**Jurnal Fisika Unand (JFU)**
Vol. 15, No. 3, Mei 2026, hal. 289 – 299
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
https://doi.org/10.25077/jfu.15.3.289-299.2026

Open Access

# Analisis Pengaruh *Madden-Julian Oscillation* (MJO) Terhadap Curah Hujan Ekstrem di Wilayah Kepulauan Kei Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Hidrometeorologi

**Devika Meilona Adianssye Mannu[1,2]*, Jasruddin[2], Pariabti Palloan[2]**
[1]Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG),
Stasiun Meteorologi Karel Sadsuitubun Maluku Tenggara, 97810, Indonesia
[2]Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

**Info Artikel**

***Histori Artikel:***
Diajukan: 18 Januari 2026
Direvisi: 20 April 2026
Diterima: 28 Mei 2026

***Kata kunci:***
Bencana Hidrometeorologi
Curah Hujan Ekstrem
*Madden-Julian Oscillation* (MJO)
Nilai Ambang Batas

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji dampak penjalaran MJO terhadap curah hujan ekstrem sebagai acuan prakiraan dan analisis cuaca khususnya hujan ekstrem dalam upaya mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Kepulauan Kei. Analisis aktivitas MJO terhadap curah hujan ekstrem dalam penelitian ini menggunakan data MJO pada fase 4, 5, dan 6 dengan amplitudo ≥ 1, dan data curah hujan periode tahun 1997 hingga tahun 2023, yang diolah menggunakan metode persentil-98 untuk mendapatkan ambang batas curah hujan ekstrem yang kemudian digunakan untuk menentukan *trend* frekuensi kejadian hujan ekstrem dan pengaruh aktivitas MJO terhadap kejadian hujan ekstrem tersebut. Hasil analisis menunjukkan tren frekuensi kejadian hujan ekstrem yang bernilai negatif, artinya kejadian hujan ekstrem akan berkurang kedepannya. Aktivitas MJO berpengaruh ± 30% terhadap kejadian hujan ekstrem dalam periode tahun 1997 hingga 2023, 70% lainnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Pemanfatan indeks MJO sebagai *early warning* mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Kepulauan Kei adalah dengan memanfaatkan data monitoring dan prakiraan MJO, disertai dengan analisis kondisi dinamika atmosfer.

***Keywords:***
*Extreme Rainfall*
*Hydrometeorological disaster*
*Madden-Julian Oscillation* (MJO)
*Treshold Value*

***Penulis Korespondensi:***
Devika Meilona Adianssye Mannu
Email: devika.mannu@bmkg.go.id

*The research has been done with the purpose to examine the impact of MJO propagation on extreme rainfall as a reference for weather forecasting and analysis, especially on extreme rainfall as an efforts to mitigate hydrometeorological disasters in the Kei Islands region. The analysis of MJO activity on extreme rainfall in this study uses the MJO data of phases 4, 5, and 6 with amplitude ≥ 1, and rainfall data in the period of 1997 to 2023, which is processed using the 98th percentile method to obtain extreme rainfall thresholds which are then used to determine trends in the frequency of extreme rain events and the influence of MJO activity. The results show that the trend in the frequency of extreme rain events has a negative value, meaning that extreme rain events will decrease in the future. MJO activity influences ± 30% of extreme rainfall events in the period 1997 to 2023, the other 70% is influenced by other factors. The use of the MJO index as an early warning for mitigation plan on hydrometeorological disaster in Kei Islands could be done by utilizing MJO monitoring and forecasting data accompanied by analysing the atmospheric dynamic conditions.*

*Copyright © 2026 Author(s).*

## I. PENDAHULUAN

Benua Maritim Indonesia (BMI) merupakan daerah tropis yang sangat strategis karena berada disekitar wilayah katulistiwa sehingga sangat mendukung tingginya aktifitas konvektif di wilayah ini, (Hidayat, 2016). Proses konveksi di sekitar daerah tropis dapat dikatakan sebagai penggerak utama sirkulasi atmosfer melalui penyerapan dan pelepasan panas laten dengan jumlah yang signifikan dalam proses penguapan, (Peatman et al., 2014). Dengan demikian sirkulasi atmosfer di sekitar wilayah katulistiwa sangat kompleks, hal ini mempengaruhi tingginya variabilitas iklim khususnya curah hujan di wilayah Indonesia.

