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* Volume 4 No.1, Maret 2017.
- Putri, N.A., Iwabuchi, H., Hayasaka, T. 2017. Evolution of Mesoscale Convective System Properties as Derived from Himawari-8 High Resolution Data Analyses, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 95, No. 6, pp. 391–409.
- Rinaldy, N., Saragih, I. J. A., Putra, A. W., Nugraheni, I. R., dan Yonas, B. W. Identification of Mesoscale Convective Complex (MCC) phenomenon with image of Himawari

- 8 Satellite and WRF ARW Model on Bangka Island (Case Study: 7-8 February 2016), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 98(1) 012002.
- Schumacher, R. S., dan Johnson, R. H. 2005. Organization and Environmental Properties of Extreme-Rain-Producing Mesoscale Convective Systems, *Monthly Weather Review*, Vol. 133, pp 961–976.
- Trismidianto, Yulihastin, E., Satyawardhana, H., Nugroho, J. T., dan Ishida, S. 2017a. The Contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime Continent, *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 54 012027.
- Trismidianto, Yulihastin, E., Satyawardhana, H., dan Ishida, S. 2017b. A composite analysis of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) development over the Central Kalimantan and its relation with the propagation of the rainfall systems, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54 2017 012036.
- Trismidianto. 2018a. Characteristics of the oceanic MCC, continental MCC, and coastal MCC over the Indonesian maritime continent, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 149 (2018) 012024
- Trismidianto. 2018b. The Global Population of Mesoscale Convective Complexes (MCCs) over Indonesian Maritime Continent during 15 Years. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 166 012040
- Ushio T., Sasashige, K., Kubota, T., Shige, S., Okamoto, K., Aonashi, K., ... dan Kawasaki, Z. 2009. A Kalman filter approach to the global satellite mapping of precipitation (GSMaP) from combined passive microwave and Infrared radiometric data, *Journal of Meteorological Society of Japan*, Vol. 87A, pp 137-151.