

## Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Kemunculan Mesoscale Convective Complex (MCC) di Wilayah Maluku

Rino Wijatmiko Saragih<sup>1,2\*</sup>, Jasruddin Daud Malago<sup>1</sup>, Subaer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar, Jalan Daeng Tata Raya, Makassar, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika – Stasiun Meteorologi Maritim Belawan, Medan, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 14 September 2023  
Direvisi: 2 September 2023  
Diterima: 13 Oktober 2023

#### Kata kunci:

Citra Satelit  
Himawari-8  
Madden Julian Oscillation  
Maluku  
Mesoscale Convective Complex

#### Keywords:

Satellite image  
Himawari-8  
Madden julian oscillation  
Maluku  
Mesoscale convective complex

#### Penulis Korespondensi:

Rino Wijatmiko Saragih  
Email: [rinosaragih14@gmail.com](mailto:rinosaragih14@gmail.com)

### ABSTRAK

Wilayah Maluku yang dikelilingi oleh lautan berpotensi untuk menghasilkan awan konvektif skala besar atau dikenal dengan sebagai *Mesoscale Convective Complex* (MCC). Karakteristik *Mesoscale Convective Complex* (MCC) memiliki ciri yaitu durasi yang cukup panjang, bentuk semi melingkar dan memiliki pola tutupan awan yang besar serta dapat meningkatkan curah hujan saat kejadian MCC. Penulisan ini bertujuan untuk menganalisis menganalisis jumlah kemunculan MCC yang dipengaruhi oleh *Madden Julian Oscillation* (MJO) di wilayah Maluku. Identifikasi kejadian MCC dilakukan dengan data citra satelit Himawari-8 kanal inframerah selama tahun 2017-2021 dan juga menggunakan data amplitudo MJO pada saat fase 4 dan 5 selama tahun 2017-2021. Teknik analisis data yaitu dengan persamaan regresi linier sederhana menggunakan *Software SPSS Statistict 25*. Hasil analisis menunjukkan jumlah kejadian MCC terbanyak terjadi pada bulan Maret, Mei, dan Desember. Jumlah kejadian MCC sedikit terjadi pada bulan Agustus dan Oktober. Besar pengaruh MJO terhadap kemunculan MCC tertinggi terjadi pada bulan Maret (56,7%) dan April (55,1%), sedangkan terendah terjadi pada September (0%) dan Juni (1,3%). Diharapkan penulisan ini dapat menjadi referensi dalam pembuatan prakiraan cuaca dan juga peringatan dini cuaca.

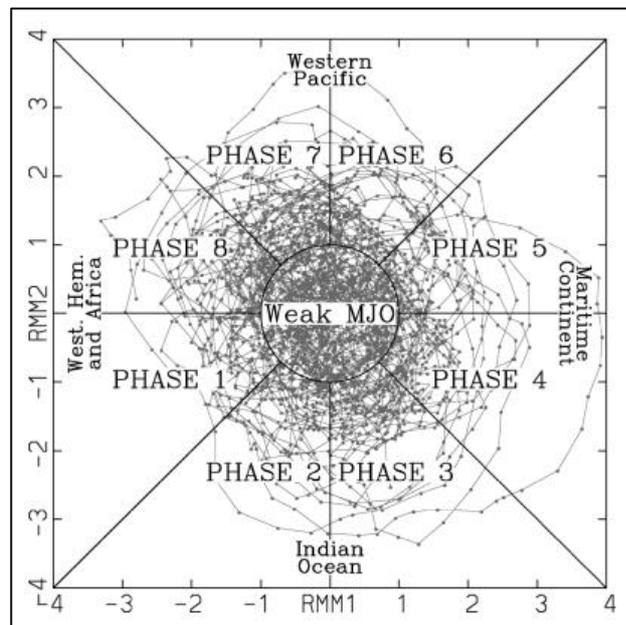
*The Maluku region which is surrounded by ocean has the potential to produce large-scale convective clouds or known as Mesoscale Convective Complex (MCC). The characteristics of the Mesoscale Convective Complex (MCC) are that it has a fairly long duration, a semi-circular shape and has a large cloud cover pattern and can increase rainfall during MCC events. This writing aims to analyze the number of MCC occurrences which are influenced by the Madden Julian Oscillation (MJO) in the Maluku region. Identification of MCC events was carried out using infrared channel Himawari-8 satellite image data during 2017-2021 and also using MJO amplitude data during phases 4 and 5 during 2017-2021. The data analysis technique is a simple linear regression equation using SPSS Statistics 25 software. The results of the analysis show that the highest number of MCC incidents occurred in March, May and December. The number of MCC incidents occurred slightly in August and October. The magnitude of the MJO's influence on the emergence of MCC was highest in March (56.7%) and April (55.1%), while the lowest occurred in September (0%) and June (1.3%). It is hoped that this writing can be a reference in making weather forecasts and also early weather warnings.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang sebagian besar wilayahnya merupakan lautan dan berada pada garis khatulistiwa sehingga mengakibatkan aktivitas penguapan di wilayah ini menjadi cukup tinggi. Ketersediaan sumber uap air dan penguapan yang tinggi menyebabkan jumlah pembentukan awan skala besar di Indonesia sangat mungkin terjadi. Fenomena cuaca lokal, regional, dan global dapat mempengaruhi kondisi atmosfer di Indonesia, salah satu fenomena global yang berpengaruh tersebut adalah fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO).