Variasi curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena-fenomena atmosfer skala global, regional, maupun lokal dalam skala waktu dan ruang yang beragam. Salah satu fenomena atmosfer yang mempengaruhi dan menyebabkan variabilitas curah hujan di wilayah Indonesia adalah *Madden Julian Oscillation* (MJO), (Hidayat, 2016). Beberapa penelitian sebelumnya, (Purwaningsih et al., 2020), menyimpulkan bahwa analisis kondisi curah hujan saat MJO kuat dan lemah menunjukkan respon yang berbeda di setiap wilayah baik berdasarkan fase maupun periode waktunya. MJO secara signifikan dapat memodulasi frekuensi dan intensitas kejadian curah hujan ekstrem di Indonesia (Muhammad et al., 2020). Pengaruh MJO aktif pada fase 3, 4, 5, dan 6, cukup signifikan terhadap kejadian hujan ekstrem contohnya seperti di wilayah pesisir barat Sulawesi Selatan, pemanfaatan indeks MJO sebagai peringatan dini mitigasi bencana hidrometeorologi dapat diwujudkan dengan memanfaatkan data monitoring dan prakiraan MJO, disertai analisis kondisi dinamika atmosfer (Matandung, 2022).

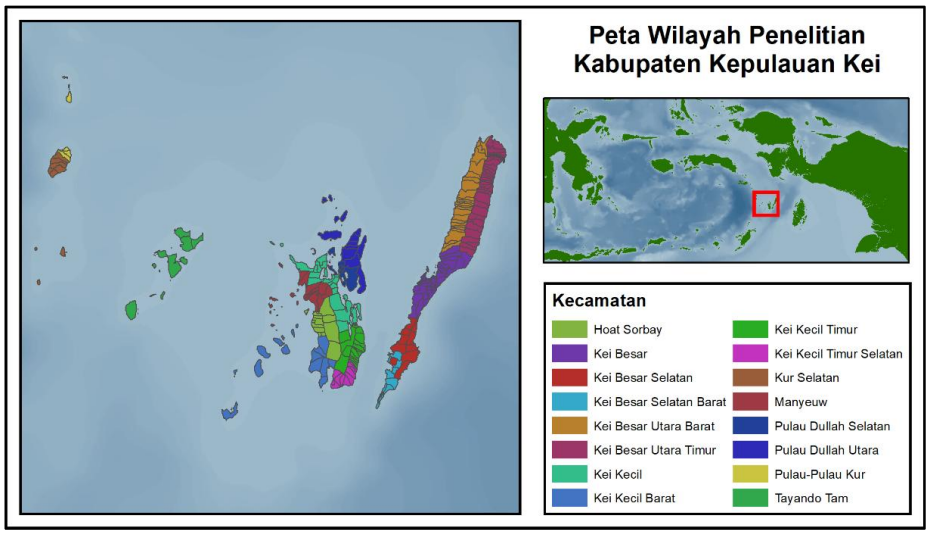
Kajian tentang hubungan MJO terhadap curah hujan di berbagai wilayah di Indonesia secara spesifik telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai metode dan data pendukung. Secara garis besar hasil kajian-kajian tersebut menerangkan bahwa MJO aktif cukup banyak mempengaruhi intensitas curah hujan (Diyah et al., 2019), (Maharani & Rejeki, 2021), namun anomali curah hujan di berbagai daerah di Indonesia yang dipengaruhi oleh aktifitas MJO menunjukkan hasil yang berbeda-beda dikarenakan perbedaan karakteristik dari masing-masing daerah yang menyebabkan adanya perbedaan pada respon curah hujan terhadap penjalaran MJO (Wu & Hsu, 2009).

Daerah kepulauan Kei merupakan salah satu daerah potensi wisata yang sudah ramai dikunjungi wisatawan asing maupun lokal. Pantai-pantainya yang indah dan hasil laut yang beragam merupakan daya tarik yang menjadikan wilayah Kei sebagai daerah wisata potensial yang dapat mendukung pendapatan daerah. Kondisi cuaca dan iklim adalah salah satu faktor utama yang mendukung kelancaran aktifitas wisatawan. Wilayah kepulauan Kei memiliki karakteristik topografi yang unik. Terletak di sebelah tenggara provinsi Maluku, memiliki luas wilayah ini adalah 1.438 $km^2$, sebagian besar wilayahnya terdiri dari lautan. Secara geografis daerah kepulauan Kei berbatasan langsung dengan laut Banda di sebelah barat hingga utara, laut Arafura di sebelah selatan, dan pulau Irian di sebelah timur laut. Topografi kepulauan Kei sangat unik karena hanya terdiri dari pulau-pulau kecil, dan sebagian besar daratannya hanya tersusun atas dataran rendah dan bukit-bukit. Uniknya karakteristik suatu daerah dapat mempengaruhi variabilitas iklim dan cuaca di daerah tersebut, khususnya curah hujan yang memiliki tingkat keragaman tinggi jika ditinjau berdasarkan waktu dan lokasi kejadiannya, (Hidayat & Kizu, 2010). Selain faktor topografis dan geografis, intensitas curah hujan di wilayah kepulauan Kei umumnya dipengaruhi oleh fenomena atmosfer skala global, regional, hingga lokal.

