

**STUDI LITERATUR ANALISIS PENGARUH MADDEN
JULIAN OSCILLATION TERHADAP CURAH HUJAN
EKSTREM**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika

Oleh :

**SAZAR SAINUR DIANSYAH
1911090145**

Jurusan : Pendidikan Fisika

Pembimbing I : Sri Latifah, M.Sc.
Pembimbing II : Welly Anggraini, M.Si.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H/2023 M**

ABSTRAK

Indonesia memiliki wilayah yang unik dengan berbagai fenomena cuaca baik regional maupun global yang sering menyebabkan bencana hidrometeorologi mendominasi setiap tahunnya sehingga menyebabkan kerugian diberbagai sektor. Hal ini disebabkan oleh sedikit dari banyak fenomena salah satunya yaitu yaitu MJO (*Madden Julian Oscillation*). Mengingat dampaknya diperlukan referensi-referensi untuk menunjang hal tersebut.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji perkembangan jumlah artikel penelitian mengenai pengaruh *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia beserta dampak yang ditimbulkannya dengan menggunakan database *Google Scholar* dan juga *Scopus* periode 2019-2022. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Studi Literatur* dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan data pendukung berupa hasil wawancara dengan pihak BMKG.

Dari hasil pencarian jurnal menggunakan database *Google Scholar* dan juga *Scopus* ditemukan sebanyak 36 jurnal yang relevan menggunakan pencarian database *Google Scholar* dan 7 jurnal relevan menggunakan pencarian database *Scopus*. Dari hasil pemetaan menggunakan *VOS viewer* menunjukkan bahwa *density* dan *overlay* pada penelitian ini masih tergolong sedikit dan mengalami peningkatan beberapa tahun terakhir. Hal ini di dukung dari hasil wawancara dengan BMKG dan hasil analisis beberapa jurnal terkait. Selain itu MJO memiliki dampak yang nyata bagi kehidupan dengan keaktifannya yang mampu meningkatkan intensitas curah hujan hingga menjadi ekstrem di wilayah yang dilaluinya sehingga menyebabkan bencana hidrometeorologi seperti banjir dan tanah longsor di Indonesia, walaupun fenomena regional juga terkadang ikut andil dan aktif bersamaan dengan MJO sehingga cuaca ekstrem terjadi, dan tidak menutup kemungkinan MJO akan semakin sering terjadi akibat perubahan iklim dan pemanasan global yang semakin mengkhawatirkan.

Kata Kunci : *Madden Julian Oscillation* (MJO), Curah Hujan Ekstren, Indonesia.

ABSTRACT

Indonesia has a unique region with various weather phenomena, both regional and global, which often cause hydrometeorological disasters to dominate every year, causing losses in various sectors. This is caused by a few of the many phenomena, one of which is MJO (Madden Julian Oscillation). Considering the impact, references are needed to support this.

The aim of this research is to examine the development of the number of research articles regarding the influence of the Madden Julian Oscillation (MJO) on extreme rainfall in Indonesia and its impacts using the Google Scholar and Scopus databases for the 2019-2022 period. The type of research used in this research is literature study using a qualitative descriptive approach with supporting data in the form of interviews with the BMKG.

From the results of journal searches using the Google Scholar and Scopus databases, 36 relevant journals were found using the Google Scholar database search and 7 relevant journals using the Scopus database search. From the mapping results using the VOS viewer, it shows that the density and overlay in this study are still relatively small and have increased in recent years. This is supported by the results of interviews with BMKG and the results of analysis of several related journals. Apart from that, the MJO has a real impact on life with its activity which is able to increase the intensity of rainfall to become extreme in the areas it passes through, causing hydrometeorological disasters such as floods and landslides in Indonesia, although regional phenomena also sometimes take part and are active simultaneously with the MJO so that the weather extremes occur, and it is possible that MJO will occur more frequently due to increasingly worrying climate change and global warming.

Keywords: *Madden Julian Oscillation* (MJO), Extreme Rainfall, Indonesia.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sazar Sainur Diansyah

NPM : 1911090145

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Studi Literatur Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Curah Hujan Ekstrem**" adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar Pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun. Demikian surat ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 14 Desember 2023



Sazar Sainur Diansyah

Npm. 1911090145



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suramin Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)703260 Fax. (0721)780422

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Studi Literatur Analisis Pengaruh Madden
Julian Oscillation Terhadap Curah Hujan
Ekstrem**
Nama : **Sazar Sainur Diansyah**
NPM : **1911090145**
Prodi : **Pendidikan Fisika**
Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk Dimunaqosyahkan dan Dipertahankan Dalam Sidang
Munaqosah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri
Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011022003

Pembimbing II

Welly Anggraini, M.Si
NIP.

Mengetahui,

Ketua Prodi Pendidikan Fisika

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011022003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Sutarmun Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)703260 Fax. (0721)780422

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Studi Literatur Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Curah Hujan Ekstrem” Disusun oleh: **Sazar Sainur Diansyah**, NPM: 1911090145, Prodi: Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal: Kamis/28 Desember 2023 pukul 13.30-15.00 WIB.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua Sidang : Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd (.....)

Sekretaris : Yuni Suryani, M.Pd (.....)

Penguji Utama : Rahma Diani, M.Pd (.....)

Penguji Pendamping I : Sri Latifah, M.Sc (.....)

Penguji Pendamping II : Welly Anggraini, M.Si (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

وَأَخْتَلَفِ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ رِزْقٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ
مَوْتِهَا وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ ؕ آيَاتٌ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٥﴾

“(Pada) pergantian malam dan siang serta rezeki yang diturunkan Allah dari langit, lalu dihidupsuburkannya bumi (dengan air hujan) sesudah matinya, dan pada perkisaran angin terdapat (pula) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.”
(Q.S. Al-Jasiyah [45] :5)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'Aalamiin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karna dengan segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam penulis hanturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kepada kedua orangtua saya yang tercinta Bapak Jiman dan Ibu Kasih Handayani yang selalu mendoakan, mendidik dan yang telah memberikan kehidupan yang nyaman hingga detik ini. Ucapan terima kasih tidaklah cukup untuk menebus apapun yang telah dilakukan Bapak dan Ibu, semoga dengan menyelesaikan skripsi ini dapat membuat Bapak dan Ibu ku tercinta bahagia.
2. Kepada Kakek dan Nenek saya Bapak Suparno S.Pd dan Ibu Masilam yang telah merawat, mendidik dan membimbing saya hingga detik ini. Terimakasih telah memberikan kasih sayang kepadaku dan yang selalu berkorban untuk keberhasilanku, sehingga saya dapat menyelesaikan Pendidikan di UIN Raden Intan Lampung.
3. Kepada kedua adikku tersayang Jimy Nurmahesa dan Faiznur Maajid yang selalu memberikan semangat dan dukungannya. Terimakasih sudah hadir disisiku dan menjadi adik yang selalu ada untukku.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Sazar Sainur Diansyah, dilahirkan pada hari Rabu 10 Januari 2001 di Sri Kuncoro Kabupaten Tanggamus. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Jiman dan Ibu Kasih Handayani. Penulis memulai jenjang Pendidikan formal pada tahun 2007 di SD Negeri 1 Sri Katon, Semaka, Tanggamus. Lalu berpindah sekolah di SD Negeri 1 Karang Rejo Ulu Belu pada tahun 2011 sampai 2013. Kemudian melanjutkan ke SMP Bina Utama pada tahun 2013 sampai 2016. Pada tahun 2016 melanjutkan ke SMA Negeri 2 Pringsewu hingga lulus pada tahun 2019. Dan melanjutkan Pendidikan di perguruan tinggi negeri Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dengan jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Desa Soponyono Kabupaten Tanggamus dan melaksanakan praktik Pangalaman Lapangan (PPL) di SMK Taruna Bandar Lampung.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Literatur Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Curah Hujan Ekstrem”. Sholawat beserta salam selalu tucurahkan pada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Adapun maksud dan tujuan dari skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Jurusan Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung. Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari tidak dapat menyelesaikan tanpa bantuan, bimbingan dan arahan serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, sekaligus selaku pembimbing 1 yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Rahma Diani, M.Pd selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
4. Ibu Welly Anggraini, M.Si., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran serta arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan khususnya jurusan Pendidikan Fisika yang telah mendidik, memberi ilmu pengetahuan serta membantu selama ini sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dari BMKG yang menyambut baik kedatangan peneliti dan telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitiannya.

7. Teman-temanku yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu membantu dan memberikan semangat, ide dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini dan selama di bangku perkuliahan
8. Teman-teman fisika C 2019
9. Almamater Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Semoga atas kebaikan seluruh pihak yang telah membantu dan menyisihkan waktunya, Allah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya dan mendapat balasan keberkahan yang terbaik dari Allah SWT. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, meskipun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca.

Bandar Lampung, 14 Desember 2023



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	4
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	19
D. Fokus dan Sub Fokus Penelitian	20
E. Rumusan Masalah	20
F. Tujuan Penelitian	20
G. Manfaat Penelitian.....	20
H. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	21
I. Metode Penelitian.....	24
J. Sistematika Pembahasan	28
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori.....	31
1. Studi Literatur	31
2. <i>Madden Julian Oscillation</i> (MJO)	34
3. Curah Hujan Ekstrem	43

BAB III DESKRIPSI OBJEK PENELITIAN

A. Gambaran Objek Penelitian 53
B. Penyajian Fakta dan Data Penelitian 59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil 65
B. Pembahasan 78

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 103
B. Rekomendasi 103

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Data Bencana di Indonesia Terbaru	7
Gambar 1.2 Infografis Data Bencana di Indonesia	7
Gambar 1.3 Fase dari MJO.....	12
Gambar 1.4 Data Hasil Pencarian MJO Terhadap Hujan Ekstrem Menggunakan PoP.....	16
Gambar 1.5 Visualisasi Pengaruh MJO Terhadap Curah Hujan Ekstrem Berdasarkan Google Scholar Menggunakan VOS Viewer	17
Gambar 1.6 Visualisasi Pengaruh MJO Terhadap Curah Hujan Ekstrem Berdasarkan Scopus Menggunakan VOS Viewer	18
Gambar 1.7 Diagram Alur Penelitian	29
Gambar 2.1 Periode Sirkulasi MJO oleh Madden dan Julian....	38
Gambar 3.1 Fase Penjalaran MJO	57
Gambar 3.2 OLR Prakiraan MJO	58
Gambar 4.1 Pencarian Database <i>Google Scholar</i> Periode Tahun 2019	68
Gambar 4.2 Pencarian Database <i>Google Scholar</i> Periode Tahun 2020	69
Gambar 4.3 Pencarian Database <i>Google Scholar</i> Periode Tahun 2021	71
Gambar 4.4 Pencarian Database <i>Google Scholar</i> Periode Tahun 2022	73
Gambar 4.5 Pencarian Database <i>Scopus</i> Periode Tahun 2019-2022.....	76
Gambar 4.6 Diagram Perkembangan MJO Pada Database <i>Google Scholar</i> Tahun 2019-2022.....	78
Gambar 4.7 Diagram Perkembangan MJO Pada Database <i>Scopus</i> Tahun 2019-2022	78
Gambar 4.8 Time Series of RMM Index started from 2003 to 2013	82
Gambar 4.9 Anomali OLR, kotak warna hitam menunjukkan letak wilayah Bengkulu	83

Gambar 4.10	Prediksi anomali OLR terkait MJO Menggunakan prakiraan GEFS dengan tanggal awal 21 April 201984	
Gambar 4.11	Indeks RMM (Real-time Multivariate) pada periode MJO bulan 10-24 Januari 2021.....	85
Gambar 4.12	Anomali OLR prakiraan MJO periode Januari 2021.....	85
Gambar 4.13	Bloxplot curah hujan yang diamati setiap fase MJO	91
Gambar 4.14	Plot rata-rata tahunan komponen utama (PC1) di antara tiga zona iklim.....	94
Gambar 4.15	Anomali curah hujan untuk setiap fase MJO dari data stasiun selama DJF, MAM, JJA, SON....	98
Gambar 4.16	Curah hujan ekstrem setiap propagasi fase MJO pada bulan Desember – Februari (DJF)	99
Gambar 4.17	Analisis gabungan curah hujan harian untuk fase MJO 1989-2018	100



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Penyempurnaan Pencarian Jurnal Database Google Scholar 2019	68
Tabel 4.2 Hasil Penyempurnaan Pencarian Jurnal Database <i>Google Scholar</i> 2020.....	70
Tabel 4.3 Hasil Penyempurnaan Pencarian Jurnal Database <i>Google Scholar</i> 2021.....	71
Tabel 4.4 Hasil Penyempurnaan Pencarian Jurnal Database <i>Google Scholar</i> 2022	73
Tabel 4.5 Hasil Penyempurnaan Pencarian Jurnal Database <i>Scopus</i>	77
Tabel 4.6 Curah hujan rata-rata dan maksimum di Provinsi Bengkulu pada tanggal 27 April 2019.	93



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kisi-Kisi Wawancara	125
Lampiran 2. Pedoman Wawancara	130
Lampiran 3. Hasil Validasi Instrumen dan Hasil Wawancara.....	132
Lampiran 4. Dokumentasi Data BMKG	150
Lampiran 5. Berita Acara Validasi Instrument.....	151
Lampiran 6. Peta <i>VOS Viewer</i> Pada Database <i>Scopus</i> dan Database <i>Google Scholar</i>	152
Lampiran 7. Surat Bebas Plagiarism	154



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Sebagai langkah awal untuk memahami judul mengenai penelitian ini, dan untuk menghindari kesalahpahaman serta untuk memperjelas terkait dengan judul penelitian ini, maka penulis menjelaskan maksud dan tujuan pada judul skripsi yang berjudul “**Studi Literatur Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation (MJO)* Terhadap Curah Hujan Ekstrem**”. Adapun uraian beberapa istilah berkaitan dengan judul di atas adalah sebagai berikut:

1. Definisi Studi Literatur

Studi literatur atau kepastakaan (*library research*)¹ adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian.² Menurut John W. Creswell studi literatur adalah ringkasan tertulis mengenai artikel dari jurnal, buku, dan dokumen lain yang mendeskripsikan teori serta informasi baik masa lalu maupun saat ini, untuk mengorganisasikan Pustaka ke dalam topik dan dokumen yang dibutuhkan.³ Dalam penelitian ini, peneliti berfokus terhadap banyaknya literatur data mengenai pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem yang terjadi di Indonesia beserta dampaknya bagi kehidupan, pada periode tahun 2019-2022 yang dicari melalui *Google Scholar* dan *Scopus* yang menggunakan aplikasi *Publish of Perish* dan melalui beberapa sumber lainnya.

¹ Dewi Surani, “Studi Literatur: Peran Teknologi Pendidikan dalam Pendidikan 4.0,” *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP 2*, no. 1 (2019): 456–69.

² Rian Sri Rahayu, “Studi Literatur: Peranan Bahasa Inggris untuk Tujuan Bisnis dan Pemasaran” 1, no. 4 (2018): 149.

³ C. N. Creswell, J. W., & Poth, *Choosing Among Five Approaches Choosing Among Five Approaches*, 2007, https://www.researchgate.net/profile/RulinawatyKasmad/publication/342229325_Second_Edition_Qualitative_Inquiry_Research_Design_Choosing_Among_Five_Approaches/links/5eec7025458515814a6ac263/Second-Edition-Qualitative-Inquiry-Research-Design-Choosing-Among.

