

Karakteristik *Mesoscale Convective Complex* (MCC) di Wilayah Sulawesi Selatan dan Sekitarnya

Restina Wardhani Abisusmita^{1,*}, Muhammad Arsyad¹, Subaer²

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar
Jalan Daeng Tata Raya, Massar 90224

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 28 September 2023
Direvisi: 16 Februari 2023
Diterima: 21 Maret 2023

Kata kunci:

Curah Hujan
Maden Julian Oscillation (MJO)
Mesoscale Convective Complex (MCC)
Sea Surface Temperature (SST)
Southern Oscillation Index (SOI)

Keywords:

Maden Julian Oscillation (MJO)
Mesoscale Convective Complex (MCC)
Precipitation
Sea Surface Temperature (SST)
Southern Oscillation Index (SOI)

Penulis Korespondensi:

Restina Wardhani Abisusmita
Email: restinawardhani@gmail.com

ABSTRAK

Mesoscale Convective Complex (MCC) adalah jenis khusus dari *Mesoscale Convective System* (MCS) yang memenuhi beberapa kriteria. Fenomena MCS yang bergerak lambat dan berumur panjang adalah penyebab utama bencana banjir di berbagai tempat. Lokasi penelitian yang diambil adalah wilayah Sulawesi Selatan dan perairan sekitarnya untuk mengetahui bagaimana pola sebaran kejadian MCC, faktor penyebab kejadian MCC dan kondisi curah hujan saat kejadian MCC. Selama tahun 2018-2020 terdapat tiga kejadian MCC di Wilayah Sulawesi Selatan dan sekitarnya dimana kejadian MCC terjadi pada periode DJF (Desember-Januari-Februari). Ketiga kejadian MCC pada saat fase matang terletak di Selat Makassar dengan waktu inisiasi terjadi pada pukul 18 UTC hingga 21 UTC dan memasuki fase matang pukul 23 UTC – 03 UTC. Pada kejadian MCC tanggal 11 Januari 2018 *Southern Oscillation Index* (SOI) aktif yang memengaruhi proses pembentukan MCC. Pada kasus kedua kejadian MCC tanggal 27 Desember 2018 terlihat aktivitas SOI menunjukkan nilai positif dan fase MJO yang menunjukkan adanya pengaruh pada proses pembentukan MCC, sedangkan untuk anomali suhu muka laut menunjukkan nilai positif yang menandakan peningkatan pemanasan pada kejadian MCC tanggal 02 Januari 2020 yang berpengaruh dalam proses pembentukan.

Mesoscale Convective Complex (MCC) is a special type of Mesoscale Convective System (MCS) that fulfills several criteria. The slow-moving and long-lived MCS phenomenon is the main cause of flood disasters in various places. The research locations taken were the South Sulawesi region and its surrounding waters to find out how the distribution pattern of MCC events, the factors that cause MCC events and rainfall conditions during MCC events. During 2018-2020 there were three MCC events in the South Sulawesi Region and its surroundings where MCC events occurred during the DJF period (December-January-February). The three MCC events during the mature phase are located in the Makassar Strait with initiation times occurring at 18 UTC to 21 UTC and entering the mature phase at 23 UTC – 03 UTC. During the MCC incident on 11-12 January 2018 the Southern Oscillation Index (SOI) was active which influenced the process of forming the MCC. In the second case the MCC event on December 27-28 2018 shows SOI activity showing a positive value and the MJO phase which indicates an influence on the MCC formation process, while for the sea surface temperature anomaly shows a positive value indicating increased warming during the MCC event on January 2-3 2020 which had an effect on the formation process.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