Data hasil pengamatan curah hujan dari stasiun pengamatan cuaca, Stasiun Meteorologi Karel Sadsuitubun Maluku Tenggara, menunjukan pada periode musim hujan dan musim peralihan terjadi sejumlah kejadian cuaca ekstrem yang biasanya ditandai dengan hujan lebat disertai angin kencang dan gelombang yang dapat memicu bencana hidrometeorologi. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati dampak penjalaran MJO aktif terhadap curah hujan ekstrem di wilayah kepulauan Kei sebagai upaya mitigasi bencana hidrometeorologi.

## II. METODE

Lokasi penelitian merupakan wilayah kepulauan Kei, yang terletak di Propinsi Maluku, Kabupaten Maluku Tenggara, dengan koordinat 5’75° LS dan 132’73° BT, yang dapat dilihat pada Gambar 1.




**Gambar 1** Peta Wilayah Kepulauan Kei, Kabupaten Maluku Tenggara

Penelitian ini memanfaatkan data curah hujan hasil pengukuran curah hujan di Stasiun Meteorologi Karel Sadsuitubun Maluku Tenggara periode tahun 1997- 2023, dan data MJO fase 4, 5 dan 6 dengan amplitudo (≥ 1), periode tahun 1997 - 2023, yang diunduh dari website *Bureau of Meteorology Research Centre* (BMRC).

Penentuan nilai ekstrem batas atas dilakukan dengan metode persentil-98 sesuai instruksi *World Meteorological Office* (WMO), seperti pada persamaan berikut:

$$P^{98} = \frac{i(n+1)}{100} \tag{1}$$

Keterangan:
$P^{98}$ = Persentil ke-98
$i$ = bilangan bulat kurang dari 100 (1,2,3,4,5,6,7,8,9,...,98)
$n$ = banyaknya data

Selanjutnya dilakukan identifikasi frekuensi kejadian curah hujan ekstrem dengan menghitung total jumlah curah hujan yang memiliki ≥ *threshold* curah hujan ekstrem persentil 98. Banyaknya kejadian curah hujan ekstrem dapat dicari dengan persamaan:

$$F = \Sigma(r \geq p^{98}) \tag{2}$$

Keterangan:
$F$ = Frekuensi
$\sum (R \geq P^{98})$ = Jumlah kejadian curah hujan ekstrem hasil perhitungan persentil 98

Perhitungan dengan ketentuan pada Persamaan (2) dilakukan setiap tahunnya untuk mendapatkan perbedaan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem setiap tahunnya.

Curah hujan ekstrem tertinggi tiap tahun dan jumlah kejadian tiap tahunnya disusun sebagai *data series* yang kemudian dicari nilai *trend*-nya dengan fungsi "SLOPE" di *Microsoft Excel.* Nilai *trend* positif dapat diartikan sebagai kenaikan, sedangkan negatif adalah penurunan.

Selanjutnya untuk melihat seberapa besar pengaruh aktifitas MJO terhadap curah hujan ekstrem, pada periode musim hujan, periode musim peralihan, dan periode musim kemarau, dihitung menggunakan rumus persentase di *Microsoft Excel*, sebagai berikut:

$$a = \frac{\text{Frekuensi kejadian CH ekstrem saat MJO}}{\text{Frekuensi kejadian CH ekstrem (10)}} \tag{3}$$

$$b = 100\% - a \tag{4}$$

Keterangan:
*a* = persentase pengaruh aktifitas MJO terhadap kejadian CH ekstrem
*b* = persentase pengaruh non MJO terhadap kejadian CH ekstrem
*CH* = curah hujan

Hasilnya kemudian dibuat dalam diagram lingkaran untuk melihat lebih jelas perbedaan kejadian curah hujan ekstrem yang terjadi akibat pengaruh aktifitas MJO dan kejadian curah hujan ekstrem akibat fenomena lain.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Analisis Pengaruh Aktivitas MJO Terhadap Curah Hujan Ekstrem

Untuk melihat pengaruh aktivitas MJO terhadap curah hujan ekstrem, sebelumnya perlu dilakukan analisis *trend* frekuensi kejadian curah hujan ekstrem harian di wilayah kepulauan Kei dengan mencari nilai ambang batas menggunakan metode statistik persentil-98.

#### 3.1.1 Nilai Ambang Batas Curah Hujan Ekstrem

Berdasarkan pengolahan data dengan metode persentil-98 maka nilai ambang batas curah hujan ekstrem harian wilayah Kepulauan Kei dapat dilihat pada Tabel 1, berikut:

**Tabel 1** Nilai Ambang Batas Curah Hujan Ekstrem Periode 1997-2023

| Bulan | Nilai Ambang Batas (Persentil-98) |
|---|---|
| Januari | 73 |
| Februari | 64 |
| Maret | 69 |
| April | 68 |
| Mei | 68 |
| Juni | 69 |
| Juli | 46 |
| Agustus | 20 |
| September | 36 |
| Oktober | 37 |
| November | 50 |
| Desember | 61 |

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai ambang batas curah hujan ekstrem harian umumnya mengikuti pola musim di wilayah kepulauan Kei, yang mana nilai ambang batas tertinggi terjadi pada periode musim hujan (Desember, Januari, Februari, Maret) dan pada periode musim peralihan (April, Mei, Juni, dan November). Nilai ambang batas tertinggi mencapai 73 mm/hari pada bulan Januari, dan terendah terjadi pada puncak musim kemarau yaitu bulan Agustus dengan nilai 20 mm/hari.