2. *Madden Julian Oscillation (MJO)*

Madden Julian Oscillation atau Osilasi-Madden Julian (MJO) adalah gelombang atmosfer atau osilasi submusiman dengan periode 30-60 hari yang terjadi di lapisan troposfer di wilayah tropis, dan bergerak dari Barat ke Timur yaitu dari Samudera Hindia menuju Samudera Pasifik Tengah dengan rentang daerah penjarangan $15^{\circ}\text{LU}-15^{\circ}\text{LS}$.⁴ Dalam perambatannya ke arah Timur MJO memiliki kecepatan rata-rata 5 ms^{-1} .⁵ Osilasi adalah variasi periodik terhadap waktu dari suatu hasil pengukuran.⁶ MJO dalam pengertian khalayak umum bisa didefinisikan dengan istilah penambahan gugusan uap air yang menyuplai dalam pembentukan awan hujan.⁷ MJO telah diidentifikasi memiliki dampak yang luas terhadap cuaca dan iklim global. MJO merupakan komponen dominan dalam berkontribusi terhadap variabilitas atmosfer antara cuaca sehari-hari dan *El Nino-Southern Oscillation (ENSO)*⁸ dan merupakan landasan untuk prediksi subseasonal atau sumber prediktabilitas utama dari peristiwa cuaca ekstrem untuk jangka Panjang (10 - 30 hari).⁹ Fenomena MJO dapat menjelaskan variasi iklim di wilayah tropis. Fenomena MJO terkait langsung dengan pembentukan kolom panas di Samudra Hindia bagian Timur dan Samudra Pasifik bagian Barat, sehingga pergerakan MJO ke arah Timur bersama angin Baratan (*westerly wind*) sepanjang ekuator selalu diikuti dengan konveksi awan kumulus tebal. Awan konvektif ini menyebabkan hujan dengan intensitas

⁴ Roland A. Madden and Paul R. Julian, "Detection of a 40–50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific," *Journal of the Atmospheric Sciences* 28, no. 5 (1971): 702–8, [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1971\)028<0702:doadoi>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1971)028<0702:doadoi>2.0.co;2).

⁵ Chongbo Zhao et al., "Madden-Julian Oscillation Simulated in BCC Climate Models," *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 72 (2015): 88–101, <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2015.10.004>.

⁶ Rainey Windayati dan Dewi Surinati, "Fenomena Madden-Julian Oscillation (MJO)" XLI (2016): 35–43.

⁷ BMKG, "Buletin Stasiun Meteorologi Radin Inten II Lampung Selatan Edisi LXI" (Lampung, 2022).

⁸ Zhao et al., "Madden-Julian Oscillation Simulated in BCC Climate Models."

⁹ Bin Wang, Guosen Chen, and Fei Liu, "Keanekaragaman Osilasi Madden-Julian," 2019.

tinggi sepanjang penjarannya yang menempuh jarak 100 kilometer dalam sehari di Samudera Hindia dan 500 kilometer per hari ketika berada di wilayah Indonesia.¹⁰ Menurut Eric D. Maloney Perubahan karakteristik seperti kecepatan propagasi MJO belum dapat dijelaskan dengan pasti dari prinsip fisika.¹¹

3. Curah Hujan

Curah hujan adalah ketinggian air hujan dalam satuan milimeter yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter, dengan analogi curah hujan 1 mm yang jatuh pada tempat datar seluas 1 m², maka akan tertampung air sebanyak 1 liter.¹² Sedangkan hujan adalah salah satu bentuk dari presipitasi yang tidak lain merupakan proses jatuhnya butiran air atau kristal es ke permukaan bumi.¹³

Curah hujan di atas normal disebut juga dengan curah hujan ekstrem. Menurut *World Meteorological Organization* mendefinisikan curah hujan ekstrem sebagai curah hujan yang terjadi pada periode satu hingga beberapa hari dengan total curah hujan harian melebihi ambang batas yang ditetapkan pada daerah tertentu. Di Indonesia sendiri hujan dikatakan ekstrem, apabila intensitas curah hujan melebihi 150 mm/hari. BMKG mengkategorika curah hujan ekstrem ke dalam cuaca ekstrem, yaitu suatu kejadian yang jarang terjadi.¹⁴ Menurut Gilli dan Kellezi penentuan nilai ekstrem dapat dilakukan dengan dua

¹⁰ R Windayati and D Surinati, "Fenomena *Madden-Julian Oscillation* (MJO)," *Oseana* (researchgate.net, 2016), https://www.researchgate.net/profile/Rainey-Windayati/publication/336936491_FENOMENA_MADDEN-JULIAN_OSCILLATION_MJO/links/5dbbac984585151435dae7d6/FENOMENA-MADDEN-JULIAN-OSCILLATION-MJO.pdf.

¹¹ E D Maloney, Á F Adames, and H X Bui, "Madden-Julian Oscillation Changes under Anthropogenic Warming. *Nat. Climate Change*, 9, 26–33," 2019.

¹² BMKG, "Buletin Stasiun Meteorologi Radin Inten II Lampung Selatan Edisi LXI."

¹³ Eddy Hermawan, *Indeks Monsun Asia-Australia dan Aplikasinya*, ed. Sri Suratmini (Jakarta: LIPI Press, LAPAN, 2017), <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>.

¹⁴ Ahmad Nur Akma Juangga Fura, Retno Utami Agung Wiyono, and Indarto Indarto, "Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura," *Jurnal Ilmu Lingkungan* 18, no. 1 (2020): 89–96, <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.89-96>.

cara. Cara pertama dilakukan dengan mengambil nilai maksimum dalam suatu periode data seperti mingguan dan bulanan. Cara yang kedua dengan mengambil nilai yang melebihi nilai ambang. Hasil nilai dari kedua cara ini dianggap nilai ekstrem. Dalam penelitian ini, nilai ekstrem curah hujan diambil satu nilai tertinggi (maksimal) dalam periode 24 jam (satu hari) untuk setiap tahun.¹⁵

B. Latar Belakang Masalah

Iklim daerah tropis Bumi telah lama menjadi bidang minat yang menarik bagi ahli meteorologi dan ahli kelautan. Meskipun ahli meteorologi Inggris George Hadley merumuskan teori sirkulasi angin skala besar di Tropis pada abad ke-18, masih banyak yang harus dipelajari tentang cuaca tropis dan sistem iklim saat ini. Namun, jelas bahwa gerakan yang digerakkan secara konvektif mendominasi sistem cuaca dan iklim Tropis dan banyak penelitian telah berfokus pada aspek konveksi tropis.¹⁶

Iklim menghasilkan suhu dan curah hujan yang memungkinkan tumbuhan, binatang dan manusia untuk dapat hidup. Tanpa suhu dan curah hujan yang tepat, tumbuh-tumbuhan serta pohon tidak dapat tumbuh, binatang tidak akan memiliki makanan untuk dimakan, dan manusia tidak dapat bertahan hidup. Cuaca berhubungan tentang suhu, curah hujan atau badai di tempat tertentu pada hari tertentu atau selama masa yang sangat singkat, seperti satu musim. Peristiwa cuaca dan iklim ekstrem biasanya bertanggung jawab atas bencana lingkungan utama di dunia. Fenomena ini termasuk kekeringan, banjir, angin topan, gelombang panas dan dingin dan umumnya menyebabkan kerugian harta benda, pertanian, dan kehidupan manusia yang sangat besar. Setiap tahun, variabilitas cuaca pada skala waktu submusiman hingga musiman merugikan ekonomi global lebih dari US\$2 triliun.¹⁷

¹⁵ Manfred Gilli and K Evis, "An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk," no. May (2014), <https://doi.org/10.1007/s10614-006-9025-7>.

¹⁶ Peter Michael Inness, "Representation of the Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models" (2002).

¹⁷ M. K. Roxy et al., "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle," *Nature* 575, no. 7784 (2019): 647–51, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1764-4>.

Seringkali di wilayah dengan kondisi sosial ekonomi sedemikian rupa, sehingga hanya ada sedikit sumber daya untuk mengurangi dampak peristiwa cuaca ekstrem.

Cuaca adalah fenomena perwujudan distribusi energi matahari yang diterima daratan, lautan, dan atmosfer. Interaksi daratan, lautan, dan atmosfer dalam mendistribusikan energi tersebut tampak sebagai angin, awan, dan hujan. Posisi matahari yang secara periodik beralih Utara–Selatan, menyebabkan energi matahari pun dibagi secara periodik pula di belahan bumi Utara dan belahan bumi Selatan. Pada saat matahari di belahan Utara (sekitar Juni), tekanan udara di belahan Utara lebih rendah daripada belahan Selatan, maka angin pun bertiup dari Selatan ke Utara. Sebaliknya, ketika matahari di belahan Selatan, (sekitar Desember), angin bertiup dari Utara ke Selatan.¹⁸

Ada tiga kawasan penting dunia yang ditetapkan *World Meteorological Organization* (WMO) sebagai tempat/lokasi terjadinya perubahan iklim global. Selain Brazil di Amerika Selatan dan Congo di Afrika, yang dilalui garis khatulistiwa, Kawasan Indonesia merupakan salah satu kawasan yang berperan penting dalam pembentukan cuaca dan iklim global. Hal itu disebabkan karena kondisi Indonesia sebagai Benua Maritim yang memiliki kawasan lautan lebih luas dari daratan. Kawasan ini diduga sebagai tempat penyimpanan bahan (panas) baik yang berupa *sensible heat* maupun *latent heat* bagi pembentukan awan-hujan seperti cumulonimbus.¹⁹ Indonesia menjadi satu-satunya wilayah dengan keunikan dari segi geografis, fisiografis maupun astronomis. Kondisi Indonesia yang berada di antara dua benua (Asia dan Australia) dan dua samudera (Hindia dan Pasifik) juga menyebabkan Indonesia dipengaruhi oleh berbagai fenomena iklim, baik lokal, regional, maupun global.²⁰

¹⁸ Hermawan, *Indeks Monsun Asia-Australia dan Aplikasinya*.

¹⁹ Eddy Hermawan and Mohamad Husni, “Perbandingan Antara *Equatorial Atmosphere Radar* dengan *Middle and Upper Atmosphere Radar* dalam Pemantauan Angin Zonal dan Angin Meridional,” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 3, no. 1 (2002): 45–51.

²⁰ Naziah Madani, Eddy Hermawan, and Akhmad Faqih, “Pengembangan Model Prediksi *Madden-Julian Oscillation* (MJO) Berbasis Hasil Analisis Data *Wind*

Wilayah Indonesia merupakan kawasan maritim yang memiliki respon aktivitas konvektif yang berpengaruh terhadap keseimbangan iklim global dalam skala ruang maupun waktu. Daerah khatulistiwa, khususnya Indonesia, dipengaruhi oleh berbagai fenomena atmosfer dan oseanografi yang sangat kompleks. Ramage menamakan Indonesia sebagai satu-satunya Kawasan unik di ekuator dengan nama *Indonesian Maritime Continent* (IMC) atau lebih dikenal dengan istilah *Benua Maritim Indonesia* (BMI). Dari susunan tata bahasanya saja, mudah dipahami bahwa BMI adalah negara lautan (perairan) yang barangkali termasuk tiga terbesar di dunia, dengan 2/3 bagian wilayahnya didominasi oleh laut, dan sisanya didominasi oleh daratan (*archipelago*). Wajar jika Kawasan ini senantiasa didominasi oleh kumpulan awan-awan raksasa (*giant clouds*), suatu konsekuensi logis sebagai penyimpan bahan (panas) terbesar, baik yang bersifat nyata (*sensible*) maupun yang tidak nyata atau tersembunyi (*latent*).²¹

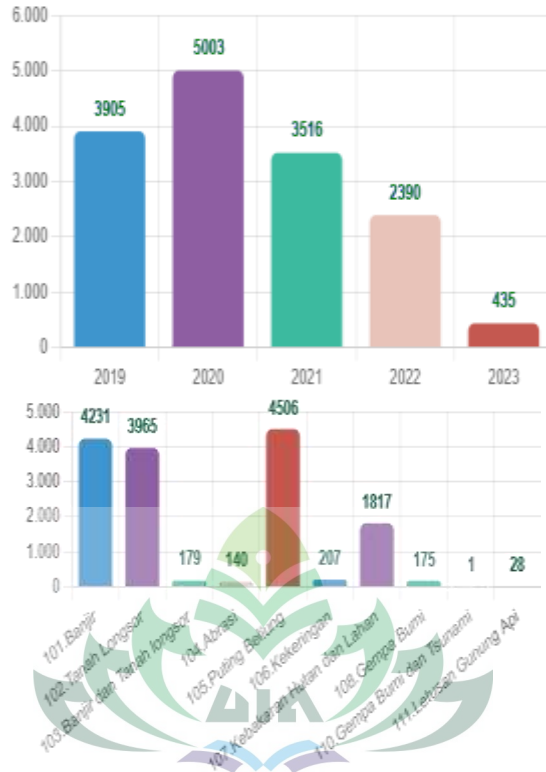
Indonesia adalah wilayah yang rentan terhadap variabilitas iklim. Kejadian iklim ekstrem di Indonesia dapat mengakibatkan dampak yang merugikan di berbagai bidang. Kejadian iklim yang ekstrem di Indonesia terkait erat dengan variabilitas curah hujan. Curah hujan adalah komponen sistem iklim yang penting namun kompleks yang membutuhkan pemahaman yang akurat untuk manajemen risiko. Oleh karena itu, pemahaman variabilitas curah hujan intra-musiman dan prediksinya sangat penting untuk mengurangi dampak bencana alam dan membuat keputusan strategis yang lebih baik.²² Hujan yang ekstrem dapat menyebabkan kejadian banjir dan sebaliknya rendahnya hujan dapat menyebabkan kekeringan. Dari data yang dipaparkan oleh BNPB (*Badan Nasional Penanggulangan Bencana*) di website resminya bahwa kejadian bencana yang terjadi di Indonesia setiap tahunnya didominasi oleh bencana hidrometeorologi seperti banjir

Profiler Radar (WPR),” *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 13, no. 1 (2012), <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i1.117>.

²¹ Hermawan, *Indeks Monsun Asia-Australia dan Aplikasinya*.

²² I. M. Shiromani Priyanthika Jayawardena et al., “Impacts of the *Madden-Julian Oscillation* (MJO) on Rainfall in Sri Lanka,” *Mausam* 71, no. 3 (2020): 405–22.

dan cuaca ekstrim yang mengakibatkan banyak kerusakan dan korban jiwa.