MCS atau sistem konvektif skala *meso* merupakan suatu sistem yang terdiri dari kumpulan-kumpulan sel-sel konvektif dalam skala *meso*. MCS terbesar yang diamati secara luas di seluruh dunia didefinisikan sebagai *Mesoscale Convective Complex* (MCC) yang merupakan salah satu klasifikasi dari MCS dengan karakteristik berbentuk hampir melingkar, bertahan lama dan memiliki suhu yang sangat dingin (Maddox, 1980). Penelitian MCC pertama kali diperkenalkan oleh Maddox (1980) dengan metode menggunakan citra satelit inframerah di Amerika Serikat selama tahun 1978. Hasil penelitian menyatakan bahwa karakteristik fenomena MCC memiliki suhu puncak yang terlihat pada citra satelit kanal IR1 ≤ -32 °C dengan luas area ≥ 100.000 km², inti awan harus memiliki suhu puncak yang terlihat dari citra satelit kanal IR1 sebesar ≤ -52 °C dengan luas area ≥ 50.000 km², durasi untuk kriteria masa hidup sebuah MCC selama ≥ 6 jam dan bentuk eksentrisitas (sumbu terkecil/terbesar) harus $\geq 0,7$.

Pada tahun 2001-2005 di Wilayah Benua Maritim Indonesia total dari 1028 MCC yang teridentifikasi menunjukkan area berkembangnya sebuah MCC beberapa diantaranya berada di atas lautan dan pesisir dan lainnya berada di daratan dan area dengan elevasi tinggi. MCC sering terjadi di sembilan wilayah yaitu samudera Hindia, sepanjang Pantai Barat Sumatera, Laut Cina Selatan dekat dari Pantai Utara Kepulauan Kalimantan, Kalimantan Tengah sekitar 3°S-1°N; 111° -115°E, Kalimantan Timur sekitar 1° - 4°N; 116° - 120°E, Selat Makassar, Sulawesi Tengah sekitar 4° - 2°S; 120° - 123°E, Merauke sekitar 8° - 5°S dan 135.5° - 140°E dan Teluk Cendrawasih di lokasi sekitar 132.5° - 136.5°E dan 4° - 1°S (Ismanto, 2011). Pada periode Maret-April-Mei (MAM) kontribusi MCC ditemukan lebih dari 16-20% di wilayah Sumatera Selatan dan Sulawesi di beberapa lokasi (Trismidianto, E Yulihastin, H Satyawardhana, 2017). Selain itu, penyebab terjadinya MCC dijelaskan dalam penelitian Trismidianto & Satyawardhana (2018) menyatakan selama musim DJF (Desember-Januari-Februari) frekuensi dari kejadian MCC selama kondisi El Nino dan La Nina lebih tinggi daripada pada saat kondisi netral, tetapi ukuran dari MCC pada kondisi netral lebih besar daripada kondisi lain. Salah satu dampak yang ditimbulkan akibat kejadian MCC adalah curah hujan tinggi sebagaimana dijelaskan pada penelitian (Schumacher and Johnson, 2005)

Penelitian terkait MCC di wilayah Indonesia telah banyak dilakukan, penelitian yang dilakukan umumnya dengan studi kasus. Wilayah Sulawesi Selatan yang mempunyai karakteristik, dimana diantara Selat Makassar dan Teluk Bone, serta terdapat pegunungan di sisi Timur. Kejadian MCC membutuhkan kriteria yang kompleks, sehingga pada penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pola sebaran kejadian MCC dengan data panjang yaitu 2018 hingga 2020 dan faktor penyebab kejadian MCC. Pentingnya kajian MCC disuatu wilayah memberikan dampak yang signifikan yaitu curah hujan yang tinggi, sehingga mitigasi bencana akibat dari potensi dampak kejadian MCC dapat dilakukan khususnya wilayah Sulawesi Selatan dan sekitarnya.

II. METODE

Penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan metode deskriptik analitik. Data yang digunakan adalah data satelit Himawari-8 IR-1 dari tahun 2018-2020, data fase *Madden Julian Oscillation* (MJO), data *South Oscillation Index* (SOI), data *Anomaly Sea Surface Temperature* dan data curah hujan. Lokasi penelitian adalah wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat serta Perairan di sekitar wilayah tersebut.