#### 3.1.2 Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem

Dari hasil penentuan nilai ambang batas curah hujan ekstrem, maka selanjutnya dapat dihitung frekuensi kejadian curah hujan ekstrem setiap tahun seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2:

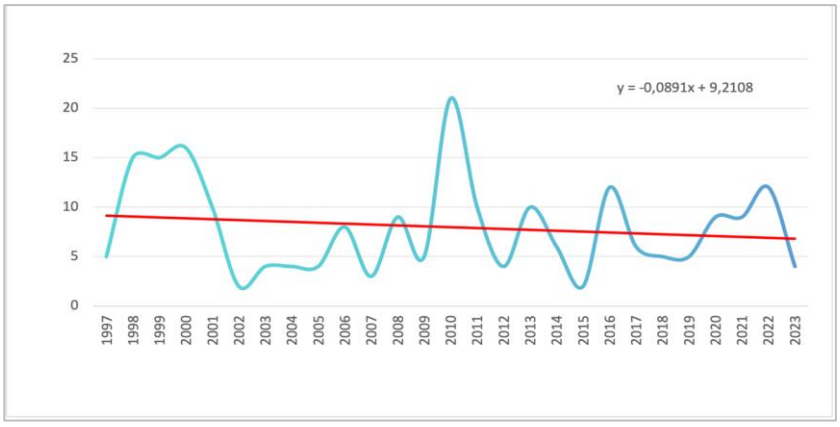
**Tabel 2** Total Frekuensi Kejadian Curah Hujan Esktrem Harian

| Bulan | Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem |
|---|---|
| Januari | 18 |
| Februari | 17 |
| Maret | 20 |
| April | 13 |
| Mei | 20 |
| Juni | 16 |
| Juli | 17 |
| Agustus | 20 |
| September | 18 |
| Oktober | 18 |
| November | 18 |
| Desember | 20 |
| Total Kejadian | 215 |

Dapat dilihat bahwa Tabel 2 menunjukkan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem yang berbeda setiap bulannya, dengan total 215 kejadian. Tercatat kejadian curah hujan ekstrem terbanyak terjadi pada bulan Maret, Agustus, dan Desember, masing-masing 20 kejadian per bulan. Kejadian curah hujan ekstrem paling sedikit tercatat pada bulan April yaitu sebanyak 13 kejadian.

### 3.1.3 Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem

Berdasarkan nilai ambang batas curah hujan ekstrem harian (Tabel 1) dan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem harian (Tabel 2) maka dapat dilihat gambaran *trend* kejadian curah hujan ekstrem di wilayah kepulauan Kei periode tahun 1997 hingga tahun 2023, seperti pada Gambar 2, berikut:




**Gambar 2** *Trend* Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem Tahun 1997-2023

Gambar 2 menunjukkan kejadian curah hujan ekstrem paling tinggi terjadi pada tahun 2010 dengan total 21 kejadian, selanjutnya pada tahun 2000 dengan total 20 kejadian, dan tahun 1999 dengan total 19 kejadian. Kejadian curah hujan esktrem paling sedikit terjadi pada tahun 2002 dan 2015 dengan total 3 kejadian masing-masing tahun. Dari Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa *trend* kejadian curah hujan esktrem di wilayah kepulauan Kei bernilai negatif (-0,0891). Hal ini menandakan kecenderungan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem semakin berkurang pada masa yang akan datang, dengan laju penurunan sebesar 0,0891 kejadian/tahun atau ± 8 kejadian tiap 100 tahun.

### 3.1.4 Nilai Ambang Batas Curah Hujan Ekstrem Saat MJO Aktif

Untuk melihat pengaruh aktivitas MJO pada kejadian curah hujan ekstrem, maka dilakukan metode yang sama yaitu menentukan nilai ambang batas curah hujan ekstrem yang datanya disaring berdasarkan kejadian MJO aktif pada fase 4, 5, 6 (amplitudo ≥ 1), seperti pada Tabel 3, berikut:

**Tabel 3** Nilai Ambang Batas Curah Hujan Ekstrem Periode 1997-2023

| Bulan | Nilai Ambang Batas (Persentil-98) |
|---|---|
| Januari | 79 |
| Februari | 67 |
| Maret | 78 |
| April | 88 |
| Mei | 62 |
| Juni | 71 |
| Juli | 36 |
| Agustus | 19 |
| September | 36 |
| Oktober | 49 |
| November | 53 |
| Desember | 61 |

Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa secara umum nilai ambang batas curah hujan ekstrem saat MJO aktif, lebih besar jika dibandingkan dengan nilai ambang batas curah hujan harian selama periode tahun 1997 – 2023 (Tabel 1). Peningkatan ini menandakan bahwa aktifnya MJO berdampak pada peningkatan nilai ambang batas curah hujan ekstrem di wilayah kepulauan Kei. Secara umum, peningkatan nilai ambang batas terjadi pada bulan Januari hingga April, selanjutnya terjadi penuruan nilai ambang batas seperti pada bulan Mei, Juli, Agustus dan November, dan tidak ada perubahan akibat aktifitas MJO pada bulan September dan bulan Desember.