Gambar 1.1. Data bencana yang terjadi di Indonesia tahun 2019-2023 yang bersumber dari website BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). <https://bnpb.go.id/infografis>



Gambar 1.2. Infografis salah satu data bencana yang mendominasi Indonesia periode tahun 2022 yang bersumber dari website BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). <https://dibi.bnpb.go.id/>

Kondisi geografis Benua Maritim Indonesia mengakibatkan wilayah Indonesia memiliki potensi aktivitas konvektif yang sangat kuat, sehingga berbagai fenomena atmosfer terjadi di Indonesia.²³ Fenomena-fenomena atmosfer yang mempengaruhi variabilitas curah hujan Indonesia selain Monsun dan *La Nina* yaitu fenomena MJO (*Madden Julian Oscillation*). Faktor pertama penyebab terjadinya cuaca ekstrem adalah Angin monsun yang berhembus secara periodik. Fenomena ini dapat menyebabkan peningkatan massa udara basah yang mempengaruhi tingginya curah hujan yang ada di Indonesia. Terdapat dua angin monsun global yang mempengaruhi kondisi monsun di sekitar wilayah Benua Maritim Indonesia, yakni monsun Asia musim panas dan monsun Australia musim dingin. Pada monsun Asia musim panas (*Asian summer monsoon*) ini terjadi di benua Asia dengan terbentuknya pusat tekanan rendah di benua tersebut. Sementara itu, pada saat bersamaan ada monsun Australia musim dingin (*Australian winter monsoon*) yang juga terjadi, sehingga atmosfer di atas benua tersebut akan bertekanan tinggi. karena aktifnya Monsun Asia dimana adanya angin yang berhembus secara periodik dari Benua Asia menuju Benua Australia yang melewati Indonesia yang berada di garis khatulistiwa. Angin periodik tersebut mengindikasikan musim hujan di Indonesia yang sedang berlangsung. Apabila cuaca ekstrem sedang berlangsung di Indonesia, pola konvergensi dan perlambatan kecepatan angin akan terjadi di beberapa wilayah, oleh karena itu uap air yang menjadi awan hujan akan terkonsentrasi di suatu wilayah sehingga air yang turun intensitasnya tinggi. Hujan lebat dan dalam waktu lama dapat terjadi akibat konvergensi dan perlambatan tersebut. Selain itu *La Nina* adalah interaksi antara laut dan atmosfer di atasnya. Laut yang dimaksud adalah kolam panas, dan atmosfer di atasnya adalah suhu, tekanan udara, sampai awan yang terbentuk. Rata-rata *La Nina* terjadi secara 3 tahun hingga 7 tahun sekali. Dan dapat berlangsung 12 bulan hingga 36 bulan, *La Nina* tidak mempunyai periode yang tetap sehingga semua diperkirakan kejadiannya pada

²³ Norfahmi, Siti Hairunnisa, Mustofa, Musa Ali, Hermawan, Eddy, "Kejadian Osilasi Madden - Julian (MJO) Fase Aktif Saat Monsun Musim Dingin Asia Serta Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan," 2016, 226–35.

6 bulan hingga 9 bulan sebelumnya. Pada saat kondisi La Nina, suhu muka laut di Pasifik Ekuator Timur lebih rendah dari pada kondisi normalnya. Sedangkan suhu muka laut di wilayah Indonesia menjadi lebih hangat. Sehingga terjadi banyak konveksi dan mengakibatkan massa udara berkumpul di wilayah Indonesia, termasuk massa udara dari Pasifik Ekuator Timur. Hal tersebut menunjang pembentukan awan dan hujan. Sehingga fenomena La Nina sering mengakibatkan curah hujan jauh di atas normal yang bisa menimbulkan banjir dan tanah longsor, bahkan sering diikuti angin kencang.²⁴ Kemudian *Madden Julian Oscillation* (MJO) sendiri adalah *fluktuasi intraseasonal* atau gelombang yang menghasilkan variasi dalam beberapa parameter atmosfer dan lautan yang mencakup kecepatan dan arah angin, perawanan, *sea surface temperature* (SST), curah hujan dan penguapan permukaan laut yang terjadi di wilayah tropis dan memiliki periode sekitar 30 sampai 60 hari atau perubahan dalam skala waktu musiman. MJO pertama kali dikemukakan oleh *Roland Madden dan Paul Julian* pada tahun 1971.²⁵ Fenomena MJO masuk dalam skala besar yang terjadi akibat adanya pola sirkulasi atmosfer dan konveksi yang kuat yang bergerak dari Barat (Samudera Hindia) ke arah Timur (Samudera Pasifik) dengan kecepatan $\sim 5 \text{ ms}^{-1}$.²⁶ Fenomena ini juga dipengaruhi oleh interaksi antara atmosfer dan lautan yang mempengaruhi sistem cuaca dan iklim.²⁷

Madden dan Julian²⁸ menemukan mode variabilitas intramusiman tropis yang paling menonjol, yang sekarang disebut sebagai *Madden-Julian Oscillation* (MJO). MJO dengan kuat memodulasi terjadinya berbagai jenis cuaca ekstrem di daerah

²⁴ Faizatul Mabrurhoh et al., “Analisis Fenomena Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Ekstrem” 7, no. 1 (2023): 94–100.

²⁵ Madden and Julian, “Detection of a 40–50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific.”

²⁶ Chidong Zhang, “Madden-Julian Oscillation,” *Rev. Geophys.*, 2005, 43, <https://doi.org/doi:10.1029/2004RG000158>.

²⁷ Eddy Hermawan, “Analisis Struktur Vertikal MJO Terkait Dengan Aktivitas Super Cloud Clusters (SCCs) di Kawasan Barat Indonesia,” *Jurnal Sains Dirgantara* 8, no. 1 (2010): 25–42, https://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_sains/article/view/1531.

²⁸ Madden and Julian, “Detection of a 40–50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific.”

tropis global dan garis lintang tengah, termasuk banjir, kekeringan, badai salju lebat, gelombang dingin, gelombang panas, angin topan dan badai tropis, kebakaran hutan, aerosol, tornado, hari hujan es, dan banyak lagi.²⁹ Menurut Zhang³⁰ Propagasi ke arah Timur yang umum adalah fitur paling penting dari MJO namun tetap menjadi tantangan besar dalam pemodelan dan prediksi numerik selama tiga dekade terakhir. Salah satu kesulitan dalam simulasi numerik dan prediksi MJO muncul dari perilaku kompleks dalam propagasi selubung konvektif MJO yang melingkupi aktivitas subskala kompleks lainnya. Sementara, seperti yang ditunjukkan oleh analisis statistik, selubung konvektif rata-rata peristiwa MJO bergerak ke arah Timur dengan kecepatan rata-rata 4 hingga 5 m/detik di atas kolam hangat samudra Indo-Pasifik, propagasi, amplitudo, dan siklus hidup selubung konvektif untuk masing-masing peristiwa MJO sangat berbeda dari satu peristiwa ke peristiwa lainnya.³¹ Saat mendokumentasikan MJO menggunakan variabel dinamis dan termodinamika (angin zonal, tekanan, suhu dan kelembapan), Madden dan Julian segera mengenali peran sentral konveksi atmosfer di dalamnya. Propagasi konveksi tandem ke arah Timur dan sirkulasinya yang digambarkan dalam skema MJO pertama oleh Madden dan Julian³² dengan kuat mengkokohkan gagasan bahwa MJO adalah fenomena gabungan konveksi-sirkulasi. Konsep ini diperkuat dengan tidak adanya mode MJO sebagai solusi gelombang kering untuk persamaan perairan dangkal pada *equatorial β -plane* (perkiraan dimana *parameter Coriolis* diatur untuk bervariasi secara linier dalam garis lintang dari nilainya 0 di equator). *Parameter Coriolis* atau *frekuensi Coriolis* sama dengan dua kali laju rotasi bumi dikalikan

²⁹ Chidong Zhang, "Madden-Julian Oscillation: Bridging Weather and Climate," *Bulletin of the American Meteorological Society* (journals.ametsoc.org, 2013), <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00026.1>.

³⁰ Chidong Zhang, "Madden-Julian Oscillation," *Reviews of Geophysics* 43, no. 2 (2005): 1–36, <https://doi.org/10.1029/2004RG000158>.

³¹ Bin Wang, Guosen Chen, and Fei Liu, "Diversity of the Madden-Julian Oscillation," *Science Advances* 5, no. 7 (2019), <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0220>.

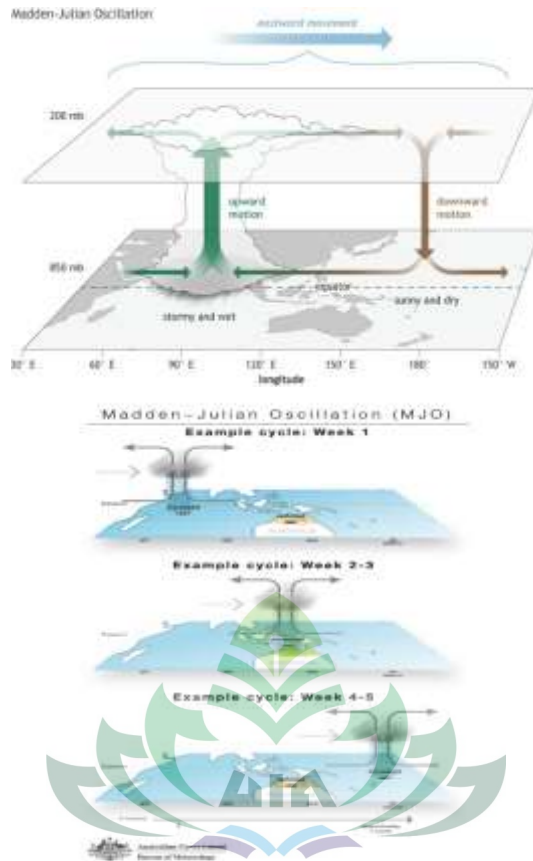
³² Madden and Julian, "Detection of a 40–50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific."

dengan sinus dari garis lintang. *Gaya Coriolis* adalah gaya pada rotasi bumi yang membelokkan arah arus air laut dan dapat membelokkan angin di belahan bumi Utara ke arah kanan dan angin di belahan bumi Selatan ke arah kiri.³³

MJO dan gelombang tropis merupakan bentuk osilasi di lapisan atmosfer bawah (850 mb), dan merupakan bagian peredaran udara global di sekitar kawasan tropis. Untuk mengidentifikasi aktivitas MJO umumnya dilakukan dengan pengamatan angin zonal pada lapisan bawah (850 mb), dan lapisan atas (200 mb) dan simpangan data radiasi balik matahari (OLR).³⁴ MJO terdiri dari dua bagian atau fase yang sering membelah planet menjadi dua bagian seperti yang di tunjukkan pada gambar. Separuh dalam fase konvektif yang ditingkatkan dan separuh lainnya dalam fase konvektif yang ditekan. Pada fase peningkatan curah hujan atau konvektif, angin di permukaan bertemu dan udara didorong ke atas ke troposfer. Di sana angin berbalik arah atau menyimpang. Udara yang naik ke atas ini cenderung menaikkan kondensasi dan curah hujan. Sedangkan pada fase curah hujan yang di tekan angin berkumpul dibagian troposfer memaksa udara tenggelam dan kemudian menyimpang di permukaan. Saat udara tenggelam dari ketinggian ia menghangat dan mengering yang menekan curah hujan. Seluruh struktur dipol itulah yang bergerak dari Barat ke Timur seiring waktu di daerah tropis, yang lebih banyak menyebabkan mendung, curah hujan, dan bahkan badai dalam fase konvektif yang ditingkatkan dan lebih banyak sinar matahari dan kekeringan pada fase konvektif yang di tekan.

³³ C. Zhang et al., "Four Theories of the Madden-Julian Oscillation," *Reviews of Geophysics* 58, no. 3 (2020), <https://doi.org/10.1029/2019RG000685>.

³⁴ Budi Suhardi, Hadi Saputra, and Leni Jantika Haswan, "Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus di Kabupaten Sukabumi)," *Jurnal Geografi, Edukasi, dan Lingkungan (JGEL)* 2, no. 2 (2018): 65–77.



Gambar 1.3. Struktur permukaan dan atmosfer atas MJO untuk periode Ketika fase lonvektif yang ditingkatkan (awan badai petir) berpusat di Samudra Hindia dan fase konvektif yang ditekan berpusat di Samudra Pasifik Barat-Tengah. Panah horizontal yang mengarah ke kiri mewakili angin yang berangkat dari rata-rata yang mengarah ke Timur, dan panah yang mengarah kekanan mewakili angin yang berangkat dari rata-rata mengarah ke Barat. Seluruh system bergeser dari waktu ke waktu akhirnya mengelilingi dunia dan Kembali ke titik asalnya. (Gambar Climate.gov oleh **Fiona Martin**)

Memahami MJO telah menjadi isu penting bagi ahli meteorologi dan pemodel iklim dalam beberapa tahun terakhir. MJO dalam fase aktif dan kekuatan MJO di lokasi tertentu dapat meningkatkan atau menekan variabilitas curah hujan tropis, memodulasi atau memicu peristiwa cuaca ekstrem termasuk angin topan, kekeringan, banjir, gelombang panas, dan gelombang dingin. MJO juga dapat menyebabkan efek yang nyata pada garis

lintang tengah, dan merupakan kontributor yang kuat terhadap peristiwa ekstrem di Amerika Serikat dan Eropa. Intensitas dan penyebaran MJO terbukti Mempengaruhi pola sirkulasi di stratosfer Arktik dan pusaran kutub, menekankan efek MJO yang berjangkauan jauh pada sistem iklim Bumi. MJO adalah fenomena gabungan atmosfer-laut, ditandai oleh gangguan pergerakan awan, curah hujan, angin, dan tekanan ke arah Timur di sepanjang Khatulistiwa. Ini adalah mode variabilitas submusiman yang paling dominan di daerah tropis. Menurut BMKG MJO merupakan penambahan gugusan uap air yang menyuplai dalam pembentukan awan hujan, sehingga apabila MJO melintasi daerah dengan curah hujan tinggi, maka intensitas curah hujan di daerah tersebut akan bertambah hingga dapat dikatakan ekstrem.³⁵

Menurut *Yang* dan *Li* aktivitas MJO sering menyebabkan curah hujan yang sangat tinggi dan kejadian kekeringan di wilayah yang di lalunya. Pengaruh MJO terhadap presipitasi juga meluas hingga kejadian ekstrem.³⁶ Pada skala global, kejadian curah hujan ekstrem yang didefinisikan sebagai curah hujan yang melebihi persentil ke 75 dari distribusi frekuensi, sekitar 40% lebih sering terjadi selama periode MJO aktif dari pada selama periode tidak aktif.³⁷ Curah hujan ekstrem didefinisikan sebagai prepitasi yang melebihi persentil ke 75 dan ke 90 dari distribusi frekuensi di Amerika Serikat yang bersebelahan pada musim dingin boreal yang menunjukkan kepekaan terhadap MJO, dimana kemungkinan terjadinya curah hujan ekstrem adalah dua kali lebih tinggi ketika MJO aktif daripada tidak aktif.³⁸

Kegiatan pertanian sangat rentan terhadap variabilitas curah hujan pada skala waktu intra-musiman. Selain itu

³⁵ BMKG, "Buletin Stasiun Meteorologi Radin Inten II Lampung Selatan Edisi LXI."(Lampung, 2022).

³⁶ Zhang, "Madden-Julian Oscillation: Bridging Weather and Climate."

³⁷ Charles Jones et al., "Global Occurrences of Extreme Precipitation and the Madden-Julian Oscillation: Observations and Predictability," *Journal of Climate* (journals.ametsoc.org, 2004), <https://doi.org/10.1175/3238.1>.