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Data satelit kanal IR-1 diolah menggunakan perangkat lunak Matlab 2016a. Data satelit Himawari-8 IR-1 yang dapat diunduh melalui *website weather kochi*. Pengolahan data satelit disesuaikan dengan kriteria *Mesoscale Convective Complex* (MCC) yang dikemukakan pada penelitian Maddox (1980) dengan suhu puncak yang terlihat pada citra satelit Himawari-8 IR1 ≤ -32 °C dengan luas area ≥ 100.000 km², inti awan harus memiliki suhu puncak yang terlihat dari citra satelit kanal IR1 sebesar ≤ -52 °C dengan luas area ≥ 50.000 km², durasi untuk kriteria masa hidup sebuah MCC selama ≥ 6 jam dan bentuk eksentrisitas (sumbu terkecil/terbesar) harus $\geq 0,7$. Kemudian dianalisa berdasarkan fenomena MJO, SOI, SSTA dan kondisi curah hujan pada saat kejadian MCC.

2.2 Pengolahan data

Data suhu awan satelit Himawari-8 IR1 perjam diunduh melalui *website* <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/index-e.html> dalam bentuk graymap dengan skala warna 0-255 (hitam-putih). Data ini

dikonversi menjadi data suhu dengan satuan Kelvin dalam format .dat yang diproses menggunakan *software* MATLAB 2016a. Data yang dikonversi harus mempunyai nilai suhu puncak awan dalam satuan Kelvin dengan nilai lebih kecil dari 241K dan 217K yang merupakan nilai suhu untuk Selimut Awan (SA) dan Inti Awan (IA). Dipilih area yang memiliki luasan SA (Selimut Awan) $\geq 100.000 \text{ Km}^2$ Sekitar 3305 piksel, IA (Inti Awan) $\geq 50.000 \text{ Km}^2$ sekitar 1652 piksel untuk memenuhi kriteria sebagai MCC berdasarkan penelitian Maddox (1980).

Mencari titik pusat massa dari area yang terpilih dengan rumus pada penelitian Carvalho & Jones (2001) dan Ismanto (2011).

$$X_0 = \frac{\sum_i^N X_i}{N} \text{ dan } Y_0 = \frac{\sum_i^N Y_i}{N} \tag{1}$$

X_i adalah piksel ke- i pada sumbu X, Y_i adalah piksel ke- i pada sumbu Y, X_0 dan Y_0 adalah pusat (center), kemudian N adalah luasan area (total piksel).

Penentuan eksentrisitas *Mesoscale Convective Complex* (MCC) menggunakan metode dalam penelitian (Machado *et al.*, 1998) dan (Maddox, 1980) dengan bentuk eksentrisitas (sumbu terkecil/terbesar) harus $\geq 0,7$.

2.3 ANALISA DATA

Menganalisis pola sebaran kejadian MCC secara spasial dan temporal di Wilayah Sulawesi Selatan dan sekitarnya yang kemudian dilakukan analisis faktor penyebab yang memicu pertumbuhan MCC di Wilayah Penelitian dengan melihat aktivitas fenomena MJO, *Southern Oscillation Index* (SOI), dan *Sea Surface Temperature Anomaly* serta menganalisis kondisi curah hujan pada saat kejadian MCC.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Sebaran dan Distribusi Temporal Kejadian MCC



Gambar 1 Sebaran Kejadian MCC

Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa sepanjang tahun 2018-2020 di wilayah Sulawesi Selatan dan sekitarnya terdapat 3 sistem konvektif yang masuk dalam kriteria MCC yang terlihat pada Gambar 3.1. Dua kejadian MCC berlangsung pada tahun 2018 yaitu pada 11 Januari 2018 dan 27 Desember 2018 serta 1 kejadian pada tahun 2020 yaitu pada 2 Januari 2020. Pada Gambar 3.1 menunjukkan 2 kejadian MCC terjadi di selat makassar yaitu pada tanggal 11 Januari 2018 sedangkan dua kejadian lagi terjadi di daratan sekitar wilayah Sulawesi Selatan bagian Selatan pada tanggal 27 Januari 2018 dan 2 Januari 2020. Menurut (Tjasyono, 2006) pertumbuhan awan konvektif dari 3 tahap pertumbuhan yaitu tahap cumulus (tahap inisiasi), tahapan dewasa (*mature stage*), dan tahap peluruhan (*dissipating Stage*). Pemetaan lokasi berdasarkan posisi lintang dan bujur pada saat tahap inisiasi kejadian MCC. Pada tahap dewasa awan lebih berbahaya dan terjadi hujan lebat, turbulensi kuat, kadang-kadang batu es, guruh dan kilat (Tjasyono, 2006). Secara keseluruhan mengenai luasan selimut awan, posisi lintang dan bujur, eksentrisitas serta durasi kejadian yang dibagi berdasarkan 3 tahap dapat dilihat pada Tabel 3.1.