### 3.1.5 Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem Saat MJO Aktif

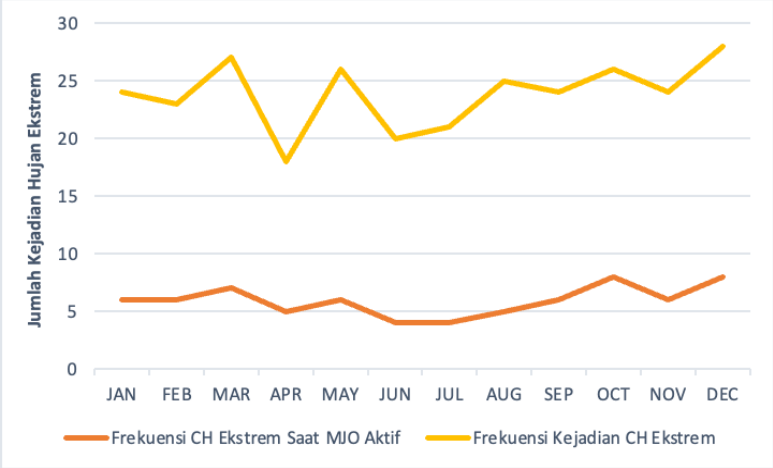
Berdasarkan nilai ambang batas pada Tabel 3, maka dapat dicari persentase frekuensi kejadian curah hujan ekstrem saat MJO aktif selama periode tahun 1997 sampai 2023 setiap bulannya seperti pada Tabel 4, berikut:

**Tabel 4** Nilai Ambang Batas Curah Hujan Ekstrem Periode 1997-2023

| Bulan | Frekuensi Kejadian Hujan Ekstrem Saat MJO Aktif |
|---|---|
| Januari | 6 |
| Februari | 6 |
| Maret | 7 |
| April | 5 |
| Mei | 6 |
| Juni | 4 |
| Juli | 4 |
| Agustus | 5 |
| September | 6 |
| Oktober | 8 |
| November | 6 |
| Desember | 8 |
| Total Kejadian | 71 |

Dari Tabel 4 dapat dilihat frekuensi kejadian curah hujan ekstrem saat MJO aktif dengan total 71 kejadian. Kejadian paling banyak tercatat pada bulan Oktober dan Desember dengan total paling banyak 8 kejadian, berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Total kejadian paling sedikit tercatat pada bulan Juni dan Juli dengan jumlah 4 kejadian di masing-masing bulan.

Berdasarkan Tabel 2, dan Tabel 4 maka, dibuatlah grafik seperti pada Gambar 3, berikut:



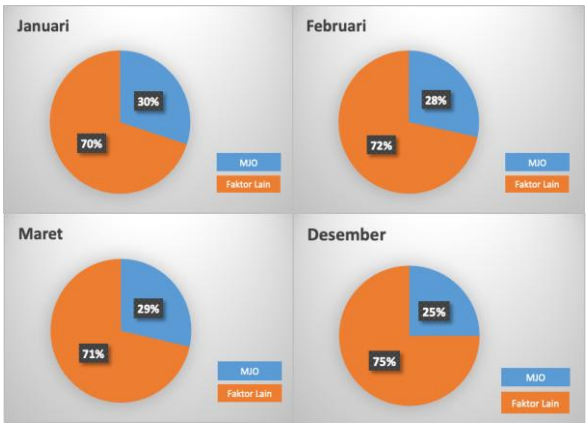

**Gambar 3** Frekuensi Kejadian Hujan Ekstrem Berdasarkan Nilai Ambang Batas CH Ekstrem dan Nilai Ambang Batas CH Ekstrem saat MJO Aktif

Berdasarkan Gambar 3 maka, dapat dilihat grafik frekuensi kejadian hujan ekstrem berdasarkan nilai ambang batas yang telah di tentukan sebelumnya, dan grafik frekuensi kejadian hujan ekstrem pada saat MJO aktif. Dari dua pola ini dapat dilihat terjadi peningkatan kejadian hujan ekstrem pada bulan Maret, Mei, Agustus, Oktober, dan Desember. Penurunan kejadian hujan esktrem paling signifikan terlihat pada bulan April, dan penurunan kejadian hujan ekstrem saat MJO aktif terlihat pada bulan Juni dan Juli. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh MJO kurang signifikan pada bulan April, Juni, dan Juli atau pada periode musim peralihan.