³⁸ Charles Jones and Leila M.V. Carvalho, "Spatial-Intensity Variations in Extreme Precipitation in the Contiguous United States and the Madden-Julian Oscillation," *Journal of Climate* (journals.ametsoc.org, 2012), <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00278.1>.

penyebaran wabah dan bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan gelombang tinggi erat kaitannya dengan variabilitas curah hujan. Oleh karena itu pemahaman variabilitas curah hujan dan prediksinya sangat penting untuk mengurangi dampak bencana alam dan membuat keputusan strategis yang lebih baik. Prediksi yang andal akan membantu merencanakan peristiwa-peristiwa penting seperti awal waktu musim hujan untuk keputusan penanaman dan penghentian pada saat musim hujan untuk keputusan panen dan memberikan peringatan dini untuk resiko dan potensi waktu musim kering atau hujan lebat yang merusak . Dalam hal ini MJO dianggap penting sebagai sumber utama prediktabilitas cuaca terutama di daerah tropis untuk menanggulangi hal tersebut.³⁹

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ
 يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ
 يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنِ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ ﴿٤٣﴾

Artinya: " Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit,(yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan ". (Q.S. An-Nur [24]: 43)

Pada surah tersebut bahwa Allah SWT menggerakkan awan secara perlahan dan mengumpulkan awan tersebut hingga bertumpuk-tumpuk lalu menurunkan hujan kepada hamba-Nya yang Dia kehendaki, dimana dalam prosesnya seperti halnya MJO yang merupakan sebuah gugusan uap air yang menyuplai awan hujan hingga bertumpuk yang kemudian bergerak secara perlahan ke arah Timur.

³⁹ I. M. Shiromani Priyanthika Jayawardena et al., "Impacts of the Madden-Julian Oscillation (MJO) on Rainfall in Sri Lanka," *Mausam* 71, no. 3 (2020): 405–22, https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85089379731.

Dengan menggunakan pengamatan dan simulasi model, penelitian sebelumnya telah berusaha untuk memahami perubahan MJO dalam iklim yang memanas. Sebuah hubungan ditemukan antara peningkatan emisi karbon dan perubahan dalam Intensitas, frekuensi, dan penyebaran MJO selama beberapa dekade terakhir.⁴⁰ Selama perjalanannya ke arah Timur, MJO dipengaruhi oleh posisi matahari. Ketika matahari berada di garis ekuator MJO bergerak lurus ke arah Timur. Sedangkan ketika posisi matahari berada di sebelah Selatan garis ekuator, maka perjalanan MJO agak bergeser ke arah Selatan ekuator yang dikenal dengan sebagai penjalaran Selatan-Timur (*south-eastern propagation*).⁴¹ Ketika posisi matahari berada di sebelah Utara ekuator, maka perjalanan MJO agak bergeser ke arah Utara ekuator, yang dikenal sebagai penjalaran Utara-Timur (*north-eastern propagation*).⁴² Memahami dampak MJO terhadap curah hujan regional yang ekstrem di Indonesia sangat penting, mengingat sifat karakteristik MJO yang berbeda di berbagai wilayah Indonesia, selain itu MJO memberikan potensi prediksi cuaca jarak menengah hingga musiman di daerah Tropis.⁴³ Penelitian mengenai MJO khususnya di Indonesia masih jarang dilakukan.⁴⁴ Selain itu dari data yang peneliti input dari *google scholar* dan juga *scopus* menggunakan *publish or perish* yang kemudian dipetakan menggunakan *VOS viewer* menunjukkan bahwa penelitian mengenai MJO terhadap hujan ekstrem masih belum terlalu banyak dan menjadi topik

⁴⁰ Roxy et al., "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle," 2019.

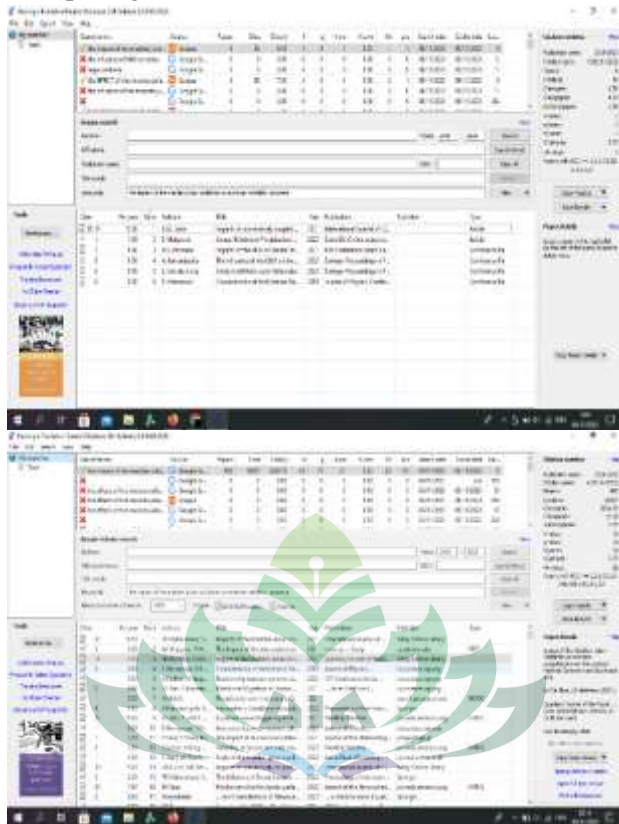
⁴¹ Diyah Dwi Lestari, Faryuni, Irfana Diah, Kushadiwijayanto, Arie Antasari, "Respons Curah Hujan Terhadap Fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO) di Pontianak," *Prisma Fisika* 7, no. 2 (2019), <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.33972>.

⁴² Bin Wang Hualan Rui, "Development Characteristics and Dynamic Structure Of Tropical Intraseasonal Convection Anomalies," *Atmospheric Sciences* 47, no. 3 (1990): 357–79.

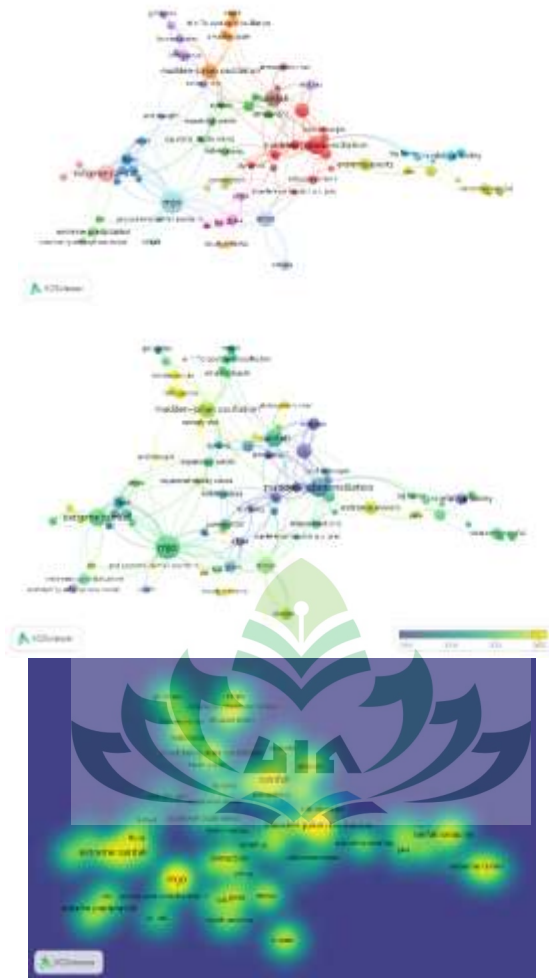
⁴³ Fadhil R. Muhammad and Sandro W. Lubis, "Impacts of the Boreal Summer Intraseasonal Oscillation on Precipitation Extremes in Indonesia," *International Journal of Climatology*, no. Mc (2022): 1–18, <https://doi.org/10.1002/joc.7934>.

⁴⁴ Madani, Hermawan, and Faqih, "Pengembangan Model Prediksi *Madden-Julian Oscillation* (MJO) Berbasis Hasil Analisis Data *Wind Profiler Radar* (WPR)." *Meteorologi dan Geofisika* 13, no.1 (2012).

penelitian terbaru dalam beberapa tahun terakhir. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 1.4. Hasil data pencarian pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem melalui aplikasi PoP berdasarkan database scopus dan google scholar



Gambar 1.6. Data artikel pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem atau *the impact of the Madden Julian Oscillation on extreme rainfall* berdasarkan data base scopus yang dipetakan menggunakan VOS viewer

Pada gambar 1.5 dan gambar 1.6 menunjukkan hasil data pencarian dari database google scholar dan scopus menggunakan PoP dengan kata kunci “Pengaruh MJO Terhadap Curah Hujan Ekstrem” yang sudah dipetakan menggunakan VOS viewer, dimana pada gambar tersebut menunjukkan bahwa curah hujan ekstrem atau *extreme rainfall* yang merupakan variabel pada penelitian ini berwarna kuning kehijauan, yang berarti kepadatan

item pada variabel tersebut masih tergolong sedikit. Semakin tinggi kepadatan item, semakin tinggi nilai warnanya.⁴⁵

Oleh karena itu, peneliti tertarik dan penelitian *Literatur Review* ini dilakukan untuk meninjau, memahami dan mengkaji pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem beserta dampaknya dengan menggunakan data penelitian yang dicetuskan BMKG dan beberapa sumber seperti artikel yang bersumber dari scopus dan google scholar beberapa tahun terakhir serta sumber-sumber lain yang relevan.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Masih sedikitnya penelitian yang mengkaji dan meninjau mengenai *Madden Julian Oscillation* (MJO) di Indonesia.
- b. Besarnya dampak dan pengaruh dari *Madden Julian Oscillation* terhadap cuaca dan iklim, khususnya curah hujan ekstrem yang mendominasi di Indonesia serta dampaknya bagi kehidupan.

2. Batasan Masalah

Meninjau dari identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas dan agar penelitian ini lebih terarah maka peneliti membatasi penelitian ini sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem dan dampaknya bagi kehidupan periode tahun 2019-2022.
- b. Penelitian ini mempunyai maksud untuk meninjau dan mengkaji fenomena MJO dan pengaruhnya terhadap curah hujan ekstrem yang terjadi di Indonesia yang bersumber dari artikel yang terindeks scopus dan google scholar serta BMKG.

⁴⁵ Nees Jan van Eck and Ludo Waltman, *VOSviewer Manual*, Leiden: Univeriteit Leiden, 2013, http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.1.pdf.

D. Fokus dan Sub-Fokus Penelitian

Penelitian ini berfokus untuk meninjau dan mengkaji mengenai *Madden Julian Oscillation* (MJO) dan pengaruhnya terhadap cuaca dan iklim khususnya curah hujan ekstrem di Indonesia. Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka peneliti dapat mengidentifikasi masalah yaitu untuk mengetahui peristiwa *Madden Julian Oscillation* (MJO) serta pengaruh dan dampaknya terhadap curah hujan dan kehidupan.

E. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah untuk penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan jumlah artikel penelitian mengenai pengaruh *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia?
2. Bagaimana pengaruh *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia ?

F. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perkembangan jumlah artikel penelitian mengenai pengaruh *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia
2. Untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia beserta dampaknya bagi kehidupan.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis atau menjadi landasan untuk mengembangkan pengetahuan dan referensi pada penelitian-penelitian MJO selanjutnya serta mampu memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan penelitian tentang pengaruh fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam menemukan hal baru tentang peristiwa *Madden Julian Oscillation* (MJO), sehingga peneliti dapat memprediksi peristiwa (MJO) jauh-jauh hari, sehingga dampaknya terhadap cuaca dapat ditekan dan bagaimana langkah mitigasi yang sebaiknya dapat dilakukan.

b. Bagi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memperluas cakrawala mahasiswa tentang MJO, yang sangat mempengaruhi cuaca dan iklim global. Karena cuaca dan iklim juga merupakan sesuatu yang paling dekat dengan manusia, maka diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran generasi muda untuk dapat lebih peka terhadap perubahan iklim yang terjadi beserta dampaknya terhadap keberlanjutan kehidupan.

H. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Berikut ini beberapa kajian penelitian terdahulu yang relevan mengenai pengaruh dan dampak dari fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO):

1. Penelitian yang dilakukan Aulia Rizki Damayanti di kota Manado menggunakan analisis deskriptif fase aktif-pasif dan lemah kuat menunjukkan MJO bergerak ke arah Timur dengan fase 4 selama 4-6 hari dengan kondisi MJO aktif, namun kekuatan lemah-sedang. Peneliti menyimpulkan Intensitas curah hujan menunjukkan dominasi hujan sangat ringan dan hujan ekstrem sangat sedikit dengan intensitas peningkatan sebesar 12,2 mm/harian penurunan hingga 19,1 mm/hari sesudah fase 4.⁴⁶
2. Penelitian yang dilakukan Tim LI, Jian LING, dan Pang-Chi Hsu dengan literatur reviewnya terkait historis penemuan

⁴⁶ Aulia Rizki Damayanti, "Analisis Fenomena *Madden Julian Oscillation* Terhadap Kejadian Hujan Ekstrem di Kota Manado Aulia Rizki D, Dr. Emilya Nurjani, M.Si. ; Utia Suarma, S.Si., M.Si.," 2020.

MJO/ISO (*Osilasi Intraseasonal*) dan beberapa studi awal mengenai MJO oleh ilmuwan China serta dinamika propagasi serta dampak MJO terhadap peristiwa cuaca menyimpulkan bahwa osilasi 40-50 hari pertama ditemukan oleh Xie delapan tahun sebelum karya dari Madden dan Julian dengan judul “*sebuah pendahuluan studi statistik dan sinoptik tentang arus dasar di Asia Tenggara dan permulaan topan*”. Mekanisme konveksi MJO dimulai dari Samudra Hindia bagian Barat ditandai dengan gangguan kelembaban beberapa hari sebelum terjadinya konveksi. Dispersi energi *gelombang Rossby* troposfer atas dari belahan bumi Selatan juga dapat berperan. Selain itu kemungkinan interaksi atmosfer-laut mempengaruhi inisiasi MJO. MJO memberikan dampak cuaca dan iklim yang ekstrim seperti peristiwa badai es dan curah hujan berkepanjangan pada 2018 di China Selatan. Mengingat pentingnya aktivitas MJO pada sistem cuaca dan iklim global dan relevansinya yang erat dengan prediksi cuaca jarak jauh, interaksi multi-skala MJO adalah topik yang penting untuk ditinjau.⁴⁷

3. Penelitian yang dilakukan Anis Purwaningsih menunjukkan bahwa Propagasi MJO memicu peningkatan aktifitas konveksi yang menyebabkan kenaikan probabilitas hujan. Intensitas hujan dan frekuensi hujan ekstrem saat MJO pada bulan DJF dan JJA di Indonesia dianalisis Frekuensi kejadian hujan ekstrem lebih tinggi saat MJO kuat di Sumatera bagian utara, Jawa bagian timur, Kalimantan bagian selatan, dan beberapa bagian di Pulau Papua saat Fase 3 di bulan DJF, dan pada wilayah Sulawesi dan Maluku saat Fase 4 di bulan JJA. Frekuensi curah hujan ekstrem lebih tinggi saat MJO lemah seperti pada wilayah Papua pada Fase 3 dan 4 bulan JJA.⁴⁸

⁴⁷ Tim Li, Jian Ling, and Pang Chi Hsu, “Madden-Julian Oscillation: Its Discovery, Dynamics, and Impact on East Asia,” *Journal of Meteorological Research* 34, no. 1 (2020): 20–42, <https://doi.org/10.1007/s13351-020-9153-3>.