*Madden Julian Oscillation* (MJO) pertama kali dikemukakan oleh Roland Madden dan Paul Julian pada tahun 1971. Menurut Madden dan Julian (1971), MJO sangat kuat dampaknya dirasakan di daerah-daerah lintang rendah, dekat garis ekuator. MJO dimanifestasikan dalam skala waktu antara 30-60 hari melalui anomali skala besar dari propagasi (penjalaran) proses konveksi ke arah timur. Fenomena MJO dapat menjelaskan variasi iklim di wilayah tropis. MJO merupakan suatu elemen terbesar dari variabilitas intraseasonal dengan periode 30 – 90 hari di atmosfer wilayah tropis, dengan karakteristik adanya wilayah peningkatan dan penurunan curah hujan yang bergerak mengelilingi bumi dari barat ke timur dan umumnya terjadi di sepanjang Samudra Hindia hingga Samudra Pasifik (Madden & Julian, 1994).



Gambar 1 Diagram Fase MJO (Wheeler & Hendon, 2004)

MJO dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode analisis *Empirical Orthogonal Functions* (EOF) (Wheeler & Hendon, 2004) dari gabungan angin zonal 850 mb dan 200 mb serta data rata-rata *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) dari satelit NOAA. Diagram fase MJO memperlihatkan posisi lokasi MJO, bahwa ketika MJO berada pada fase 4 dan 5 MJO diidentifikasi berada pada benua maritim Indonesia (Wheeler & Hendon, 2004). Fenomena MJO memiliki potensi untuk pembentukan awan-awan konvektif diantaranya yang paling berbahaya adalah awan Cumulonimbus.

Penelitian terkait kejadian MJO, khususnya untuk wilayah Indonesia, salah satunya pengaruh MJO terhadap pembentukan awan yang dapat mempengaruhi peningkatan curah hujan. Penelitian terkait kondisi curah hujan dan curah hujan ekstrem saat MJO kuat dan lemah telah dilakukan oleh Puwaningsih (Purwaningsih dkk., 2020). Penelitian tersebut menyatakan bahwa pada saat bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) wilayah Indonesia bagian barat terjadi peningkatan intensitas curah hujan saat MJO kuat di fase 3 dan fase 4. Sedangkan pada wilayah Indonesia bagian timur, peningkatan curah hujan mencapai hampir 100% di beberapa bagian Papua saat MJO kuat di fase 5 bulan DJF.

Awan Cumulonimbus yang terjadi dapat berkembang dan menyebabkan pertumbuhan awan yang akan menyebabkan munculnya *Mesoscale Convective System* (MCS). *Mesoscale Convective*