Selanjutnya frekuensi kejadian curah hujan ekstrem yang dipengaruhi oleh aktivitas MJO diolah ke dalam bentuk persenan berdasarkan (Tabel 2 dan Tabel 4) per-periode musim, sehingga dapat dilihat berapa persen pengaruh aktivitas MJO terhadap kejadian hujan ekstrem.

a. Periode Musim Hujan (Januari, Februari, Maret, Desember)

Frekuensi kejadian hujan ekstrem periode musim hujan dapat dilihat pada Gambar 4, berikut:

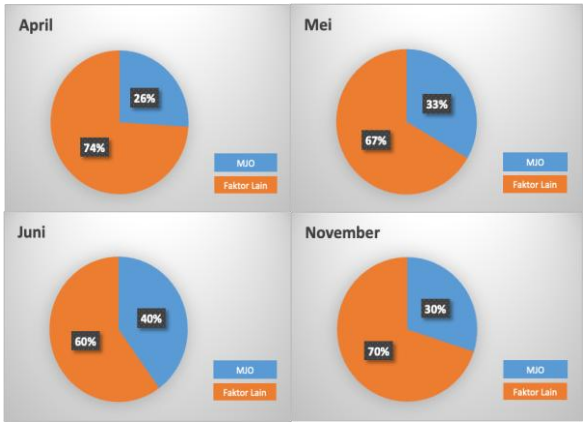



**Gambar 4** Persentase Frekuensi Kejadian CH Ekstrem saat MJO Aktif (Periode Musim Hujan)

Nilai persentase pengaruh aktivitas MJO terhadap frekuensi kejadian curah hujan ekstrem periode musim hujan dapat dilihat pada Gambar 4. Rata-rata pengaruh aktivitas MJO pada kejadian curah hujan ekstrem adalah sebesar 28%.

b. Periode Musim Peralihan (April, Mei, Juni, November)

Frekuensi kejadian hujan ekstrem periode musim peralihan dapat dilihat pada Gambar 5.

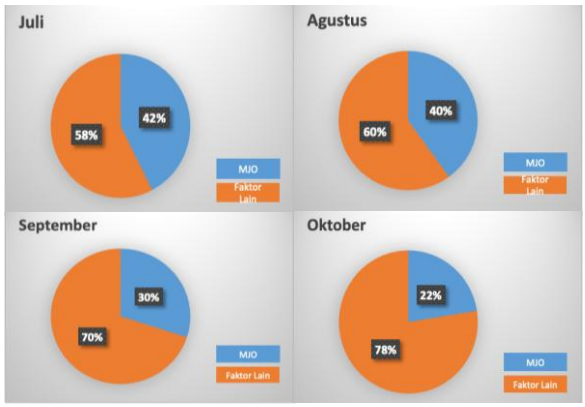



**Gambar 5** Persentase Frekuensi Kejadian CH Ekstrem saat MJO Aktif (Periode Musim Peralihan)

Nilai persentase pengaruh aktivitas MJO terhadap frekuensi kejadian curah hujan ekstrem periode musim peralihan dapat dilihat pada Gambar 5. Rata-rata pengaruh aktivitas MJO pada kejadian curah hujan ekstrem adalah sebesar 32%.

c. Periode Musim Kemarau (Juli, Agustus, September, Oktober)

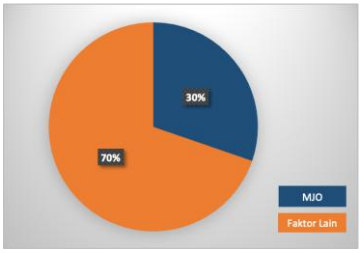
Frekuensi kejadian hujan ekstrem periode musim kemarau dapat dilihat pada Gambar 6.




**Gambar 6** Persentase Frekuensi Kejadian CH Ekstrem saat MJO Aktif (Periode Musim Kemarau)

Nilai persentase pengaruh aktivitas MJO terhadap frekuensi kejadian curah hujan ekstrem periode musim kemarau dapat dilihat pada Gambar 6. Rata-rata pengaruh aktivitas MJO pada kejadian curah hujan ekstrem adalah sebesar 34%, dan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya dengan nilai rata-rata sebesar 67%.