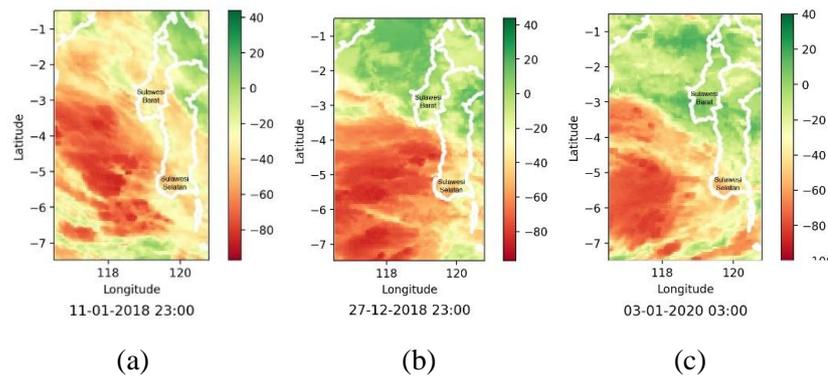
Tabel 1 Distribusi Temporal MCC pada tahun 2018-2020

Tanggal	Durasi	Waktu (UTC)			Posisi		Eksentrisitas	Ukuran Selimut Awan
		Inisiasi	Mature	Punah	Lintang	Bujur		
11 Jan 2018	11 Jam	18 UTC	23 UTC	05 UTC	119,39	-4,78	0,99	210.000 km ²
27 Des 2018	11 Jam	18 UTC	23 UTC	05 UTC	119,52	-5,55	0,89	185.000 km ²
2-3 Jan 2020	10 Jam	21 UTC	03 UTC	06 UTC	119,80	-5,75	0,91	174.000 km ²

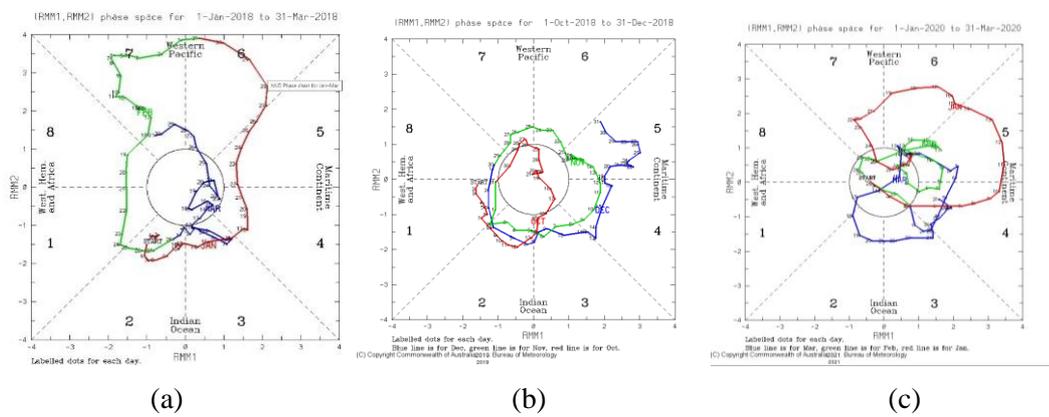
Pada Tabel 3.1 memperlihatkan distribusi temporal kejadian MCC sesuai dengan kriteria hasil penelitian oleh Maddox (1980). Pada tiga kejadian tersebut umumnya MCC bertahan 10-11 jam dari mulai fase inisiasi hingga fase punah. Durasi kejadian MCC memiliki kesamaan dengan penelitian X.Yang et al., (2015) dimana kejadian MCC yang berada di Wilayah China memiliki durasi hidup hingga 11 jam. Sedangkan dalam penelitian Durkee & Mote (2010) dalam wilayah Subtropis Amerika durasi rata-rata MCC 14 jam. Fenomena MCC dapat memiliki cakupan awan konvektif yang luas dengan durasi hidup yang panjang karena MCC termasuk dalam kategori fenomena *low level jet* saat proses konveksi (Saragih, 2021). Sepanjang tahun 2018-2020 terlihat kejadian MCC terjadi pada masa musim penghujan (Desember-Januari-Februari) dimana pergerakan MCC mengikuti pola angin meridional sesuai dengan sistem *monsoon* Asia. Kejadian MCC terjadi pada masa bulan basah (Desember-Januari-Februari) dimana hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Durkee & Mote (2010), yang menyatakan bahwa puncak kejadian MCC di Amerika Selatan terjadi pada bulan Desember dan Januari, akan tetapi pada penelitian yang dilakukan oleh Trismidianto & Satyawardhana (2018) menemukan bahwa puncak kejadian MCC di Indonesia terjadi pada musim peralihan dari bulan basah ke bulan kering yaitu bulan MAM (Maret-April-Mei). Waktu inisiasi kejadian MCC terjadi pada pukul 18 UTC hingga 21 UTC dan memasuki fase matang pada pukul 23 UTC – 03 UTC. Kejadian waktu pembentukan MCC di wilayah penelitian terdapat kesamaan dengan penelitian sebelumnya (Ismanto, 2011) dimana MCC di Benua Maritim Indonesia sebagian besar terjadi malam hingga dini hari.