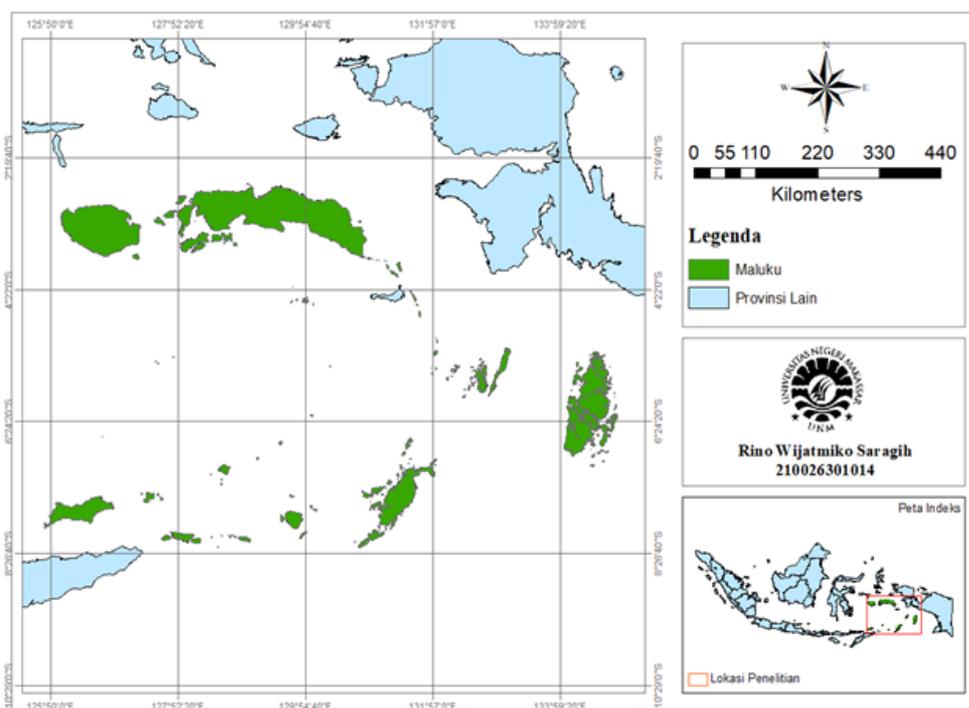
System (MCS) secara umum didefinisikan sebagai sistem konveksi badai yang kompleks yang berkembang menjadi skala yang lebih besar dibandingkan dengan badai sel tunggal dan secara umum dapat bertahan dalam selang waktu beberapa jam (Orlanski, 1975). Salah satu jenis MCS yang terbesar yakni *Mesoscale Convective Complex* (MCC) dengan karakteristik berdasarkan penemuan Maddox (1980) memiliki bentuk meyerupai lingkaran, durasi awan ini dapat bertahan minimal 6 jam dan lebih, dengan luasan selimut awan mencapai  $\geq 100.000 \text{ km}^2$  dengan suhu  $\leq -32^\circ \text{C}$ , dan inti awan dengan suhu digunakan  $\leq -52^\circ \text{C}$  sebagai area konvektif dengan luasan  $\geq 50.000 \text{ km}^2$ .

Pada wilayah Indonesia daerah yang sering terjadi kemunculan MCC, wilayah yang dominan yaitu Samudra Hindia barat Pulau Sumatera, area Pulau Papua, area Kalimantan dan Samudra Hindia Utara Australia (Ismanto, 2011). Dampak dari MCC ini cukup berbahaya diantaranya dapat menghasilkan hujan deras, angin kencang, hujan es, puting beliung dan juga dapat mengakibatkan banjir apabila terjadi dengan durasi yang cukup lama (Blamey & Reason, 2012). Pada wilayah Indonesia telah dilakukan beberapa penelitian yang meneliti akibat dari kemunculan MCC salah satunya adalah peningkatan curah hujan pada wilayah yang dilalui MCC. Peningkatan curah hujan yang diakibatkan oleh kemunculan MCC beberapa kasus seperti pada wilayah pantai barat Sumatera (Trismidianto dkk., 2017) dan peningkatan curah hujan di wilayah Bangka Belitung pada bulan Februari 2016 sebesar 184 milimeter (mm) dengan durasi MCC terjadi selama 11 jam (Saragih, 2019).

Penelitian terkait jumlah kejadian MCC dan keterkaitan Fenomena MJO dengan kemunculan awan MCC masih sedikit ditemui khususnya pada wilayah Maluku. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah kejadian MCC setiap bulannya dan juga mengkaji keterkaitan kondisi MJO aktif dengan kemunculan awan MCC pada wilayah Pulau Maluku yang berguna untuk mengurangi dampak bencana hidrometeorologi yang ditimbulkan dari fenomena MCC.

## II. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian komparatif analitis yaitu penelitian yang bertujuan menganalisis hubungan atau pengaruh suatu variabel terhadap munculnya fenomena tertentu. Waktu penelitian diambil adalah pada saat kejadian MCC selama 5 (lima) tahun, dimulai pada tahun 2017 – 2021. Sementara lokasi penelitian terletak di wilayah Maluku dan sekitarnya dengan batas koordinat  $1^\circ 00' - 10^\circ 00' \text{ LS}$  dan  $125^\circ 00' - 135^\circ 00' \text{ BT}$ .



Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian (data premier terolah, 2023)

## 2.1 Data

Data yang digunakan dalam penulisan ini meliputi:

1. Data harian *Madden Julian Oscillation* (MJO) berupa nilai amplitudo dan fase MJO tahun 2017 – 2021. Data tersebut diperoleh dengan cara mengunduh data dari *website* BoM (*Bureau of Meteorology*) yaitu pada laman <http://www.bom.gov.au/climate/mjo>.
2. Data citra satelit cuaca Himawari-8 kanal IR1 dengan format data \*.pgm (*Portable Gray Map*) selama Januari 2017 hingga Desember 2021. Data ini dapat diunduh melalui laman <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/GAME>. Selanjutnya data kalibrasi citra satelit cuaca Himawari-8 dengan format data .dat selama Januari 2017 hingga Desember 2021. Data ini dapat diunduh melalui *website* <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/CAL>. Tujuan penggunaan data ini untuk mengetahui posisi dari awan konvektif yang termasuk dalam karakteristik MCC.

## 2.2 Pengolahan Data

Data suhu awan satelit Himawari-8 IR1 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) (Ismanto, 2011). 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 dan Jones (2002) dan penelitian Ismanto (2011).

$$X_0 = \frac{\sum_1^N X_i}{N} \text{ dan } Y_0 = \frac{\sum_1^N Y_i}{N} \quad (1)$$

$X_i$  adalah piksel ke- $i$  pada sumbu  $X$ , sedangkan  $Y_i$  adalah piksel ke- $i$  pada sumbu  $Y$ ,  $X_0$  dan  $Y_0$  adalah pusat (center) dan  $N$  adalah luasan area (total piksel). Dalam identifikasi kriteria MCC yang dilakukan Maddox (1980) nilai eksentrisitas  $\geq 0,7$ . Eksentrisitas merupakan salah satu cara untuk menentukan bentuk kelonjongan dari suatu sistem awan. Eksentrisitas ini memiliki nilai antara 0 hingga 1. Penggunaan syarat eksentrisitas penentuan MCC menggunakan threshold metode Machado (eksentrisitas  $\geq 0,7$ ) (Machado dkk., 2002), namun metode ini kurang efektif pada kluster awan yang relative miring, sehingga untuk mengatasi ketika sistem awan miring digunakan juga metode Ellips Fitting dengan batas  $< 0,8$  (Ismanto, 2011).

Pada penelitian ini digunakan juga data sekunder berupa data harian amplitudo pada saat MJO berada pada fase 4 dan 5 tahun 2017-2021 yang di unduh dari BoM (*Bureau of Meteorologi*). Dalam penelitian Madden dan Julian (1994) diagram fase MJO memperlihatkan saat MJO berada pada fase 4 dan 5 berada di benua maritim Indonesia, sehingga dipilih nilai amplitudo MJO saat berada fase 4 dan 5. Data amplitudo MJO bulanan fase 4 dan 5 merupakan jumlah - rata harian dalam satu bulan kemudian dibagi dengan banyaknya hari pada bulan tersebut. Data jumlah kemunculan kluster awan MCC tahun 2017 - 2021 diperoleh dari hasil olahan *Matlab* yang memunuhi karakteristik MCC. Tahap pertama pengolahan data yaitu analisis jumlah kemunculan MCC menggunakan hasil olahan *Matlab*, kemudian jumlah kejadian MCC dimasukkan dalam grafik yang di olah pada *Microsoft Excel*. Tahap kedua pengolahan data yaitu analisis pengaruh MJO terhadap jumlah kejadian MCC menggunakan persamaan regresi linier sederhana dan nilai koefisien determinasi dengan *Software SPSS Statistic 25*.

Regresi linier sederhana merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui seberapa jauh perubahan variabel independent dalam mempengaruhi variabel dependen (Sarwono, 2012). Persamaan regresi yang telah ditemukan tersebut dapat digunakan untuk melakukan prakiraan berupa nilai dalam variabel dependen akan terjadi bila nilai dalam variabel independent ditetapkan (Sugiyono, 2019). Jika persamaan regresi hanya terdapat satu variabel independent dan satu variabel dependen maka dapat dikatakan sebagai regresi linier sederhana (Noor, 2011). Rumus regresi linear sederhana (Sugiyono, 2019) adalah:

$$Y = a + bX \quad (2)$$

$$a = \frac{(\sum X_i^2)(\sum Y_i) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (3)$$

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (4)$$

$a$  merupakan konstanta,  $b$  merupakan koefisien regresi,  $X$  merupakan variabel independen atau prediktor (MJO),  $Y$  merupakan variabel dependen atau prediktan (Jumlah MCC), dan  $n$  merupakan banyaknya data. Variabel independen yang digunakan adalah data amplitudo bulanan fase 4 dan fase 5 merupakan jumlah rata-rata harian satu bulan kemudian dibagi dengan banyaknya hari. Sedangkan, untuk variabel dependen merupakan jumlah kejadian MCC selama satu bulan, data MCC ini bersumber dari data citra sateli yang telah diolah sesuai dengan algoritma untuk kategori MCC. Variabel independen dan variabel dependen ini kemudian menjadi data yang digunakan untuk di olah dalam software SPSS statistics 25.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Jumlah Kejadian MCC

Berikut jumlah kemunculan MCC yang telah diolah dengan karakteristik MCC pada lokasi wilayah Maluku dan sekitarnya selama bulan Januari hingga Juli pada tahun 2017 – 2021.