Dengan demikian pengaruh aktivitas MJO pada saat kejadian curah hujan ekstrem di wilayah Kepulauan Kei berdasarkan data curah hujan periode tahun 1997 hingga tahun 2023, dapat dilihat pada Gambar 7, berikut:



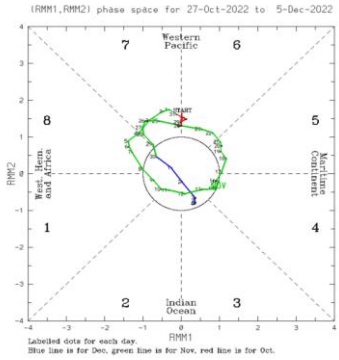

**Gambar 7** Rata-Rata Frekuensi Kejadian Curah Hujan Ekstrem saat MJO Aktif (tahun 1997-2023).

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa pengaruh aktifitas MJO pada kejadian curah hujan ekstrem di wilayah Kepulauan Kei adalah sebesar 30%, selain itu kejadian curah hujan ekstrem juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya dengan nilai sebesar 70%.

### 3.2 Pemanfaatan Indeks MJO Sebagai Peringatan Dini Mitigasi Bencana Hidrometeorologi di Wilayah Kepulauan Kei

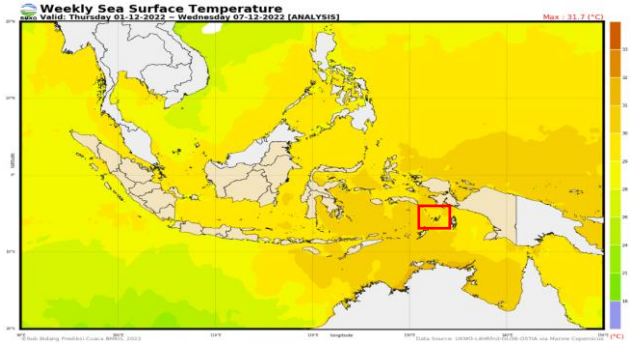
Pemanfaatan indeks MJO dalam membuat prakiraan hujan ekstrem sebagai upaya mitigasi bencana hidrometeorologi, dilakukan dengan cara simulasi studi kasus pada kejadian hujan ekstrem tanggal 1 Desember 2022 di wilayah Kei Besar. Beberapa parameter yang dianalisis diantaranya, MJO pada skala global, *sea surface temperature* (SST), dan angin lapisan 3000 feet.

Dalam penelitian ini data MJO yang digunakan adalah MJO pada fase 4, 5, dan 6 dengan amplitudo ≥ 1, sehingga pada simulasi studi kasus tanggal 1 Desember 2022 juga akan dilihat apakah MJO aktif pada fase-fase tersebut (Gambar 9) dan mempengaruhi kejadian hujan ekstrem.



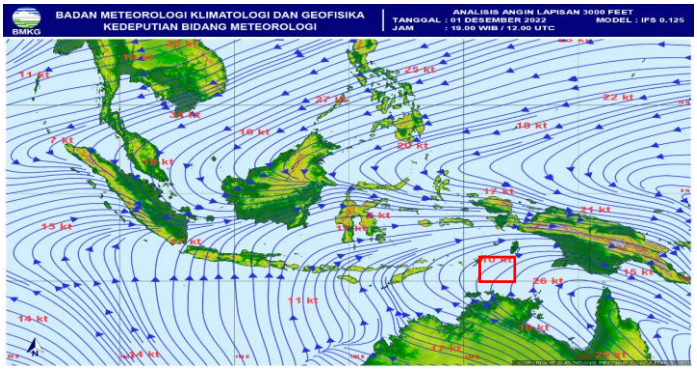

**Gambar 8** Diagram Fase MJO Periode 27 Oktober 2022 – 5 Desember 2022
*(Sumber: BOM)*

Diagram fase MJO 90 harian periode Oktober hingga Desember 2022 pada Gambar 8 menunjukkan propagasi MJO aktif dengan indeks ≥ 1 terlihat dimulai pada tanggal 12 sampai 29 November 2022. MJO aktif (amplitudo ≥ 1) pada fase 4 sekitar tanggal 12 November, kemudian bergerak ke fase 5 pada tanggal 13 hingga 21 November, dan terus bergerak ke fase 6 pada tanggal 22 hingga 29 November. Propagasi MJO tersebut berdampak pada peningkatan curah hujan di kepulauan Kei.




**Gambar 9** Suhu Permukaan Laut Periode Mingguan (Sumber : BMKG)

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat suhu permukaan laut mingguan saat kejadian MJO aktif, yang menunjukkan kondisi permukaan laut di sekitar wilayah kepulauan Kei cenderung hangat, suhu maksimum mencapai 31.7ºC. Hal ini mengindikasikan adanya potensi peningkatan aktivitas penguapan sehingga menambah massa uap air di wilayah tersebut. Dengan demikian sangat mendukung proses pertumbuhan awan, sehingga dapat dikatakan kondisi SST mendukung pertumbuhan awan-awan konvektif di wilayah tersebut.




