



# **PERAN MADDEN-JULIAN OSCILLATION DALAM MEMODULASI POLA CURAH HUJAN HARIAN DAN PROBABILITAS HUJAN EKSTREM DI JAWA TIMUR**

**ASEP ARYA PUTRA**



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Peran Madden-Julian Oscillation dalam Memodulasi Curah Hujan Harian dan Probabilitas Hujan Ekstrem di Jawa Timur” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2026

Asep Arya Putra  
G2401221028



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

ASEP ARYA PUTRA. Peran Madden-Julian Oscillation dalam Memodulasi Pola Curah Hujan Harian dan Probabilitas Hujan Ekstrem di Jawa Timur. Dibimbing oleh SONNI SETIAWAN dan YUDHA SETIAWAN DJAMIL.

Pengaruh MJO terhadap pola curah hujan harian di wilayah Jawa Timur dianalisis berdasarkan 849 titik pengamatan yang diklasifikasikan selama musim hujan (November-April). Dengan pendekatan komposit, hasilnya menunjukkan bahwa secara temporal MJO mampu meningkatkan nilai anomali curah hujan serta memodulasi kejadian hujan ekstrem secara signifikan terutama pada saat pusat osilasi berada di fase 3-5. Kemudian jika diamati secara spasial, pendekatan *scatter-plot* digunakan untuk membandingkan nilai curah hujan dengan kondisi elevasi setiap titik pengamatan. Secara rata-rata terdapat pola positif antara kedua nilai ini sehingga interaksi ini menunjukkan bahwa efek orografi dapat memperkuat proses konveksi yang terjadi ketika dimodulasi oleh fenomena MJO di wilayah Jawa Timur.

Kata kunci: Curah Hujan Harian, Efek Orografi, Hujan Ekstrem, Jawa Timur, Madden-Julian Oscillation.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRACT

ASEP ARYA PUTRA. The Role of Madden-Julian Oscillation in Modulating the Pattern on Daily Rainfall and the Probability of Extreme Rainfall in East Java. Supervised by SONNI SETIAWAN and YUDHA SETIAWAN DJAMIL.

The influence of the MJO on daily patterns in East Java we analyzed based on 849 observation points classified during the rainy season (November-April). The identification of values was conducted using a composite approach, with significance testing performed using the *Student's t-test* and bootstrapping. The results show that, temporally, the MJO is capable of increasing rainfall anomaly values and significantly modulating extreme rainfall events, particularly when the oscillation center is in phases 3-5. Spatially, a *scatter-plot* approach was used to compare rainfall values with elevation conditions at each observation point. On average, a positive pattern exists between these two values, indicating that the orographic effect can intensify convective processes when modulated by MJO phenomena in East Java.

**Keywords:** Daily Rainfall, East Java , Extreme Rainfall, Orographic Effect, Madden-Julian Oscillation.



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

# **PERAN MADDEN-JULIAN OSCILLATION DALAM MEMODULASI POLA CURAH HUJAN HARIAN DAN PROBABILITAS HUJAN EKSTREM DI JAWA TIMUR**

**ASEP ARYA PUTRA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada  
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., Ph. D.



Judul Skripsi : Peran Madden-Julian Oscillation dalam Memodulasi Pola Curah Hujan Harian dan Probabilitas Hujan Ekstrem di Jawa Timur

Nama : Asep Arya Putra  
NIM : G2401221028

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Sonni Setiawan, S.Si., M.Si.

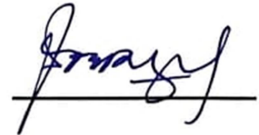


Pembimbing 2:  
Dr. Yudha Setiawan Djamil



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:  
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.  
NIP. 19710707 199803 2 002



Tanggal Ujian:  
21 Mei 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak November 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah pengaruh variabilitas atmosfer secara temporal dan spasial, dengan judul “Peran Madden-Julian Oscillation dalam Memodulasi Pola Curah Hujan Harian dan Probabilitas Kejadian Ekstrem di Jawa Timur”.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak selalu melekat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Sonni Setiawan, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Yudha Setiawan Djamil selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, memberi banyak saran, masukan, ide, dan pembelajaran selama proses penelitian.
2. Kedua orang tua penulis, serta keluarga yang senantiasa memberikan doa, menyambut ramah ketika kepulangan serta dukungan tiada henti dalam menjalani proses perkuliahan.
3. Seluruh dosen dan staf Departemen Geofisika dan Meteorologi atas ilmu, pembelajaran serta motivasi dalam mengembangkan diri dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Rekan GFM Boyz dan Civita59ahar yang senantiasa menjadi rumah berbagi suka dan duka, membagi cerita dan derita serta kehangatan di dalamnya.
5. Seseorang yang sempat hadir kebersamai, saling membagi ruang tawa, serta menjadi sosok yang kehadirannya penting dalam perjalanan ini meskipun kini telah menempuh jalan yang berbeda. Meski waktu mungkin telah mengubah banyak hal, semoga segala hal baik yang pernah diupayakan memberikan kesan dan mengajarkan diri untuk terus berkembang lebih baik.
6. Dian Afifah Rahmawati dari Dirjen Sumber Daya Alam, Kementerian PU serta Risyanto dan Trismidianto dari Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu dalam mendapatkan data dan *quality assurance* data hujan.
7. Serta seluruh pihak yang turut membantu dan mendukung penulis dalam menulis tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2026