3.2 Distribusi Spasial Kejadian MCC Tahun 2018-2020

Berdasarkan Gambar 3.2 pertumbuhan MCC tanggal 11 Januari dan 27 Desember 2018 terbentuk pada pukul 23.00 UTC, sedangkan tanggal 3 Januari 2020 pada pukul 03.00 UTC, dengan liputan awan yang menutupi wilayah Sulawesi Selatan bagian barat dan selat Makassar. Petumbuhan awan konvektif setiap jamnya semakin tumbuh membentuk struktur *solid* dan mencapai luasan maksimal pada pukul 23 UTC. Pada saat fase tumbuh sel-sel awan dengan suhu puncak awan mencapai $\leq -56^{\circ}\text{C}$ di wilayah Sulawesi Selatan bagian Barat dan Selat Makassar dan awan-awan konvektif mulai membesar dengan inti awan mencapai $\leq -70^{\circ}\text{C}$ di Selat Makassar. Kejadian MCC pada saat fase matang berada di Selat Makassar hal ini disebabkan oleh sumber panas dari wilayah perairan cukup tinggi dan proses penguapan di lautan lebih besar dibandingkan di daratan sehingga aktivitas konveksi berpengaruh dalam pembentukan awan-awan yang kompleks (Nuryanto E., 2017).