⁴⁸ Anis Purwaningsih et al., “Kondisi Curah Hujan dan Curah Hujan Ekstrem Saat MJO Kuat dan Lemah: Distribusi Spasial dan Musiman di Indonesia,” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 2 (2020): 85–94, <https://doi.org/10.29122/jstmc.v21i2.4153>.

4. Penelitian yang dilakukan Nensi Tallamma, Nasrul Ihsan, A. J. Patandean dengan menghitung persentase fase MJO terhadap anomali curah hujan di kota Makassar menyimpulkan bahwa MJO berpengaruh kecil terhadap intensitas hujan di kota Makassar.⁴⁹
5. Penelitian yang dilakukan oleh Sindy Maharani, Hasti Amrih Rejeki menyimpulkan bahwa MJO dengan konvektivitas kuat berada di perairan dan daratan pada fase 3 dan mengalami penurunan pada fase 4 dan 5. Dimana wilayah dengan konvektivitas kuat mengalami curah hujan yang tinggi.⁵⁰
6. Penelitian yang dilakukan oleh Agita Vivi Wijayanti, Rahmat Hidayat, Ahmad Faqih dan Furqon Alfahmi dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa interaksi yang terjadi antara *cold surge* pada fase MJO cenderung dapat meningkatkan potensi curah hujan sebesar 50% sampai nilai maksimumnya 200 - 400%. Selain itu MJO memiliki dampak yang lebih besar di atmosfer dengan vortisitas (putaran fluida di atmosfer) lebih tinggi di bandingkan dengan *cold surge*.⁵¹
7. Menurut Sopia Lestari Penelitian tentang interaksi antara *Madden-Julian oscillation* (MJO) dan curah hujan di sekitar Jakarta masih terbatas, meskipun pengaruh MJO terhadap peningkatan curah hujan diakui sebagai salah satu penyebab utama banjir di wilayah tersebut. Penelitian yang dilakukan Sopia Lestari menunjukkan bahwa MJO sangat memodulasi curah hujan di wilayah tersebut; Namun, efeknya bervariasi tergantung pada topografi. Selama fase aktif, MJO menghasilkan curah hujan yang tinggi di atas lautan dan pantai,

⁴⁹ A. J. Patandean Nensi Tallamma, Nasrul Ihsan, "Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation* (MJO) Terhadap Curah Hujan di Kota Makassar," 12, no.3 (2016), 324-29.

⁵⁰ Sindy Maharani et al., "Pengaruh Propagasi *Madden Julian Oscillation* (MJO) di *Benua Maritim Indonesia* (Bmi) Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer dan Curah Hujan di Provinsi Lampung Tahun 2018 The Influence of *Madden Julian Oscillation* (MJO) Propagation over Indonesian" 22, no. 2 (2021): 71-84.

⁵¹ Agita Vivi Wijayanti et al., "The Impact of the Interaction between *Madden-Julian Oscillation* and *Cold Surge*, on Rainfall over Western Indonesia," *Indonesian Journal of Geography* (academia.edu, 2021), <https://doi.org/10.22146/IJG.64006>.

sementara pada fase yang ditekan, MJO menghasilkan curah hujan yang tinggi terutama di pegunungan. Pada fase 2 MJO meningkatkan curah hujan rata-rata dan ekstrem, yang lebih awal dalam siklus MJO daripada kebanyakan penelitian yang dilaporkan, berdasarkan data beresolusi lebih rendah. Selain itu MJO mempromosikan lebih banyak hujan stratiform setelah berada di Indonesia. Pada fase 5, MJO dapat memajukan puncak curah hujan per jam yang terjadi di pagi hari yang kemungkinan disebabkan oleh aliran barat yang kuat yang timbul dari MJO yang ditumpangkan aliran musim barat, terhalang oleh pegunungan, mendorong angin kencang yang menyebar ke lepas pantai yang mengakibatkan konveksi di dekat pantai pada pagi hari. Penelitian tersebut menunjukkan manfaat penggunaan radar beresolusi tinggi untuk menangkap respons lokal terhadap pemaksaan MJO skala besar di Indonesia.⁵²

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan, kebanyakan peneliti menganalisis persentase peningkatan curah hujan di suatu wilayah yang dipengaruhi oleh *Madden Julian Oscillation* pada fase-fasenya tertentu. Berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan *Literatur Review* untuk meninjau dan mengkaji secara teoritik dan empirik mengenai pengaruh dari *Madden Julian Oscillation* terhadap curah hujan ekstrem yang terjadi di Indonesia dan untuk mengetahui perkembangan artikel hasil penelitian pengaruh fenomena MJO terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia serta dampak nyata fenomena tersebut bagi kehidupan dengan menggunakan sumber-sumber dari *scopus* dan *google scholar*.

I. Metode Penelitian

1. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Literature Review*. *Literatur review* adalah survei artikel ilmiah, buku, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan masalah tertentu, bidang penelitian, atau teori dan dengan

⁵² Sopia Lestari et al., "Variability of Jakarta Rain-Rate Characteristics Associated with the Madden-Julian Oscillation and Topography," *Monthly Weather Review* 150, no. 8 (2022): 1953–75, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-21-0112.1>.

demikian memberikan deskripsi, ringkasan, dan evaluasi kritis terhadap karya-karya atau subjek yang diteliti.⁵³ Kajian literatur adalah satu penelusuran dan penelitian kepustakaan dengan membaca berbagai buku, jurnal, dan terbitan-terbitan lain yang berkaitan dengan topik penelitian, untuk menghasilkan satu tulisan berkenaan dengan satu topik atau isu tertentu.⁵⁴ Tujuan dari *literatur review* adalah untuk mensintesis temuan literatur yang diambil dari database terkomputerisasi, pencarian tangan manual dan teks otoritatif.⁵⁵ Laporan utama yang digunakan dalam literatur mungkin lisan, namun Sebagian besar dalam dokumen tertulis dan mungkin bersifat empiris, teoritis, analitik atau, metodologis. Hal tersebut berusaha untuk menggambarkan, meringkas, mengevaluasi, mengklarifikasi atau mengintegrasikan isi laporan utama.⁵⁶ *Literatur review* sering kali sangat membantu peneliti yang berencana melakukan penelitian dibidang yang sama untuk pertama kalinya. Selain itu pembaca mendapatkan tinjauan literatur terkini dan terstruktur dengan baik dibidang yang ingin diteliti. Tinjauan juga dapat membantu menyegarkan basis informasi seorang peneliti yang kembali ke area subjek setelah beberapa waktu menjauh dari subjek tersebut. Namun salah satu kelemahan dari *literatur review* adalah tidak eksplisit dalam metodologi yang digunakan. Bagian dalam metode sering kali singkat karena literatur yang digunakan dalam tinjauan diambil dari publikasi ekstensif.⁵⁷ Pada penelitian ini peneliti

⁵³ Steven G. Helmericks, Randal L. Nelsen, and N. Prabha Unnithan, "The Researcher, the Topic, and the Literature: A Procedure for Systematizing Literature Searches," *The Journal of Applied Behavioral Science* 27, no. 3 (1991): 285–94, <https://doi.org/10.1177/0021886391273004>.

⁵⁴ Amri - Marzali, "Menulis Kajian Literatur," *ETNOSIA : Jurnal Etnografi Indonesia* 1, no. 2 (2017): 27, <https://doi.org/10.31947/etnosia.v1i2.1613>.

⁵⁵ Annabel Matheson, Louise O'Brien, and Jo Anne Reid, "The Impact of Shiftwork on Health: A Literature Review," *Journal of Clinical Nursing* 23, no. 23–24 (2014): 3309–20, <https://doi.org/10.1111/jocn.12524>.

⁵⁶ Harris M. Cooper, "Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews," *Knowledge in Society* 1, no. 1 (1988): 104–26, <https://doi.org/10.1007/BF03177550>.

⁵⁷ Bert Van Wee and David Banister, "How to Write a Literature Review Paper?," *Transport Reviews* 36, no. 2 (2016): 278–88, <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1065456>.

mengumpulkan informasi dan data dari beberapa artikel, website resmi badan meteorologi, klimatologi dan geofisika milik pemerintah. Menurut Abdullah Ramdhani dkk terdapat empat Langkah dalam proses melakukan *literatur review* yaitu memilih topik, mencari dan memilih artikel yang sesuai, menganalisis dan mensintesis literatur serta Menyusun penulisan ulasan.⁵⁸

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data⁵⁹ merupakan suatu hal yang penting dalam penelitian, karena metode ini merupakan strategi untuk mendapatkan data yang diperlukan. Keberhasilan penelitian sebagian besar tergantung pada teknik-teknik pengumpulan data yang digunakan.⁶⁰ Untuk memperoleh bahan-bahan, keterangan, kenyataan-kenyataan dan informasi yang dapat dipercaya metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah adalah penelitian kepustakaan yaitu teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan.⁶¹ Disebut penelitian kepustakaan karena data dan bahan yang diperlukan berasal dari buku, ensiklopedia, kamus, jurnal, dokumen dan lain sebagainya.⁶² Selain itu peneliti juga menggunakan metode observasi, dokumentasi dan wawancara.⁶³ Kemudian peneliti menggunakan metode analisis data dengan menggabungkan

⁵⁸ Helmericks, Nelsen, and Unnithan, "The Researcher, the Topic, and the Literature: A Procedure for Systematizing Literature Searches." 27, no.3 (1991): 285-294.

⁵⁹ Rahma Diani, "Pengaruh Pendekatan Saintifik Berbantuan LKS Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI SMA Perintis 1 Bandar Lampung" 05, no. April (2016): 83–93, <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.108>.

⁶⁰ Fajar Nurdiansyah and Henhen Siti Rugoyah, "Strategi Branding Bandung Giri Gahana Golf Sebelum dan Saat Pandemi Covid-19," *Jurnal Purnama Berazam* 2, no. 2 (2021): 159.

⁶¹ Rita Kumala Sari, "Penelitian Kepustakaan Dalam Penelitian Pengembangan Pendidikan Bahasa Indonesia," *Jurnal Borneo Humaniora* 4, no. 2 (2021): 62, http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneo_humaniora/article/view/2249.

⁶² Nursapia Harahap, "Penelitian Kepustakaan," *Iqra* 8, no. 1 (2014): 68–73.

⁶³ Ditha Prasanti, "Penggunaan Media Komunikasi Bagi Remaja Perempuan Dalam Pencarian Informasi Kesehatan," *LONTAR: Jurnal Ilmu Komunikasi* 6, no. 1 (2018): 13–21, <https://doi.org/10.30656/lontar.v6i1.645>.

data dari berbagai sumber yang ada seperti, data observasi, wawancara⁶⁴ dan dokumentasi serta literatur-literatur yang ada. Tujuan dari metode ini lebih pada peningkatan pemahaman peneliti terhadap apa yang telah ditemukan. Dalam pengumpulan data peneliti memakai sumber-sumber data dan diantaranya sebagai berikut:

a. Sumber Data Primer

Sumber data primer adalah sumber data yang memberikan informasi secara langsung pada peneliti, seperti: hasil observasi, wawancara dan dokumentasi yang bersumber dari BMKG. Observasi sendiri adalah suatu kegiatan pengamatan mengenai suatu objek tertentu di lapangan. Objek yang dimaksud disini berupa aktivitas curah hujan ekstrem yang terjadi di Indonesia yang dipantau melalui stasiun BMKG dan aktivitas dari MJO. Wawancara adalah suatu proses yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dengan cara bertanya dan mendengar. Tujuan dari wawancara disini yaitu untuk mengetahui informasi lebih lanjut mengenai MJO dan curah hujan ekstrem. Dokumentasi adalah pengumpulan, pengolahan dan penyimpanan bukti dan keterangan berupa data mengenai MJO dan curah hujan ekstrem yang terjadi di Indonesia.

b. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah berbagai informasi yang telah ada sebelumnya dan dengan sengaja dikumpulkan oleh peneliti yang digunakan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian seperti: situs web dari BMKG, BNPB, NOAA, buku, dan artikel jurnal yang di ambil dengan menggunakan aplikasi *Publish of Perish (PoP)* dan dipetakan menggunakan *VOS viewer*.

⁶⁴ Rahma Diani and Niken Sri Hartati, "Flipbook Berbasis Literasi Islam: Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Dengan 3D Pageflip Professiona" 4, no. 2 (2018): 234–44.

3. Analisa Data

Analisa data pada penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif⁶⁵ adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi⁶⁶ yakni untuk mengkaji dan mendeskripsikan secara sistematis mengenai pengaruh dari *Madden Julian Oscillation* (MJO). Dengan pendekatan deskriptif kualitatif analisis data yang di peroleh berupa kata-kata dan gambar.

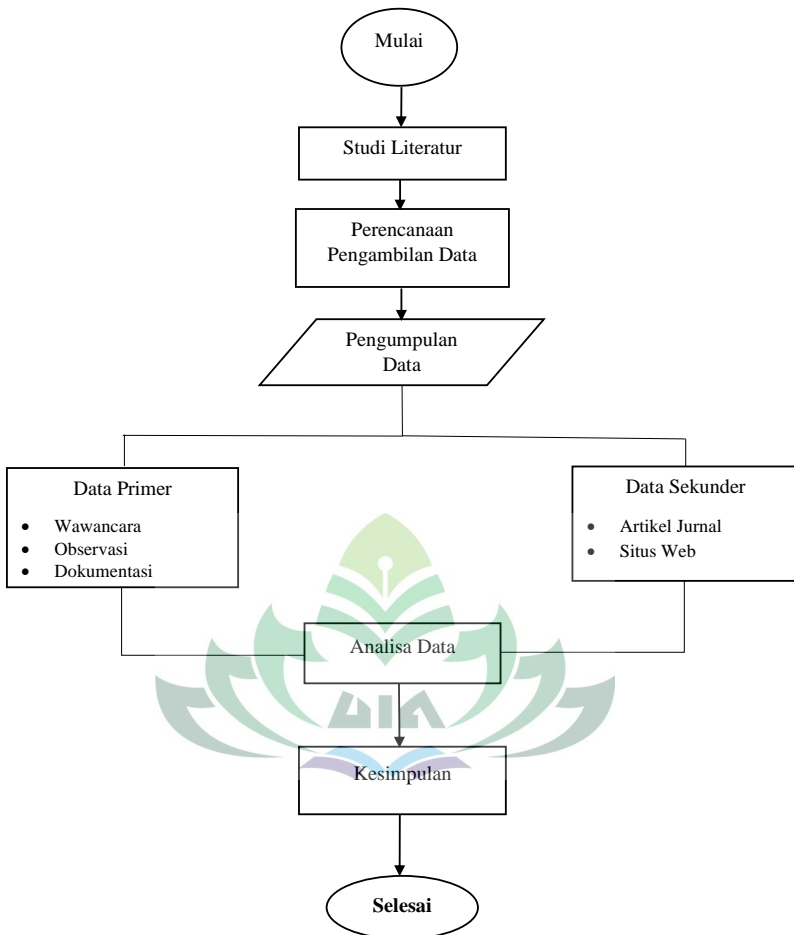
J. Sistematika Pembahasan

Untuk memudahkan pembahasan dan pemahaman terhadap proposal ini, maka penulis membuat sistematika pembahasan yang disusun sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan: Bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB II Landasan Teori: Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang dijadikan pondasi dalam penelitian ini.
3. BAB III Deskripsi Objek Penelitian: Bab ini menjelaskan tentang penjelasan mengenai variabel-variabel yang menjadi acuan pada penelitian ini.
4. BAB IV Peneliti menjelaskan terkait dengan hasil dan pembahasan pada penelitian ini sekaligus menampilkan data yang sesuai dengan analisis penelitian tersebut.
5. BAB V Peneliti menjelaskan mengenai kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan.