**Tabel 1** Jumlah kejadian MCC pada Bulan Januari – Juni selama tahun 2017 – 2021 (Sumber: data premier terolah, 2023)

Bulan	Jumlah kejadian MCC					Total kejadian
	2017	2018	2019	2020	2021	
Januari	1	2	4	2	1	10
Februari	1	2	0	7	3	13
Maret	6	4	3	1	1	15
April	7	2	1	3	1	14
Mei	1	7	4	4	2	18
Juni	2	0	0	0	0	2

Tabel 1 menunjukkan jumlah kejadian MCC selama bulan Januari hingga Juli selama tahun 2017-2021. Jumlah kejadian MCC terbanyak terjadi pada bulan Mei sebanyak 18 kejadian, Maret 15 Kejadian, April sebanyak 14 kejadian, Februari 13 kejadian, dan Januari 10 kejadian serta terendah pada bulan Juni sebanyak 2 kejadian.

Maluku dan sekitarnya termasuk dalam pola musim hujan monsunal dan beberapa lokasi memiliki pola musim hujan lokal, dimana puncak curah hujan tinggi pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF). Kejadian MCC pada bulan Januari dan Februari cukup banyak karena pada bulan tersebut wilayah Maluku memasuki musim hujan. Kejadian MCC cukup dominan pada musim transisi atau pancaroba. Bulan Maret, April dan Mei kejadian MCC cukup dominan karena pada kondisi musim transisi ini kondisi atmosfer lebih labil. Kondisi atmosfer yang labil ini mengakibatkan kejadian MCC masih dominan terjadi meski wilayah Maluku sudah tidak termasuk dalam musim hujan.

**Tabel 2** Jumlah kejadian MCC pada Bulan Juli – Desember selama tahun 2017 – 2021 (Sumber: data premier terolah, 2023)

Bulan	Jumlah kejadian MCC					Total kejadian
	2017	2018	2019	2020	2021	
Juli	2	0	0	1	2	5
Agustus	0	0	0	0	1	1
September	1	0	0	0	1	2
Oktober	0	0	0	0	1	1
November	3	3	0	0	3	9
Desember	2	5	3	1	3	14

Tabel 2 menunjukkan jumlah kejadian MCC pada Juni-Juli-Agustus memiliki jumlah yang sedikit. Hal tersebut dikarenakan wilayah Maluku memasuki musim kemarau, dimana massa udara dari Australia bersifat kering sehingga kurang mendukung dalam pembentukan awan di wilayah Maluku. Jumlah kejadian MCC semakin meningkat pada bulan November yaitu 9 kejadian dan bulan Desember yaitu 14 kejadian karena wilayah Maluku mulai memasuki musim penghujan. Jumlah kejadian MCC setiap bulan ini juga nantinya akan menjadi dependen / variabel tidak bebas pada dalam mencari persamaan regresi linier sederhana, untuk mencari pengaruh MJO terhadap kemunculan MCC.

### 3.2 Data Amplitudo MJO Bulanan Fase 4 dan 5

Dalam penulisan ini variabel bebas atau independen (X) adalah nilai amplitudo MJO setiap hari selama bulan Januari sampai Desember 2017-2021. Dalam menentukan variabel bebas atau independen (X) yaitu dengan cara mengambil data harian amplitudo MJO setiap bulan, saat MJO berada pada fase 4 dan 5, lalu mencari data bulanan amplitudo dengan menjumlah rata-rata harian satu bulan kemudian dibagi dengan banyaknya hari pada bulan tersebut.