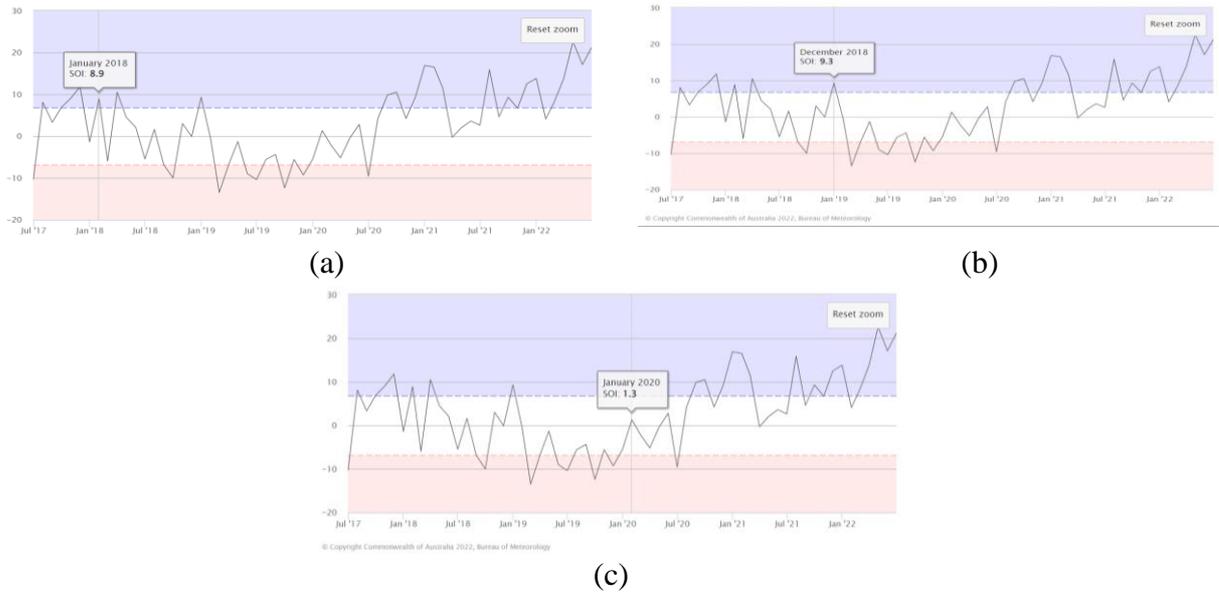
Gambar 2 Distribusi Spasial Kejadian MCC Tahun 2018-2020 (a) Tanggal 11 Januari 2018 (b) Tanggal 27 Desember 2018 (c) Tanggal 03 Januari 2020



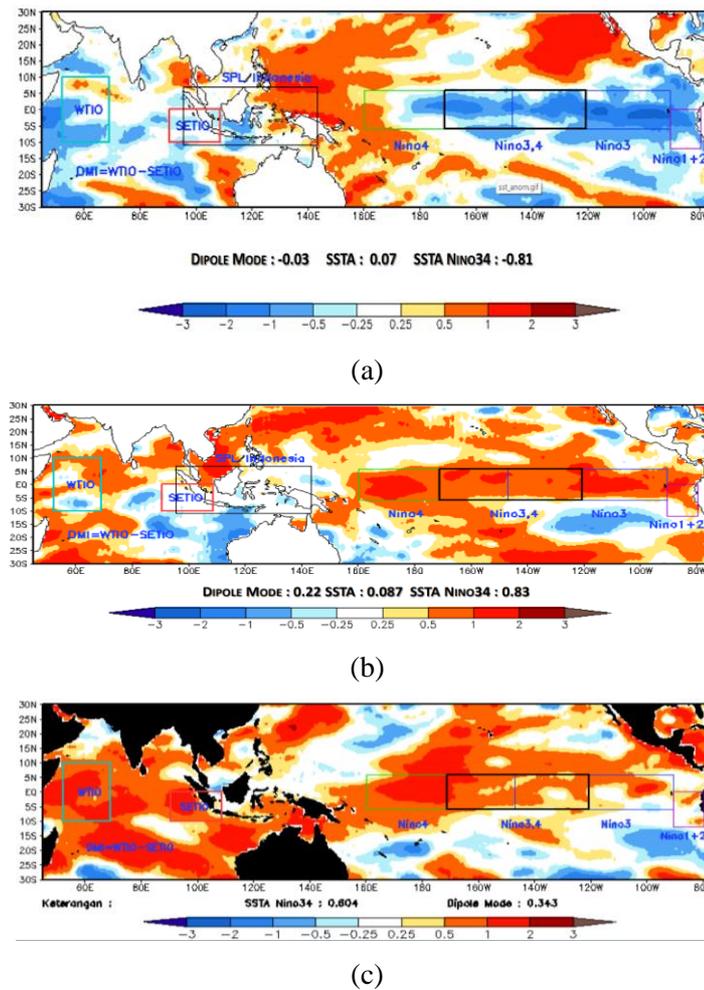
Gambar 3 Diagram fase diagram *Madden Julian Oscillation* (BOM, Australia) (a) Tanggal 11 Januari 2018 (b) Tanggal 27 Desember 2018 (c) Tanggal 03 Januari 2020