**Gambar 10** Medan Angin Lapisan 3000 feet (Sumber : BMKG)

Berdasarkan pola angin streamline pada Gambar 10, dapat dilihat bahwa terdapat pola angin konfluen di wilayah Kepulauan Kei, dimana kecepatan angin melambat di lapisan gradient, sehingga terjadi penumpukan massa udara di lokasi tersebut. Hal ini mengindikasikan terjadinyakejadian cuaca signifikan, yang diakibatkan oleh terbentuknya sel – sel awan penghasil hujan pada wilayah tersebut.

Analisis pemanfaatan indeks MJO pada contoh kasus kejadian curah hujan ekstrem di wilayah kepulauan Kei, khususnya pulau Kei Besar pada tanggal 1 Desember 2022 menunjukan bahwa MJO aktif khususnya pada fase 4, 5, dan 6 dengan amplitudo ≥ 1 berdampak pada kejadian hujan ekstrem yang terjadi di wilayah kepulauan Kei. Aktifitas MJO menjadi salah satu pemicu pembentukan sel-sel awan penghasil hujan, didukung oleh fenomena atmosfer lainnya. Hasil ini koheren dengan hasil penelitian (Matandung, 2022) yang mengungkapkan bahwa pengaruh MJO aktif pada fase 3, 4, 5, dan 6, cukup signifikan terhadap kejadian hujan ekstrem contohnya seperti di wilayah pesisir barat Sulawesi Selatan. Shingga dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan indeks MJO sebagai peringatan dini mitigasi bencana hidrometeorologi dapat diwujudkan dengan memanfaatkan data monitoring dan prakiraan MJO, disertai analisis kondisi dinamika atmosfer.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh aktivitas MJO terhadap kejadian curah hujan esktrem, dapat disimpulkan bahwa frekuensi kejadian curah hujan ekstrem di wilayah Kepulauan Kei memiliki *trend* negatif, yang artinya kecenderungan frekuensi kejadian curah hujan ekstrem semakin berkurang pada masa yang akan datang. Pengaruh kejadian MJO aktif pada fase 4, 5, dan 6 terhadap curah hujan ekstrem di wilayah Kepulauan Kei berbeda di setiap periode musim dengan nilai rata-rata sebesar 30%. Pemanfatan indeks MJO sebagai *early warning* mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Kepulauan Kei adalah dengan memanfaatkan data *monitoring* dan prakiraan MJO khususnya pada fase 4, 5, dan 6 dengan amplitudo ≥ 1, disertai dengan analisis kondisi dinamika atmosfer.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak ada.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan.

## PERNYATAAN PENDANAAN

Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus.

## PERNYATAAN PENGGUNAAN AI GENERATIF DAN TEKNOLOGI BERBASIS AI

GPT hanya digunakan untuk mengoreksi kesalahan tata bahasa dan tipografi. Penulis bertanggung jawab penuh atas isi dan integritas publikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

BMKG. (2020). *Medan Angin Lapisan 3000 Feet*. https://web-meteo/bmkg.go.id/id/prakiraan/angin-3000-ft

BMKG. (2020). *Suhu Permukaan Laut Periode Mingguan*. https://web-meteo.bmkg.go.id/id/pengamatan/sea-surface-analysis

BOM. (2020). *Diagram Fase MJO Periode 27 Oktober 2022 - 5 Desember 2022*. https://www.bom.gov.au/climate/mjo/#tabs=Monitoring

Diyah, D. L., Irfana, D. F., & Arie, A. K. (2019). Respons Curah Hujan Terhadap Fenomena Madden Jullian Oscillation (MJO) di Pontianak. *PRISMA FISIKA*, *7*(2), 108–114.

Hidayat, R. (2016). Modulation of Indonesian Rainfall Variability by the Madden-julian Oscillation. *Procedia Environmental Sciences*, *33*, 167–177. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.067

Hidayat, R., & Kizu, S. (2010). Influence of the Madden-Julian Oscillation on Indonesian rainfall variability in austral summer. *International Journal of Climatology*, *30*(12), 1816–1825. https://doi.org/10.1002/joc.2005

Maharani, S., & Rejeki, H. A. (2021). Pengaruh Propagasi Madden-Julian Oscillation (MJO) di Benua Maritim Indonesia (BMI) Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer dan Curah Hujan Di Provinsi Lampung Tahun 2028. Dalam *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* (Vol. 22, Nomor 2).

Peatman, S. C., Matthews, A. J., & Stevens, D. P. (2014). Propagation of the Madden-Julian Oscillation through the Maritime Continent and scale interaction with the diurnal cycle of precipitation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, *140*(680), 814–825. https://doi.org/10.1002/qj.2161

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, Nomor 2). https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.

Matandung, R. (2022). *Analisis MJO (Madden-Julian Oscillation) Terhadap Kejadian Curah Hujan di Wilayah Pesisir Barat Sulawesi Selatan Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Hidrometeorologi*.

Wu, C. H., & Hsu, H. H. (2009). Topographic influence on the MJO in the maritime continent. *Journal of Climate*, *22*(20), 5433–5448. https://doi.org/10.1175/2009JCLI2825.1