⁶⁵ IKIP Siliwangi Wiwin Yuliani, "Metode Penelitian Deskriptif Kualitatif Dalam Perspektif Bimbingan dan Konseling," *Quanta* 2, no. 2 (2018): 83–91, <https://doi.org/DOI: 10.22460/q.v2i1p21-30.642>.

⁶⁶ Oka Agus Kurniawan Shavab Iyus Jayusman, "Studi Deskriptif Kuantitatif Tentang Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Edmodo Dalam Pembelajaran Sejarah," *Jurnal Artefak* 7, no. 1 (2020): 13–20, <https://doi.org/10.25157/ja.v7i1.3180>.



Gambar 1.7. *Diagram Alur Penelitian*

Pada gambar 1.7 dapat dijabarkan bahwa penelitian ini dimulai dengan menentukan topik yang dipilih dengan mengidentifikasi variabel yang sudah ditentukan kemudian merumuskan masalah dan membuat tujuan penelitian. Studi literatur berarti melakukan Analisa data literatur yang diperoleh dengan harapan memperoleh memperoleh suatu kesimpulan yang lebih terukur dan terarah terhadap masalah yang jadi pembahasan. Perencanaan pengambilan data berarti membuat rencana darimana sumber data tersebut diambil, dimana pada penelitian ini sumber

data bersumber dari jurnal terindeks *scopus* dan *google scholar*, BMKG dan beberapa situs resmi pemerintah yang berkaitan seperti <http://www.bom.gov.au>, <https://bmkgo.id/>. Pengumpulan data berarti mengambil data yang akan diteliti dari sumber-sumber yang sudah ditentukan, dalam hal ini data primer bersumber dari BMKG dengan proses observasi, wawancara, dan dokumentasi, data sekunder bersumber dari artikel jurnal. Kemudian masuk tahap Analisa data yang merupakan tahapan yang meliputi pengolahan data yang telah diperoleh dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Setelah itu dapat diambil kesimpulan bagaimana perkembangan artikel penelitian mengenai pengaruh MJO terhadap curah hujan ekstrem di Indonesia dan bagaimana dampak yang di timbulkan.



BAB II LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Studi Literatur

Studi literatur/Studi Pustaka atau kajian literatur ataupun telaah pustaka (*literature review*),⁶⁷ adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengolah bahan penelitian.⁶⁸ Studi literatur adalah cara yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Data-data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan fakta-fakta yang kemudian disusul dengan analisis, tidak semata-mata menguraikan, melainkan juga memberikan pemahaman dan penjelasan secukupnya.⁶⁹ Disebut penelitian kepustakaan, karena data data atau bahan-bahan yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian tersebut berasal dari perpustakaan atau literatur⁷⁰ baik buku, kamus jurnal, ensiklopedia, dokumen, dan lain sebagainya.^{71 72}

Menurut beberapa ahli seperti Snyder mengatakan bahwa Studi literatur adalah cara terbaik untuk mensintesis temuan penelitian untuk menunjukkan berbagai hasil penelitian dan untuk mengungkap area di mana lebih banyak penelitian

⁶⁷ M.Si Ir. Melfianora, "Penulisan Karya Tulis Ilmiah dengan Studi Literatur," *Open Science Framework*, 2019, 1–3.

⁶⁸ Mestika Zed, *Metode-Penelitian-Kepustakaan*, ii (Jakarta: yayasan obor indonesia, 2008).

⁶⁹ Bakhrudin All Habsy, "Seni Memahami Penelitian Kuliatif dalam Bimbingan dan Konseling: Studi Literatur," *JURKAM: Jurnal Konseling Andi Matappa 1*, no. 2 (2017): 90, <https://doi.org/10.31100/jurkam.v1i2.56>.

⁷⁰ Rahma Diani, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Pendidikan Karakter Dengan Model Problem Based Instruction" 04, no. 2 (2015): 241–53, <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v4i2.96>.

⁷¹ Harahap, "Penelitian Kepustakaan."

⁷² Tjiptohadi Sawarjuwono and Agustine Prihatin Kadir, "Intellectual Capital: Perlakuan, Pengukuran dan Pelaporan (Sebuah *Library Research*)," *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan 5*, no. 1 (2003): 35–57, <https://doi.org/10.1024/0301-1526.32.1.54>.

diperlukan, yang merupakan komponen penting untuk menciptakan kerangka teoritis dan membangun model konseptual.⁷³ Pada penelitian Lina Yuliamalia Darmadi mengatakan bahwasanya Studi literatur dilakukan setelah mereka menemukan topik utama dalam penelitian dan menetapkan rumusan masalah, sebelum mengumpulkan data yang dibutuhkan dan terjun ke lapangan langsung.⁷⁴ Menurut Mardalis, penelitian kepustakaan merupakan suatu studi yang digunakan dalam mengumpulkan informasi dan data dengan bantuan berbagai macam material yang ada di perpustakaan seperti dokumen, buku, majalah, kisah-kisah sejarah, dsb. Menurut Sarwono, penelitian kepustakaan adalah studi yang mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti.⁷⁵ Menurut Nazir, penelitian kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan. Menurut Sugiyono, penelitian kepustakaan merupakan kajian teoritis, referensi serta literatur ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti.⁷⁶

Secara umum, studi literatur berusaha untuk mengidentifikasi dan memahami semua hasil penelitian yang relevan dan memiliki implikasi untuk topik yang dipelajari, sehingga dapat mensintesisnya dengan menggunakan meta-

⁷³ Hannah Snyder, "Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines," *Journal of Business Research* 104, no. March (2019): 333–39, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.

⁷⁴ Lina Yuliamalia, "Tradisi Larung Saji Sebagai Upaya Menjaga Ekosistem di Wisata Telaga Ngebel Ponorogo (Studi Literatur)," *Agastya: Jurnal Sejarah dan Pembelajarannya* 9, no. 2 (2019): 135, <https://doi.org/10.25273/ajsp.v9i2.3878>.

⁷⁵ Rita Kumala Sari, "Penelitian Kepustakaan dalam Penelitian Pengembangan Pendidikan Bahasa Indonesia," *Jurnal Borneo Humaniora* 4, no. 2 (2021): 62, http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneo_humaniora/article/view/2249.

⁷⁶ Milya Sari, "Penelitian Kepustakaan (*Library Research*) dalam Penelitian Pendidikan IPA," *NATURAL SCIENCE: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 41–53.

narasi.⁷⁷ Kegiatan dilakukan secara sistematis untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyimpulkan data dengan menggunakan metode/teknik tertentu guna mencari jawaban atas permasalahan yang dihadapi.⁷⁸ Pada riset pustaka (*library research*), penelusuran pustaka tidak hanya untuk langkah awal menyiapkan kerangka akan tetapi sekaligus memanfaatkan sumber-sumber perpustakaan untuk memperoleh data penelitian. Penelitian dengan studi literatur juga sebuah penelitian dan dapat dikategorikan sebagai sebuah karya ilmiah, karena pengumpulan data dilakukan dengan sebuah strategi dalam bentuk metodologi penelitian. Variabel pada penelitian studi literatur bersifat tidak baku dan menggunakan data sekunder.⁷⁹

Tujuan utama studi literatur adalah mengembangkan aspek teoritis maupun aspek manfaat praktis yaitu dengan mencari dasar pijakan/fondasi untuk memperoleh dan membangun landasan teori, kerangka berpikir, dan menentukan dugaan sementara atau disebut juga dengan hipotesis penelitian. Sehingga para peneliti dapat mengelompokkan, mengalokasikan mengorganisasikan, dan menggunakan variasi pustaka dalam bidangnya. Dengan melakukan studi kepustakaan, para peneliti mempunyai pendalaman yang lebih luas dan mendalam terhadap masalah yang hendak diteliti.⁸⁰ Menurut Amri Marzali tujuan studi literatur ada dua yaitu untuk menulis sebuah makalah untuk memperkenalkan kajian-kajian baru dalam topik tertentu yang perlu diketahui oleh mereka yang bergiat dalam topik ilmu tersebut dan untuk kepentingan proyek penelitian sendiri seperti memperkaya wawasan peneliti tentang topik penelitian yang akan diteliti, membantu peneliti dalam memformulasikan masalah penelitian, dan membantu

⁷⁷ Geoff Wong et al., "RAMESES Publication Standards: Meta-Narrative Reviews," 2013, 1–15.

⁷⁸ Sari, "Penelitian Kepustakaan (*Library Research*) dalam Penelitian Pendidikan IPA."

⁷⁹ Mestika Zed, *Metode-Penelitian-Kepustakaan*.

⁸⁰ Eka Diah Kartiningrum, "Panduan Penyusunan Studi Literatur," *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit, Mojokerto*, 2015, 1–9.

dalam menentukan teori-teori dan metode-metode yang tepat untuk digunakan dalam sebuah penelitian.⁸¹ Kajian literatur dilakukan atas kesadaran bahwa pengetahuan akan bertambah terus menerus (berakumulasi), bahwa topik penelitian, masyarakat dan daerah penelitian kita sudah pernah dirambah orang sebelumnya, dan kita dapat belajar dari apa yang telah dilakukan orang-orang tersebut. Jadi, kita bukanlah orang yang pertama meneliti topik, masyarakat dan daerah tersebut.

Menurut Zed, penelitian kepustakaan memiliki empat langkah penelitian yaitu menyiapkan alat perlengkapan, menyusun bibliografi kerja, mengatur waktu dan membaca dan membuat catatan penelitian.⁸² Selain itu fungsi dari kajian literatur yaitu yang Pertama, peneliti mengetahui kajian-kajian lain yang pernah dilakukan orang berkenaan dengan topik penelitian kita. Kedua, kajian literatur akan menghubungkan kajian yang akan peneliti lakukan dengan wacana luas dalam literatur tentang topik tersebut. Ketiga, menunjukkan kemampuan peneliti dalam mengintegrasikan dan meringkaskan apa yang sudah diketahui orang lain tentang bidang kajian peneliti. Keempat, dengan belajar dari orang lain peneliti dapat melahirkan pemikiran-pemikiran baru.⁸³ Sedangkan menurut isi dan cara penyajiannya kajian literatur dapat dibagi ke dalam beberapa jenis, yakni *context review*, *historical review*, *integrative review*, *methodological review*, *selfstudy review*, dan *theoretical review*.⁸⁴

2. *Madden Julian Oscillation (MJO)*

Benua Maritim Indonesia (BMI) memiliki dinamika atmosfer kompleks yang menyebabkan tingginya variabilitas

⁸¹ Marzali, "Menulis Kajian Literatur."

⁸² Rita Kumala Sari, "Penelitian Kepustakaan dalam Penelitian Pengembangan Pendidikan Bahasa Indonesia."

⁸³ John W. Creswell, *Research Design :Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.*, ed. Adele Hutchinson Vicki Knight, Jessica Young, Kalie Koscielak, Brittany Bauhaus, Megan Markanich, 4th ed. (Amerika Serikat, United States: Sage Publication, 2003), <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.

⁸⁴ Yanyi K. Djamba and W. Lawrence Neuman, *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches, Teaching Sociology*, vol. 30, 2002, <https://doi.org/10.2307/3211488>.

curah hujan. BMI memainkan peran penting sebagai sumber panas dan kelembaban yang dapat mempengaruhi sirkulasi global dan memodulasi variabilitas skala planet. Kondisi geografis Benua Maritim Indonesia mengakibatkan wilayah Indonesia memiliki potensi aktivitas konvektif yang sangat kuat⁸⁵, sehingga berbagai fenomena atmosfer terjadi di Indonesia. *Semi-Annual Oscillation (SAO)* adalah fenomena atmosfer yang memiliki periode perulangan setiap enam bulanan. Fenomena ini sangat mempengaruhi tingkat curah hujan yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia terutama daerah di sekitar ekuator dikarenakan daerah ekuator merupakan tempat terbentuknya awan konvektif.⁸⁶ Fenomena *Madden Julian Oscillation (MJO)* yaitu salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya cuaca ekstrem khususnya curah hujan ekstrem di wilayah *Benua Maritim Indonesia (BMI)*.⁸⁷ Pertama kali didokumentasikan oleh Madden dan Julian⁸⁸ sebagai osilasi pada angin zona troposfer atas di Tropis, sekarang dikenal sebagai penggabungan dinamika skala besar dan konveksi yang menghasilkan gangguan konvektif yang menyebar ke Timur di sektor Samudra Hindia-Pasifik Barat dan variasi dalam aktivitas konvektif di sebagian besar Tropis. Skala waktu 30-60 hari dari variasi ini telah menyebabkan deskripsi alternatif dari MJO sebagai osilasi intramusiman tropis.⁸⁹ Peristiwa MJO ditandai dengan propagasi ke arah Timur dari daerah tropis yang mengalami peningkatan tekanan, terutama di Samudra Hindia dan Pasifik. Anomali curah hujan sering terjadi di Samudera

⁸⁵ Rahmat Hidayat and Shoichi Kizu, "Influence of the Madden-Julian Oscillation on Indonesian Rainfall Variability in Austral Summer," *International Journal of Climatology* 30, no. 12 (2010): 1816–25, <https://doi.org/10.1002/joc.2005>.

⁸⁶ Bayong Tjasyono Hk, "Meteorology in Indonesian Equatorial Region *)," no. July 2007 (n.d.): 3–6.

⁸⁷ Budi Suhardi, Hadi Saputra, and Leni Jantika Haswan, "Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus di Kabupaten Sukabumi)," *Jurnal Geografi, Edukasi, dan Lingkungan (JGEL)* 2, no. 2 (2018): 65–77.

⁸⁸ Julian PR. Madden RA, "Description of Global-Scale Circulation Cells in Tropics with a 40–50 Day Period," *Journal of the Atmospheric Sciences* 29 (1972): 1109–1123.

⁸⁹ Inness, "Representation of the Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models."

Hindia yang kemudian merambat ke arah Timur di Kawasan perairan tropis hangat, tepatnya di Pasifik Barat dan Tengah. Saat air laut dingin di kawasan Pasifik Timur, pola curah hujan di kawasan Pasifik berkurang, tetapi akan sering muncul di sekitar perairan tropis Atlantik dan Afrika. Seiring dengan variasi curah hujan tropis, terdapat pola yang berbeda dari sirkulasi atmosfer di daerah tropis dan subtropis. Variasi-variasi tersebut hampir terjadi di seluruh dunia dengan intensitas tertinggi di belahan bumi timur.⁹⁰

Menurut Evana MJO dimanifestasikan dalam skala waktu antara 30-60 hari melalui anomali skala besar pola sirkulasi atmosfer dan konveksi yang kuat dan berpropagasi (penjalaran) dari bagian Barat Indonesia (Samudra Hindia) ke arah Timur (Samudra Pasifik) dengan kecepatan rata-rata 5 m/detik. Fenomena MJO dapat menjelaskan variasi iklim di wilayah tropis. Fenomena MJO terkait langsung dengan pembentukan kolam panas di Samudra Hindia bagian Timur dan Samudra Pasifik bagian Barat sehingga pergerakan MJO ke arah Timur bersama angin Baratan (*westerly wind*) sepanjang ekuator selalu diikuti dengan konveksi awan kumulus tebal. Awan konvektif ini menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sepanjang penjarannya yang menempuh jarak 100 kilometer dalam sehari di Samudera Hindia dan 500 kilometer per hari ketika berada di wilayah Indonesia.⁹¹

Menurut Zhang ciri-ciri paling dasar dari dari MJO ditunjukkan pada **Gambar 2.1** Dimana di khatulistiwa Samudra Hindia dan Samudra Pasifik Barat, peristiwa MJO menampilkan pusat konveksi dan curah hujan dalam skala besar yang bergerak kearah Timur (fase aktif), diapit ke Timur dan Barat oleh daerah dengan konveksi dalam dan curah hujan yang lemah (fase tidak aktif atau fase tertekan). Dua fase dari MJO di

⁹⁰ Windayati and Surinati, "Fenomena *Madden-Julian Oscillation* (MJO)." XLI (2016): 35–43.