Penyebab terjadinya ketiga kejadian MCC sepanjang tahun 2018-2020 yang dilihat dari aspek fase MJO, *Southern Oscillation Index* (SOI), dan anomali suhu muka laut. Kondisi MJO berdasarkan diagram fase MJO pada Gambar 3.3 menunjukkan bahwa pada tanggal 27 Desember 2018 dan 03 Januari 2020 posisi MJO sedang berada di kuadran 5 dan 3 yang menandakan fase pergerakan MJO sedang berada di Benua Maritim Indonesia, sedangkan intensitas MJO yang kuat berperan dalam penambahan curah hujan terlihat dari posisi MJO dalam diagram fase MJO yang berada di luar lingkaran ditunjukkan pada tanggal 27 Desember 2018. Menurut hasil penelitian (Hermawan *et al.*, 2020) yang menyebutkan bahwa fase aktif MJO untuk wilayah Sulawesi Selatan adalah di fase 4 dan 5, sedangkan pada tanggal 11 Januari 2018 posisi MJO pada kuadran 2 dan berada diluar lingkaran yang menandakan pergerakan MJO berada di Samudera Hindia bagian Timur dan tidak berdampak dalam penambahan curah hujan di Benua Maritim Indonesia.

Selanjutnya dilihat dari nilai *Southern Oscillation Index* (SOI) yang dapat memberikan indikasi perkembangan dan intensitas dari peristiwa El Nino dan La Nina di Samudera Hindia. Nilai Southern Oscillation Index tanggal 11 Januari dan 27 Desember 2018 gambar 3.4 (a,b) berada pada nilai $> +7$ menandakan pergerakan massa udara dari Samudera Pasifik bagian timur ke wilayah Indonesia sehingga berpengaruh terhadap kondisi cuaca di Wilayah Indonesia. Southern Oscillation Index (SOI) memberikan indikasi perkembangan dan intensitas dari peristiwa El Nino dan La Nina di Samudera Hindia yang dapat mempengaruhi aktivitas konvektif di wilayah tropis. Fenomena El Nino Southern Oscillation (ENSO) mempengaruhi karakteristik MCC, seperti ukuran, lokasi, dan frekuensi kejadian (Augustine & Howard, 1991). Sedangkan nilai SOI tanggal 20 Januari 2020 berada pada nilai dibawah $+7$ yang dimana nilai tersebut mengindikasikan ENSO dalam keadaan normal.



Gambar 4 Southern Oscillation Index (BOM, Australia) (a) Tanggal 11 Januari 2018 (b) Tanggal 27 Desember 2018 (c) Tanggal 03 Januari 2020



Gambar 5 Anomali Suhu Muka Laut (a) Bulan Januari 2018 (b) Bulan Desember 2018 (c) Bulan Januari 2020

Anomali suhu muka laut pada kejadian MCC Gambar 3.5 (a), (b), dan (c) menunjukkan bahwa anomali suhu muka laut bernilai positif pada satu kejadian MCC yaitu tanggal 02-03 Januari 2020 dengan nilai anomali suhu muka laut dasarian I Januari 2020 berada pada interval 0.25–1.0°C di wilayah penelitian. Anomali negatif menunjukkan suhu muka laut lebih rendah (dingin) dari rata-ratanya, sedangkan anomali positif mencerminkan suhu muka laut lebih tinggi (panas) dari rata-ratanya. Anomali positif menandakan semakin meningkatnya pemanasan di permukaan air laut yang menyebabkan semakin besar proses penguapan yang dapat memicu pembentukan awan konvektif. Proses penguapan air laut dapat dilihat dari suhu permukaan laut tersebut (Nuryanto E., 2017). Dengan demikian suhu muka laut sangat penting untuk melihat aktivitas konvektif dan tingkat pertumbuhan awan dan hujan. Pada dua kejadian MCC tanggal 11-12 Januari 2018 dan 27-28 Desember 2018 diketahui anomali suhu muka laut bernilai negatif. Pada dasarian II Januari 2018 anomali suhu muka laut berkisar antara -1–(-0.25)°C sedangkan pada dasarian III Desember 2018 berkisar antara -0.5–0.25°C sehingga anomali suhu muka laut tidak berpengaruh dalam pembentukan MCC.