Asep Arya Putra



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Madden-Julian Oscillation	3
2.2 Interaksi MJO terhadap Curah Hujan dan Kejadian Ekstrem	4
2.3 Interaksi Topografi terhadap Curah Hujan	4
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Pola Curah Hujan di Wilayah Jawa Timur	11
4.2 Pola Anomali Curah Hujan di Jawa Timur	12
4.3 Pola Probabilitas Kejadian Ekstrem Jawa Timur	14
4.4 Hubungan Pola Curah Hujan dan Topografi	16
V SIMPULAN DAN SARAN	19
Simpulan	19
Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	26



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR TABEL

1	Distribusi kejadian hujan ekstrem di Stasiun Pengamatan Badas, Kabupaten Kediri.	15
2	Distribusi <i>slope</i> regresi linear rata-rata klimatologis (mm) dengan elevasi (m)	16
3	Distribusi <i>slope</i> regresi linear komposit curah hujan (mm) dengan elevasi (m)	17

## DAFTAR GAMBAR

4	Diagram fase perambatan MJO (Sumber: Wheeler dan Hendon 2004)	1
5	Ilustrasi pusat konveksi dan pergerakan Madden-Julian Oscillation (Madden dan Julian 1972)	3
6	Mekanisme hujan di wilayah pegunungan (Robert dan Houze 2012)	5
7	Sebaran titik stasiun pengamatan meteorologi di wilayah Jawa Timur. Pola topografi diklasifikasi setiap ketinggian 550 m.	7
8	Diagram alir penelitian	8
9	Proses perhitungan data <i>time series</i> (a) menjadi nilai klimatologi (b) dan nilai anomali curah hujan harian (c) di Stasiun Prambon, Nganjuk. Pola klimatologi diplot berdasarkan nilai klimatologi data awal (garis hitam) dan nilai klimatologi yang sudah di- <i>smoothing</i> (garis merah).	10
10	Pola rata-rata klimatologis curah hujan bulanan ( $X$ ). Pola topografi diklasifikasi setiap 550 m.	11
11	Pola rata-rata anomali curah hujan ( $X'$ ) selama musim hujan (November-April) pada setiap fase MJO berdasarkan indeks RMM. Uji signifikansi dilakukan pada <i>confidence level-95%</i> melalui metode <i>Student's t test</i> di wilayah Jawa Timur. Pola topografi diklasifikasi setiap 550 m.	12
12	Pola komposit anomali curah hujan CMORPH, angin pada 850 hPa, dan angin laut pada setiap fase MJO berdasarkan indeks RMM selama periode DJF di wilayah Pulau Jawa. Uji Signifikansi dilakukan pada <i>confidence level-95%</i> melalui metode <i>Student's t test</i> . (sumber: Qian 2020)	13
13	Persentase perubahan probabilitas kejadian ekstrem ( $\Delta P$ ) selama musim hujan (November-April) setiap fase MJO berdasarkan indeks RMM. Uji signifikansi dilakukan pada <i>confidence level-90%</i> melalui metode bootstrapping di wilayah Jawa Timur. Pola topografi diklasifikasi per-550 m.	14
14	Distribusi (a) frekuensi curah hujan dengan pola ekstrem diatas <i>percentile-95%</i> selama musim hujan (biru), (b) frekuensi anomali curah hujan pada saat fase 4 (hijau) dan fase 5 (merah) selama musim hujan di Stasiun Pengamatan Badas, Kabupaten Kediri. Pola rata-rata anomali dihitung pada fase 4 (biru) dan fase 5 (merah). Jumlah hari	



15	difilter berdasarkan jumlah hari kejadian hujan selama total hari fase (n-hari fase).	15
15	Korelasi antara nilai elevasi dengan nilai rata-rata curah hujan klimatologi yang diplot bulanan. Data yang digunakan berdasarkan distribusi semua data (warna biru) dan data yang diidentifikasi signifikan (warna merah). Seluruh nilai termasuk signifikan pada <i>confidence level 95%</i> .	16
16	Distribusi nilai komposit curah hujan yang difilter berdasarkan sinyal MJO amplitude $> 1$ dan dihubungkan dengan nilai elevasi pada setiap titik pengamatan di wilayah Jawa Timur. Uji korelasi dilakukan berdasarkan pendekatan <i>pearson</i> .	17

## DAFTAR LAMPIRAN

17	Lampiran 1 Pola <i>time series</i> curah hujan sebelum proses <i>smoothing</i> Stasiun Pengamatan Badas, Kediri (a) dan Stasiun Pengamatan Prambon, Nganjuk	24
18	Lampiran 2 Pola komposit curah hujan aktual selama musim hujan (November-April) setiap fase MJO berdasarkan indeks RMM. Pola topografi diklasifikasi per-550 m	25