**Tabel 3** Data rata-rata Amplitudo MJO pada saat Fase 4 dan 5 pada Bulan Januari – Desember selama tahun 2017 – 2021 (Sumber: data premier terolah, 2023)

Bulan	Rata-Rata Nilai Amplitudo MJO saat Fase 4 dan 5				
	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	0,96888	1,81921	1,60725	2,65284	0,79838
Februari	1,96092	0,00000	0,00000	1,29942	1,05281
Maret	1,10429	0,69544	1,29956	1,73581	1,57271
April	0,43134	0,59470	1,87163	1,25494	1,51647
Mei	0,40026	1,71380	1,62072	1,25337	1,63296
Juni	0,74163	1,08672	1,26869	0	0
Juli	0,78265	1,74279	0	1,04416	1,50818
Agustus	0,80771	0,70650	1,33968	1,39541	0
September	0,64139	0,67200	1,12693	1,08350	1,25926
Oktober	2,45726	0,43375	1,07221	1,83631	1,73230
November	0,93068	1,54380	2,00066	0,88453	1,11223
Desember	1,68572	2,4788885	0,497351	1,01988584	1,593407

Pada Tabel 3 memperlihatkan rata-rata nilai amplitudo pada saat MJO berada pada fase 4 dan fase 5. Data ini merupakan variabel independen (X) untuk dilihat hubungan dengan kejadian MCC atau variabel dependen (Y). Kemudian data variabel bebas (X) yang merupakan data amplitudo MJO (Tabel 3) dan data variabel tidak bebas (Y) yang merupakan data jumlah kemunculan MCC pada bulan yang sama menjadi data input data aplikasi SPSS Statistics 25.

### 3.3 Pengaruh MJO Terhadap Jumlah Kejadian MCC

Pengaruh MJO terhadap jumlah kemunculan MCC dihasilkan dalam bentuk hasil persamaan regresi linier sederhana dalam Tabel 4 berikut.

**Tabel 4** Hasil Persamaan Regresi Linier Sederhana MJO dan Jumlah Kemunculan MCC tahun 2017 – 2021

No	Bulan	Persamaan Regresi Linier Sederhana
1	Januari	$Y = 0,943 + 0,546X$
2	Februari	$Y = 1,499 + 0,813X$
3	Maret	$Y = 8,017 - 3,915 X$
4	April	$Y = 6,234 - 3,029X$
5	Mei	$Y = -0,319 - 3,110X$
6	Juni	$Y = 0,294 + 0,172X$
7	Juli	$Y = 0,700 + 0,295X$
8	Agustus	$Y = 0,602 - 0,237X$
9	September	$Y = 0,438 - 0,040X$
10	Oktober	$Y = 0,058 + 0,094X$
11	November	$Y = 3,087 - 0,994X$
12	Desember	$Y = 2,259 + 0,600X$

Berdasarkan Tabel 4 tersebut menunjukkan bahwa pengaruh positif terjadi pada Januari, Februari, Juni, Juli, Oktober dan Desember. Pengaruh positif yang terjadi pada bulan Januari, Februari, Juni, Juli, oktober dan Desember ini menyatakan bahwa semakin tinggi peningkatan 1 satuan pada nilai amplitudo MJO maka jumlah kemunculan MCC semakin bertambah. Karena nilai koefisien regresi bernilai positif, maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai peningkatan amplitudo MJO (X) berpengaruh terhadap jumlah kemunculan MCC. Pada bulan Maret, April, Mei, Agustus, September, dan November menunjukkan hasil pengaruh negatif yang menyatakan setiap peningkatan 1 satuan pada nilai amplitudo MJO maka jumlah kemunculan MCC mengalami penurunan.

Koefisien determinasi menunjukkan seberapa besar kontribusi pengaruh MJO terhadap kemunculan MCC. Koefisien determinasi ini menunjukkan besar persentase pengaruh variabel bebas atau independen terhadap variabel terikat atau dependen. Hasil koefisien determinasi ini merupakan hasil pengkuadratan korelasi (R). Dari hasil tersebut diketahui nilai koefisien determinasi ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5** Hasil nilai koefisien determinasi MJO dan kejadian MCC tahun 2017-2021

No	Bulan	Koefisien Determinasi	Persentase (%)
1	Januari	0,096	9,6
2	Februari	0,093	9,3
3	Maret	0,567	56,7
4	April	0,551	55,1
5	Mei	0,401	40,1
6	Juni	0,013	1,3
7	Juli	0,040	4,0
8	Agustus	0,060	6,0
9	September	0,000	0,0
10	Oktober	0,027	2,7
11	November	0,082	8,2
12	Desember	0,104	10,4