⁹¹ Lisa Evana, Sobri Effendy, and Eddy Hermawan, "Pengembangan Model Prediksi *Madden Julian Oscillation* (MJO) Berbasis Pada Hasil Analisis Data Real Time Multivariate MJO (RMM1 dan RMM2)," *Agromet* 22, no. 2 (2008): 144, <https://doi.org/10.29244/j.agromet.22.2.144-159>.

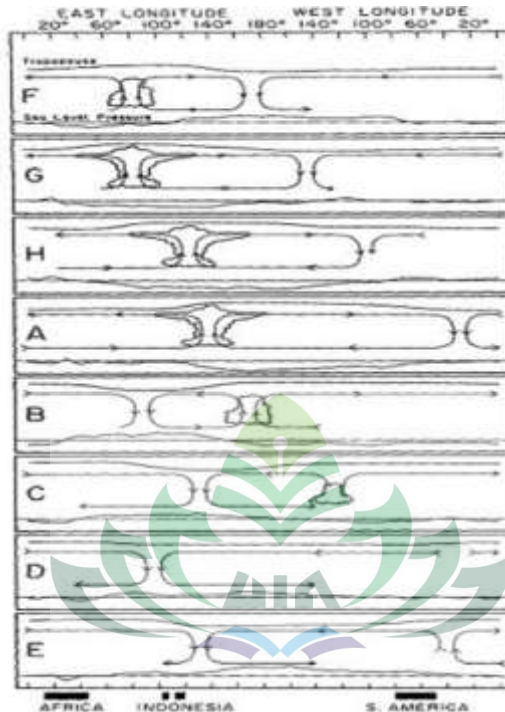
hubungan dengan menjungkirbalikkan sirkulasi zonal yang memanjang secara vertikal melalui seluruh troposfer. Di troposfer yang lebih rendah (dibawah 10 km, biasanya sekitar 1.5 km diatas permukaan laut atau 850 hPa) dan dekat permukaan, angin Barat yang sangat kuat terdapat di dalamnya, dan disebelah Barat pusat konvektif skala besar dengan angin Timur yang tidak normal di bagian Timur. Angin zonal membalikkan arah di troposfer atas (didas 10 km, biasanya pada tingkat 13 km atau 200 hPa). Hubungan antara sirkulasi skala besar dan pusat konvektif, biasanya disebut sebagai penghubung antar keduanya yang merupakan inti dari dinamika MJO. Pola berpasangan ini merambat ke arah Timur dengan kecepatan rata-rata 5 m/s. Struktur angin skala besar tersebut sering digambarkan dalam istilah gelombang khatulistiwa yang digabungkan dengan konveksi dalam.⁹² Matthews⁹³ mengatakan bahwa gugus-gugus awan tumbuh di Samudera Hindia lalu bergerak ke arah Timur dan membentuk siklus MJO

Gambar 2.1 Selain itu pengaruh suhu permukaan laut (SST, *Sea Surface Temperature*) di Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang mengakibatkan *Super Cloud Cluster* (SCCs) berpropagasi ke arah timur, dimana dalam perjalanannya SCCs terbentuk akibat adanya pemanasan matahari yang intensif sehingga pada level 850 hPa atau setara dengan 1.5 km di atas permukaan laut (dpl) terjadi konvergen (kenaikan massa udara) pada lapisan bawah yang membentuk awan-awan konvektif yang bergerak ke arah timur dan sekitar pada level 200 hPa terjadi divergen (penurunan massa udara) dengan demikian membentuk membentuk konveksi yang kuat. Adanya propagasi awan-awan besar SCCs akibat adanya angin baratan menuju ke arah timur (dari Samudera Hindia ke Samudera Pasifik). Pembentukan cluster awan-awan konvektif ini dicirikan dengan

⁹² Chidong Zhang, "Madden-Julian Oscillation," *Reviews of Geophysics* 43, no. 2 (2005): 1–36, <https://doi.org/10.1029/2004RG000158>.

⁹³ Adrian J. Matthews, "Propagation Mechanisms for the *Madden-Julian Oscillation*," *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 126, no. 569 (2000): 2637–51, <https://doi.org/10.1002/qj.49712656902>.

adanya kenaikan dan penurunan massa udara.⁹⁴ Selain itu Propagasi konveksi tandem ke arah timur dan sirkulasinya yang digambarkan dalam skema MJO pertama oleh Madden dan Julian dengan kuat mengkokohkan gagasan bahwa MJO adalah fenomena gabungan konveksi-sirkulasi.⁹⁵



Gambar 2.1 Skema sirkulasi MJO 40-50 harian yang dipengaruhi oleh angin zonal. Periode sirkulasi MJO disimbolkan dengan huruf di atas dimana skema konveksi kuat ditandai oleh terbentuknya awan cumulus dan cumulonimbus (Madden dan Julian)

Dari skema konveksi-sirkulasi MJO tersebut dan merujuk pada salah satu ayat Al-Qur'an surah Al-Jasiyah ayat 5 serta berdasarkan tafsir Qur'an dari penggalan ayat ini bahwa "Terdapat angin yang bertiup dari kutub utara dan kutub selatan yang memiliki udara lebih dingin dan maksimum, selain itu ada angin zonal dan karna perputaran bumi pada porosnya dari Barat ke Timur, maka angin yang bertiup dari kutub mengalami

⁹⁴ Hermawan, "Analisis Struktur Vertikal MJO Terkait dengan Aktivitas Super Cloud Clusters (SCCs) di Kawasan Barat Indonesia."

⁹⁵ C. Zhang et al., "Four Theories of the Madden-Julian Oscillation," *Reviews of Geophysics* 58, no. 3 (2020), <https://doi.org/10.1029/2019RG000685>.

pembelokan karna efek Coriolis dari pada khatulistiwa. Dari perkisaran angin itu orang akan mengetahui betapa Maha Bijaksana dan Maha Perkasa-Nya Allah yang menciptakan alam semesta. Pada akhir ayat, Allah SWT menegaskan bahwa tanda-tanda kekuasaan-Nya menjadi bukti kekuasaan-Nya bagi orang yang mau menggunakan akal dan bagi orang yang benar-benar mau mencari kebenaran.”⁹⁶ Ayat ini menjelaskan betapa agungnya akal manusia. Tinggillah masalah yang hendak dipecahkan rahasianya oleh akal manusia mengenai pergantian siang dan malam, hidup matinya bumi oleh hujan yang membawa rezeki dan perkisaran angin dengan suatu maksud mengenal Allah.⁹⁷

وَأَخْتَلَفِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ رِزْقٍ فَأَحْيَا بِهِ

الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ ؕ آيَاتٌ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٥﴾

Artinya: “(Pada) pergantian malam dan siang serta rezeki yang diturunkan Allah dari langit, lalu dihidup suburkannya bumi (dengan air hujan) sesudah matinya, dan pada perkisaran angin terdapat (pula) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.” (Q.S Al-Jasiyah [45] : 5).

MJO dalam fase aktif (kuat) memiliki korelasi terjadinya intensitas curah hujan yang tinggi terhadap wilayah yang dilaluinya. MJO dalam fase tidak aktif (lemah) memiliki korelasi terjadinya intensitas curah hujan yang rendah terhadap wilayah yang dilaluinya.⁹⁸ Fase dan kekuatan MJO di lokasi tertentu dapat meningkatkan atau menekan variabilitas curah hujan tropis, memodulasi atau memicu peristiwa cuaca ekstrem termasuk angin topan, kekeringan, banjir, gelombang panas,

⁹⁶ Drs.H.AF.Djunaidi universitas islam indonesia, Drs.HA.Hafizh Dasuki, MA, Prof.H.Zaini Dahlan, MA, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid IX*, jilid IX (yogyakarta: universitas islam indonesia, 1990).

⁹⁷ Prof.DR.Hamka, *Tafsir Al-Azhar Juzu' Ke 22*, 8th ed. (Jakarta: Gema Insani, 2015).

⁹⁸ Diyah Dwi Lestari , Faryuni, Irfana Diah, Kushadiwijayanto, Arie Antasari, “Respons Curah Hujan Terhadap Fenomena *Madden Jullian Oscillation* (MJO) di Pontianak,” *Prisma Fisika* 7, no. 2 (2019), <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.33972>.

dan gelombang dingin. Dimana ketika MJO memasuki suatu wilayah, maka terjadi kenaikan dari kecepatan angin yang semakin signifikan yang berada di ketinggian 1.5 km.⁹⁹ Selain menciptakan variabilitas yang signifikan dalam presipitasi tropis di Samudra Hindia dan Pasifik Barat, fluktuasi tekanan yang sesuai, Gerakan vertikal dan angin yang menyimpang mendorong anomali angin tropis dan ekstratropis. Sirkulasi MJO tropis memodulasi badai di Pasifik Timur dan Atlantik, berperan dalam peristiwa El Nino/Osilasi Selatan (ENSO) dan selanjutnya menyebabkan modulasi kekeringan, gelombang panas, dan banjir diantara dampak lainnya.¹⁰⁰ Sebuah hubungan ditemukan antara peningkatan emisi karbon dan perubahan dalam Intensitas, frekuensi, dan penyebaran MJO selama beberapa dekade terakhir abad ke-20.¹⁰¹ Selain menyebabkan variabilitas angin dan curah hujan yang cukup besar melalui wilayah *Warm Pool*, MJO juga berinteraksi dengan monsun Asia dan Australia yang menyebabkan periode aktif dan istirahat. Mungkin juga berdampak pada cuaca di garis lintang ekstratropis melalui pola telekoneksi. MJO mungkin juga memiliki peran dalam memulai dan memodulasi peristiwa El Niño di Samudera Pasifik khatulistiwa.¹⁰² MJO sebagai Pemicu dan penggerak cuaca buruk berupa giatnya gugusan awan konvektif di skala regional, yang bergerak ke arah Timur yang dapat dipantau dengan kondisi medan angin dan liputan awannya. MJO tidak hanya secara signifikan memengaruhi badai hujan tropis yang intens, seperti angin topan, tetapi juga cuaca ekstrem di garis lintang menengah hingga tinggi. MJO bertanggung jawab untuk sebagian besar variabilitas cuaca di daerah yang dilaluinya dan hasil dalam variasi atmosfer serta

⁹⁹ Pande Ketut et al., “Hubungan Strong *Madden-Julian Oscillation* (MJO) Terhadap Kecepatan Angin dan Suhu Permukaan Laut (SPL) di Perairan Indonesia” 5, no. 1 (2022): 40–47.

¹⁰⁰ Eric D. Maloney, Ángel F. Adames, and Hien X. Bui, “Madden–Julian Oscillation Changes under Anthropogenic Warming,” *Nature Climate Change* 9, no. 1 (2019): 26–33, <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0331-6>.

¹⁰¹ Roxy et al., “Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle,” 2019.

¹⁰² Inness, “Representation of the Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models.”

parameter kelautan yang mencakup tinggi rendahnya kecepatan dan arah angin, pembentukan awan, hujan (presipitasi), Suhu Permukaan Laut (SPL), dan proses penguapan di laut (evaporasi).¹⁰³

Setiap tahun, variabilitas cuaca pada skala waktu submusiman hingga musiman merugikan ekonomi global. MJO berkontribusi lebih dari 55% dari variabilitas cuaca ini di daerah tropis, dan memodulasi sikogenesis tropis Aslan, Australia, monsun Afrika dan Amerika dan *El Niño Southern Oscillation (ENSO)*.¹⁰⁴ Kekuatan MJO bervariasi dari tahun ke tahun dengan periode aktivitas yang kuat diikuti oleh periode Panjang ketika osilasi melemah atau bahkan tidak ada. Selama abad ke-20 dan awal abad ke-21 durasi fase MJO di Samudera Hindia telah berkurang 3-4 hari sementara di Benua Maritim waktu tinggalnya meningkat 5-6 hari hal ini berarti bahwa aktivitas konvektif terkait MJO telah tumbuh lebih pendek di atas Samudra Hindia sementara konveksi di Benua Maritim sedang berlangsung lama.¹⁰⁵

Dampak yang teridentifikasi dari penjalaran MJO secara global terhadap kondisi cuaca, khususnya curah hujan pada periode Juni-Juli-Agustus adalah Perubahan periode basah dan kering, Perubahan monsoon, Perubahan aktivitas siklon tropis. Dampak yang teridentifikasi dari penjalaran MJO secara global terhadap kondisi cuaca, khususnya curah hujan pada periode Desember, Januari, Februari adalah : Perubahan periode basah dan kering, Perluasan *plume* kelembapan tropis hingga ke lintang yang lebih tinggi dan mengakibatkan hujan lebat di *midlatitude*, Perubahan *monsoon*, Perubahan aktivitas siklon tropis, Perubahan ENSO melalui *Gelombang Kelvin* di laut.¹⁰⁶

¹⁰³ Windayati and Surinati, "Fenomena Madden-Julian Oscillation (MJO)."

¹⁰⁴ Roxy et al., "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle," 2019.

¹⁰⁵ M. K. Roxy et al., "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle," *Nature* 575, no. 7784 (2019): 647–51, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1764-4>.

¹⁰⁶ Suhardi, Saputra, and Haswan, "Pengaruh *Madden Julian Oscillation* Terhadap Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus di Kabupaten Sukabumi)."2, no.2 (2018):65-77

Daerah yang dilalui MJO akan mengalami peningkatan suhu muka laut seiring dengan perjalanan arus laut ke Timur yang nantinya akan berdampak pada tingginya penguapan air laut. Terjadinya pergerakan uap air secara vertikal dan membentuk beberapa Cluster awan hujan. Awan ini mengandung air sangat banyak serta mempunyai periode ulang 30 sampai 60 hari yang berarti dalam kisaran waktu tersebut akan terjadi peningkatan hujan di kawasan-kawasan yang dilaluinya.¹⁰⁷ Menurut Gottschalck & Higgins, aktivitas MJO cukup bervariasi dengan periode aktivitas sedang sampai kuat diikuti oleh periode sedikit atau tidak adanya aktivitas (fase istirahat). Dampak MJO dapat digunakan untuk memprediksi iklim, terutama di kawasan tropis saat periode MJO aktif. Biasanya, aktivitas terbesar MJO terjadi di belahan bumi Utara pada akhir musim gugur, musim dingin, dan awal musim semi. Secara umum, MJO cenderung paling aktif selama fase netral ENSO dan mengalami fase istirahat saat menguatnya peristiwa El Nino dan La Nina.¹⁰⁸

MJO dapat menjadi sumber utama adanya variasi siklus diurnal kondisi atmosfer sebagai proses konvektivitas dan curah hujan di BMI.¹⁰⁹ Selama propagasi MJO siklus diurnal curah hujan meningkat selama Fase 2-5 dan berkurang selama Fase 6-8. konvergensi yang *intens* dan *upward* yang kuat dominan terjadi di daratan pada malam hari dan di lautan pada tengah malam hingga pagi hari. Hal tersebut yang memicu curah hujan tinggi di lautan.¹¹⁰ Penjalaran MJO ke Timur menyebabkan

¹⁰⁷ Suhardi, Saputra, and Haswan.