IV. KESIMPULAN

Selama tahun 2018-2020 terdapat tiga kejadian MCC di Wilayah Sulawesi Selatan dan sekitarnya yang terjadi pada tanggal 11 Januari 2018, 27 Desember 2018 dan 3 Januari 2020 dimana kejadian MCC terjadi pada periode DJF (Desember-Januari-Februari). Pada kejadian MCC tanggal 11 Januari 2018 Southern Oscillation Index (SOI) aktif yang memengaruhi proses pembentukan MCC. Pada kasus kedua kejadian MCC tanggal 27 Desember 2018 terlihat aktivitas SOI menunjukkan nilai positif dan fase MJO yang menunjukkan adanya pengaruh pada proses pembentukan MCC, sedangkan untuk anomali suhu muka laut menunjukkan nilai positif yang menandakan peningkatan pemanasan pada kejadian MCC tanggal 02-03 Januari 2020 yang berpengaruh dalam proses pembentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carvalho, L.M.V. and Jones, C. (2001), "A satellite method to identify structural properties of mesoscale convective systems based on the maximum spatial correlation tracking technique (MASCOTTE)", *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 40 No. 10, pp. 1683–1701, doi: 10.1175/1520-0450(2001)040<1683:ASMTIS>2.0.CO;2.
- Durkee, J.D. and Mote, T.L. (2010), "A climatology of warm-season mesoscale convective complexes in subtropical South America", *International Journal of Climatology*, Vol. 30 No. 3, pp. 418–431, doi: 10.1002/joc.1893.
- Heri, I. (2011), *Karakteristik Kompleks Konvektif Skala Meso Di Benua Maritim*.
- Hermawan, E., Harjana, T., Ridho, A. and Maulana, T. (2020), "Interaction between madden-julian oscillation and monsoon related to big floods over south sulawesi in january 2019", *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1524 No. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1524/1/012005.
- Howard, J.A.A. and K.W. (1991), "mesoscale convective complexes over the United States during 1986 and 1987", *American Meteorological Society*, Vol. 119 No. 7, pp. 1575–1589.
- Machado, L.A.T., Rossow, W.B., Guedes, R.L. and Walker, A.W. (1998), "Life cycle variations of mesoscale convective systems over the Americas", *Monthly Weather Review*, Vol. 126 No. 6, pp. 1630–1654, doi: 10.1175/1520-0493(1998)126<1630:LCVOMC>2.0.CO;2.
- Maddox, R.A. (1980), *Mesoscale Convective Complexes (USA)*, *Bulletin, American Meteorological Society*, Vol. 61.
- Nuryanto E. (2017), "Karakteristik Anomali Suhu Muka Laut Di Laut Jawa Pada Periode 1982 – 2014 Characteristics of Sea Surface Temperature Anomaly Over the Java Sea in", pp. 133–139.
- Saragih, R.W. (2021), "Identifikasi Karakteristik Mesoscale Convective Complex (MCC) di Selat Makassar", Vol. 24 No. November, pp. 55–63.
- Schumacher, R.S. and Johnson, R.H. (2005), "Organization and environmental properties of extreme-rain-producing mesoscale convective systems", *Monthly Weather Review*, Vol. 133 No. 4, pp. 961–976, doi: 10.1175/MWR2899.1.
- Tjasyono, B. (2006), *Meteo Indonesia II.Pdf*.
- Trismidianto, E Yulihastin, H Satyawardhana, J.T.N. and S.I. (2017), "The Contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime

- Continent”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 54 No. 1, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- Trismidianto and Satyawardhana, H. (2018), “Mesoscale Convective Complexes (MCCs) over the Indonesian Maritime Continent during the ENSO events”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 149 No. 1, doi: 10.1088/1755-1315/149/1/012025.
- Yang, X., Fei, J., Huang, X., Cheng, X., Carvalho, L.M.V. and He, H. (2015), “Characteristics of mesoscale convective systems over China and its vicinity using geostationary satellite FY2”, *Journal of Climate*, Vol. 28 No. 12, pp. 4890–4907, doi: 10.1175/JCLI-D-14-00491.1.