Berdasarkan hasil koefisien determinasi pada tabel 4.14 diperoleh nilai persentase koefisien determinasi tertinggi terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 0.567, yang mengandung arti bahwa pengaruh nilai amplitudo terhadap jumlah kemunculan MCC sebesar 56,7%. Sedangkan sisanya dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti suhu permukaan laut, pola gerakan angin pada peta streamline, dan gangguan cuaca lain yang berpengaruh dalam pembentukan kluster awan MCC. Hasil koefisien determinasi terbesar selanjutnya pada bulan April sebesar 0.551, yang mengandung arti bahwa pengaruh

nilai amplitudo terhadap jumlah kemunculan MCC pada bulan April yaitu sebesar 55,1%, sedangkan sisanya faktor kejadian MCC dapat terjadi disebabkan oleh gangguan fenomena cuaca lainnya. Koefisien determinasi tertinggi selanjutnya pada bulan Mei yaitu sebesar 0.401, yang mengandung arti bahwa pengaruh nilai amplitudo terhadap jumlah kemunculan MCC pada bulan Mei yaitu sebesar 40,1%. Selanjutnya koefisien determinasi terbesar terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 0.104, yang mengandung arti bahwa pengaruh nilai amplitudo terhadap jumlah kemunculan MCC sebesar 10,4%. sedangkan sisanya faktor kejadian MCC dapat terjadi disebabkan oleh gangguan fenomena cuaca lainnya. Fenomena cuaca seperti anomali suhu permukaan laut, pola tekanan rendah dan pola siklonik peta streamline pada wilayah kejadian, faktor fenomena cuaca lokal seperti pengaruh efek orografi dan luas wilayah dapat mempengaruhi pembentukan awan konvektif khususnya pembentukan MCC pada wilayah tersebut.

Nilai koefisien determinasi terendah terjadi pada bulan September sebesar 0.000, yang mengandung arti bahwa pengaruh nilai amplitudo terhadap jumlah kemunculan MCC sebesar 0,0%. Hasil ini memprediksi bahwa pada bulan September nilai amplitudo MJO tidak mempengaruhi terhadap jumlah kemunculan MCC, namun kejadian MCC dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti lama suhu permukaan laut, pola gerakan angin peta *streamline*, dan gangguan cuaca lain yang berpengaruh dalam pembentukan kluster awan MCC. Koefisien determinasi terendah selanjutnya terjadi pada bulan Juni sebesar 0.013, yang mengandung arti bahwa pengaruh MJO terhadap kemunculan MCC adalah sebesar 1,3%, sedangkan sisanya faktor kejadian MCC pada bulan Juni dapat terjadi disebabkan oleh gangguan fenomena cuaca lainnya. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian keterkaitan pada saat MJO aktif dengan adanya kejadian MCC (Muhlis & Mulsandi, 2017). Menurut penelitian Matandung dkk. (2023) kondisi curah hujan pada saat fase MJO aktif hanya mempengaruhi sebesar 34,1% untuk wilayah yang dilalui dan juga MJO mempengaruhi ketinggian gelombang pada wilayah yang dilalui pada saat kondisi MJO fase aktif di kuadran 4 dan 5 (J dkk., 2020). Kejadian MCC ini dominan dapat menyebabkan peningkatan curah hujan pada wilayah yang dilaluinya, sehingga dapat mengakibatkan dampak potensi bencana hidrometeorologi (Diniyati & Haryanto, 2021; Trismidianto dkk., 2016)

#### IV. KESIMPULAN

Hasil persamaan regresi linier sederhana menunjukkan hubungan pengaruh MJO dengan kemunculan MCC pada wilayah Maluku. Dimana pengaruh positif terjadi pada Januari, Februari, Juni, Juli, Oktober dan Desember. Hal ini menyatakan bahwa semakin tinggi peningkatan 1 satuan pada nilai amplitudo MJO maka jumlah kemunculan MCC semakin bertambah. Pada bulan Maret, April, Mei, Agustus, September, dan November menunjukkan hasil pengaruh negatif yang menyatakan setiap peningkatan 1 satuan pada nilai amplitudo MJO maka jumlah kemunculan MCC mengalami penurunan. Koefisien determinasi pengaruh MJO terhadap MCC pada wilayah Maluku besar tertinggi terjadi pada bulan Maret (56,7%), April (55,1%), Mei (40,1%) dan Desember (10,4%). Sedangkan terendah terjadi pada bulan September (0%), Juni (1,3%), Oktober (2,7%) dan Juli (4,0%)

Pengaruh MJO terhadap kemunculan MCC ini sangat kecil, hal ini diakibatkan kemunculan MCC disebabkan oleh faktor lain selain MJO yang membantu dalam pembentukan kluster awan MCC. Selanjutnya kejadian MCC di wilayah Maluku dan sekitarnya pada tahun 2017 – 2021 dominan terjadi pada bulan Mei yaitu sebanyak 19 kejadian MCC, lalu bulan Maret dan Desember sebanyak 15 kejadian MCC dan bulan April sebanyak 14 kejadian MCC. Kejadian MCC terendah terjadi pada bulan Agustus dan Oktober sebanyak 2 kejadian MCC. Dampak kejadian MCC ini cukup berbahaya bagi kondisi lingkungan yang dilalui, diharapkan dengan mengetahui jumlah kejadian MCC dapat mengurangi kejadian bencana hidrometeorologi khususnya pada wilayah Maluku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Blamey, R. C., & Reason, C. J. C. (2012). Mesoscale convective complexes over Southern Africa. *Journal of Climate*, 25(2), 753–766. <https://doi.org/https://doi.org/10.1175/JCLI-D-10-05013.1>
- Carvalho, L. M. V., & Jones, C. (2002). A Satellite Method to Identify Structural Properties of Mesoscale Convective Systems Based on the Maximum Spatial Correlation Tracking Technique (MASCOTTE). *Journal of Applied Meteorology*, 40(10), 1683–1701. [https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2001\)040<1683:asmtis>2.0.co;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040<1683:asmtis>2.0.co;2)

- Diniyati, E., & Haryanto, Y. (2021). KELUWIH: Jurnal Sains dan Teknologi. *KELUWIH: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24123/saintek.v2i2.4541>
- Ismanto, H. (2011). *Karakteristik Kompleks Konvektif Skala Meso Di Benua Maritim* (Vol. 22409008). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- J, R., Arsyad, M., & Tiwow, V. A. (2020). Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) terhadap Tinggi Gelombang Laut di Selat Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 3, 52–55.
- Machado, L. A. T., Rossow, W. B., Guedes, R. L., & Walker, A. W. (2002). Life Cycle Variations of Mesoscale Convective Systems over the Americas. *Monthly Weather Review*, 126(6), 1630–1654. [https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1998\)126<1630:lcvomc>2.0.co;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0493(1998)126<1630:lcvomc>2.0.co;2)
- Madden, R. A., & Julian, P. R. (1971). Detection of a 40–50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 28, 702–708.
- Madden, R. A., & Julian, P. R. (1994a). Observations of the 40–50-Day Tropical Oscillation—A Review. *Monthly Weather Review*, 122, 814–837.
- Madden, R. A., & Julian, P. R. (1994b). Observations of the 40–50-day tropical oscillation - A review. *Monthly Weather Review*, 122(5), 814–837.
- Maddox, R. A. (1980). Mesoscale convective complexes ( USA). In *Bulletin, American Meteorological Society* (Vol. 61, Issue 11).
- Matandung, R., Sujiono, E. H., & Subaer, S. (2023). Analysis of Madden-Julian Oscillation (MJO) on extreme rainfall event in the west coastal south Sulawesi for mitigation disaster. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 479–486. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.479-486.2023>
- Muhlis, A., & Mulsandi, A. (2017). DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL MESOSCALE CONVECTIVE COMPLEX (MCC) DI INDONESIA SELAMA PERIODE MJO MENGGUNAKAN CITRA SATELIT. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 4(1), 1–7.
- Noor, J. (2011). *Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, Dan Karya Ilmiah*. Kencana Prenada Media Group.
- Orlanski, I. (1975). A Rational Subdivision of Scales for Atmospheric Processes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 56(5), 527–534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0477-56.5.527>
- Purwaningsih, A., Hardjana, T., Hermawan, E., & Fatria Andarini, D. (2020). *Precipitation and Extreme Precipitation Condition during Strong and Weak MJO: Spatial and Temporal Distribution in Indonesia. Dalam Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* (Vol. 21). <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data>
- Saragih, R. W. (2019). Identifikasi Karakteristik Mesoscale Convective Complex (MCC) di Wilayah Tual: Studi Kasus Hujan Lebat 18 Januari 2019. *Positron*, 9(1), 27. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/positron.v9i1.32747>
- Sarwono, J. (2012). *METODE RISET SKRIPSI PENDEKATAN KUANTITATIF Menggunakan Prosedur SPSS*. Alex Media Komputindo.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan : (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan*. Alfabeta.
- Trismidianto, Hadi, T. W., Ishida, S., Moteki, Q., Manda, A., & Iizuka, S. (2016). Development Processes of Oceanic Convective Systems Inducing the Heavy Rainfall over the Western Coast of Sumatra on 28 October 2007. *SOLA*, 12(0), 6–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.2151/sola.2016-002>
- Trismidianto, Yulihastin, E., Satyawardhana, H., Nugroho, J. T., & Ishida, S. (2017). The Contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime Continent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012027>
- Wheeler, M. C., & Hendon, H. H. (2004). An all-season real-time multivariate MJO index: Development of an index for monitoring and prediction. *Monthly Weather Review*, 132(8), 1917–1932. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(2004\)132<1917:AARMMI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(2004)132<1917:AARMMI>2.0.CO;2)