¹⁰⁸ J Gottschalck and W Higgins, "Madden Julian Oscillation Impacts," ... Prediction Center. [Available Online at [Http ...](http://www.ncei.noaa.gov/monitoring-content/sotc/drought/MJO_1page_factsheet.pdf), 2008, https://www.ncei.noaa.gov/monitoring-content/sotc/drought/MJO_1page_factsheet.pdf.

¹⁰⁹ Simon C. Peatman, Adrian J. Matthews, and David P. Stevens, "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, no. 680 (2014): 814–25, <https://doi.org/10.1002/qj.2161>.

¹¹⁰ Ji Hyun Oh, Kwang Yul Kim, and Gyu Ho Lim, "Impact of MJO on the Diurnal Cycle of Rainfall over the Western Maritime Continent in the Austral Summer," *Climate Dynamics* 38, no. 5–6 (2012): 1167–80, <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1237-4>.

angin Baratan bergerak lebih cepat, sehingga dapat mempercepat penjalaran hujan menuju Timur.¹¹¹ Area yang dipengaruhi MJO jauh lebih banyak tersebar di lautan dibandingkan di daratan. Migrasi Ra dari Samudera Hindia sebelah Barat Sumatera melalui MC bagian Selatan ekuator tampak pada fase MJO 3-6. Hal ini menunjukkan bahwa pola musiman masih terlihat dalam fase konvektif aktif MJO. MJO dapat menyediakan kondisi yang sesuai untuk pembentukan dan intensifikasi siklon tropis, fase 5-6 MJO tampaknya memiliki peran tersebut bagi siklon tropis di MC bagian Selatan.¹¹² Menurut Peatman dkk saat MJO mulai aktif pada fase 3, fase 4, dan fase 5 anomali curah hujan bernilai positif secara keseluruhan di wilayah Indonesia yang menyebabkan kenaikan jumlah curah hujan di atas normal pada fase tersebut.¹¹³

3. Curah Hujan Ekstrem

Sebagai hampan kepulauan terbesar di ekuator dengan perairan yang menghubungkannya dan perantara Samudera Pasifik dengan Samudera Hindia, *Maritime Continent (MC)* memainkan peran yang penting dalam mempengaruhi sirkulasi global atmosfer.¹¹⁴ Posisi *Benua Maritim Indonesia (BMI)* menyebabkan proses cuaca yang terjadi di BMI memiliki *siklus diurnal (DR)* yang menonjol dengan perbedaan aktivitas konvektif yang signifikan antara wilayah daratan dan lautan.¹¹⁵

¹¹¹ Sindy Maharani and Hasti Amrih Rejeki, "Pengaruh Propagasi *Madden Julian Oscillation (MJO)* di *Benua Maritim Indonesia (BMI)* Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer dan Curah Hujan di Provinsi Lampung Tahun 2018," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 22, no. 2 (2021): 71–84, <https://doi.org/10.29122/jstmc.v22i2.4528>.

¹¹² Achmad Fahrudin Rais et al., "Respon Curah Hujan Diurnal Terhadap *Madden-Julian Oscillation* Aktif di Benua Maritim Berbasis GSMaP Gauge-Calibrated V7 Diurnal Rainfall Response to Active Madden-Julian Oscillation Over Maritime Continent Based On GSMaP Gauge-Calibrated V7" 22, no. 1 (2021): 17–24.

¹¹³ Peatman, Matthews, and Stevens, "Propagation of the Madden-Julian Oscillation through the Maritime Continent and Scale Interaction with the Diurnal Cycle of Precipitation."

¹¹⁴ Manabu D. Yamanaka et al., "Maritime Continent Coastlines Controlling Earth's Climate," *Progress in Earth and Planetary Science* 5, no. 1 (2018), <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0174-9>.

¹¹⁵ Oh, Kim, and Lim, "Impact of MJO on the Diurnal Cycle of Rainfall over the Western Maritime Continent in the Austral Summer."

W.J. Gibbs mengatakan bahwa cuaca adalah "*keadaan atmosfer di suatu tempat atau daerah selama waktu tertentu (menit, jam, hari, bulan, musim, dan seterusnya)*"; dan iklim adalah "*peluang statistik kejadian berbagai keadaan atmosfer di suatu tempat atau daerah selama kurun waktu kalender*".¹¹⁶ Cuaca sendiri adalah suatu sistem yang kompleks sehingga bisa dimaklumi apabila para "modeler cuaca" atau "peramal cuaca" kadang meleset prakiraannya.¹¹⁷ Indonesia adalah negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa, oleh karena itu suatu negara yang dilalui garis ini memiliki pola iklim yang sama sepanjang tahun. Pola yang dominan adalah hangat dan basah atau hangat dan kering sepanjang tahun. Sebagian besar daerah khatulistiwa juga ditandai sebagai yang lembab. Karena Indonesia dilalui garis ini, maka iklim yang terjadi hanya dua, yaitu musim hujan (basah) dan kemarau (kering).¹¹⁸ Selain itu Indonesia merupakan salah satu kawasan yang berperan penting dalam pembentukan cuaca dan iklim global. Hal itu disebabkan karena kondisi Indonesia sebagai benua maritim yang memiliki kawasan lautan lebih luas dari daratan. Kondisi Indonesia yang berada di antara dua benua (Asia dan Australia) dan dua samudera (Hindia dan Pasifik) juga menyebabkan Indonesia dipengaruhi oleh berbagai fenomena iklim, baik lokal, regional, maupun global.¹¹⁹

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air dari laut ke atmosfer kemudian ke bumi dan kembali lagi ke laut dan seterusnya. Air dari permukaan laut menguap ke udara,

¹¹⁶ Soerjadi Wirjohamidjojo and Yunus Swarinoto, *Iklim Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2010.

¹¹⁷ Tukidin, "Karakter Curah Hujan di Indonesia," *Geografi UNNES* 7, no. 2 (2010): 136–45.

¹¹⁸ Annie Hanifah and Enderwin Enderwin, "Analisis Intensitas Curah Hujan Wilayah Bandung pada Awal 2010," *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 12, no. 2 (2011): 145–49, <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.95>.

¹¹⁹ Nensi Tallamma, Nasrul Ihsan, and A. J. Patandean, "Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Curah Hujan di Kota Makassar," *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika* (download.garuda.kemdikbud.go.id, 2016), [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1535403&val=4354&title=Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation MJO Terhadap Curah Hujan di Kota Makassar](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1535403&val=4354&title=Analisis%20Pengaruh%20Madden%20Julian%20Oscillation%20MJO%20Terhadap%20Curah%20Hujan%20di%20Kota%20Makassar).

bergerak dan naik ke atmosfer. Kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik air berbentuk awan dan selanjutnya jatuh ke bumi dan lautan sebagai hujan. Hujan yang jatuh ke bumi sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan sebagian lagi meresap ke dalam tanah, jika tanah sudah jenuh maka air akan mengalir di atas permukaan tanah yang mengisi cekungan, danau, sungai dan kembali lagi ke laut.¹²⁰ Siklus hidrologi mencakup proses hidrologi pada semua skala dalam hidrosfer, dan digerakkan oleh radiasi matahari dan gravitasi. Siklus hidrologi dimanifestasikan dalam interaksi lautan-atmosfer-tanah dan pertukaran air dan energi.¹²¹ Berdasarkan dinamika siklus hidrologi salah satu sumber air utama adalah hujan.¹²² Seperti dalam ayat Al-Qur'an berikut:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّهٗ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهٖ
لَقَدِيرُونَ ﴿١٨﴾

Artinya : “Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran. Lalu, Kami jadikan air itu menetap di bumi dan sesungguhnya Kami Maha Kuasa melenyapkannya.” (Q.S Al-Mu'minun [23]:18)

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ
مُخْرِجٍ بِهٖ زُرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيغُ فِتْرَتَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطْمًا
﴿١١﴾ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَذِكْرٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١١﴾

Artinya: “Tidakkah engkau memperhatikan bahwa Allah menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia mengalirkannya menjadi sumber-sumber air di bumi. Kemudian, dengan air itu

¹²⁰ Asep Kurnia Hidayat and Empung, “Analisis Curah Hujan Efektif dan Curah Hujan dengan Berbagai Periode Ulang untuk Wilayah Kota Tasikmalaya dan Kabupaten Garut,” *Jurnal Siliwangi* 2, no. 2 (2016): 121–26.

¹²¹ Dawen Yang, Yuting Yang, and Jun Xia, “Hydrological Cycle and Water Resources in a Changing World: A Review,” *Geography and Sustainability*, 2021, 0–25, <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.003>.

¹²² Dedi Mulyono et al., “Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan,” 1989, 1–9.

Dia tumbuhkan tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian ia menjadi kering, engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian Dia menjadikannya hancur berderai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi ululalbab.” (Q.S Az-zumar [39]:21)

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang berupa hujan, salju, embun, dan yang sejenis. Indonesia termasuk daerah tropis sehingga yang paling dominan jenis presipitasi yang terjadi adalah hujan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, definisi hujan adalah titik-titik air yang berjatuhan dari udara karena proses pendinginan.¹²³ Presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).¹²⁴

Hujan adalah air dalam bentuk tetesan yang berasal dari proses kondensasi uap air di atmosfer. Hujan merupakan komponen yang terpenting dari siklus hidrologi karena hujan adalah penyuplai sebagian besar air tawar di bumi. Tiga karakteristik curah hujan yang penting adalah jumlah, frekuensi, dan intensitasnya. Nilai ketiga karakteristik tersebut berbeda-beda dari satu tempat ke tempat lain, dari hari ke hari, bulan ke bulan dan juga tahun ke tahun. Pola curah hujan di Indonesia yang secara astronomis terletak diantara LU dan 1 LS, 66 16 dan sebagian besar berada di sekitar khatulistiwa, memiliki curah hujan yang cukup besar, terutama di Indonesia bagian Barat. Indonesia mempunyai rata-rata curah hujan 2000-

¹²³ Hidayat and Empung, “Analisis Curah Hujan Efektif dan Curah Hujan dengan Berbagai Periode Ulang untuk Wilayah Kota Tasikmalaya dan Kabupaten Garut.”

¹²⁴ dharmawan Abdullah, “Hubungan Fluktuasi Suhu Permukaan Laut Terhadap Kejadian *Madden-Julian Oscillation* di Kepulauan Nusantara,” *Advanced Optical Materials* (digilib.unhas.ac.id, 2018), <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.089902> <http://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2015.04.009> <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-05514-9> <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-13856-1> <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-14365-2> <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-14365-2>

3000 mm/tahun. Semakin ke Timur curah hujannya semakin kecil, terkecuali Maluku dan Papua.¹²⁵ Ada dua syarat penting terjadinya hujan yaitu massa udara harus mengandung cukup uap air dan massa udara harus naik ke atas sedemikian sehingga menjadi dingin.¹²⁶ Seperti yang telah disampaikan oleh Al-Qur'an pada surah berikut.

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۗ حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَّتْ
 سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ
 الثَّمَرَاتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٥٧﴾

Artinya : “Dialah yang mendatangkan angin sebagai kabar gembira yang mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan) sehingga apabila (angin itu) telah memikul awan yang berat, Kami halau ia ke suatu negeri yang mati (tandus), lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang-orang mati agar kamu selalu ingat.” (Q.S Al-A’raf [7]: 57)

وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوَاقِحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ
 بِخَازِنِينَ ﴿٣٩٦﴾

Artinya: “Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan.³⁹⁶) Maka, Kami menurunkan hujan dari langit lalu memberimu minum dengan (air) itu, sedangkan kamu bukanlah orang-orang yang menyimpannya.” (Q.S Al-Hijr [15]:22)

396) Maksudnya adalah mengawinkan awan, tanaman, dan sebagainya.

Variasi hujan yang terjadi pada suatu wilayah dapat menggambarkan ragam osilasi atmosfer yang terjadi di wilayah

¹²⁵ Margaretta Welly, “Analisa Karakteristik Hujan di Kota Bandar Lampung,” no. 1 (2004).

¹²⁶ Dharmawan Abdullah, “Hubungan Fluktuasi Suhu Permukaan Laut Terhadap Kejadian *Madden-Julian Oscillation* di Kepulauan Nusantara.”

tersebut.¹²⁷ Menurut Wirjohamidjojo & Swarinoto dan Tjasyono penyebab terjadinya hujan sangat berkaitan erat dengan keberadaan dan jenis awan di suatu wilayah.¹²⁸ Hujan dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu hujan siklonal, hujan frontal, hujan muson, hujan zenital atau hujan konveksi dan hujan orografis.¹²⁹ Dari bentuk dan sifatnya, hujan ada yang disebut dengan *shower* atau hujan tiba-tiba. Hujan tersebut ditandai dengan permulaan dan akhir yang mendadak dengan variasi intensitas yang umumnya cepat, dengan titik-titik air atau partikel-partikel yang lebih besar daripada hujan biasa dan jatuhnya dari awan-awan *Cumulus (Cu)* ataupun *Cumulonimbus (Cb)* yang pertumbuhannya bersifat konvektif. Hujan kontinyu yang permulaan dan akhirnya tidak secara mendadak dan tidak tampak terjadi pengurangan perawanan sejak permulaan sampai pada akhirnya aktivitas tersebut. Hujan ini jatuhnya dari awan-awan yang pada umumnya berbentuk merata seperti awan-awan *Stratus (St)*, *Altostratus (As)*, maupun *Nimbostratus (Ns)*.¹³⁰ Ada beberapa faktor fisis penting yang ikut berperan terhadap proses terjadinya hujan di wilayah Indonesia, di antaranya adalah: posisi lintang, ketinggian tempat, pola angin (angin pasat dan monsun), sebaran bentang darat dan perairan, serta pegunungan dan gunung-gunung yang tinggi. Faktor-faktor tersebut, secara bersama-sama atau gabungan antara dua faktor atau lebih akan berpengaruh terhadap variasi dan tipe curah hujan.¹³¹

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui

¹²⁷ Tallamma, Ihsan, and Patandean, "Analisis Pengaruh *Madden Julian Oscillation (MJO)* Terhadap Curah Hujan di Kota Makassar."12, no.3 (2016):324-329

¹²⁸ Robi Muharsyah and Novi Fitrianti, "Pola Spasial dan Temporal Jenis Awan di Selatan Indonesia Berdasarkan Kanal IR1 Himawari - 8 Pada Periode Musim Hujan," *Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 1 (2020): 23–35.

¹²⁹ Hidayat and Empung, "Analisis Curah Hujan Efektif dan Curah Hujan dengan Berbagai Periode Ulang untuk Wilayah Kota Tasikmalaya dan Kabupaten Garut."

¹³⁰ Sugiyono Yunus S. Swarinoto, "Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Bandar Lampung," 2009, 271–81.

¹³¹ Tukidin, "Karakter Curah Hujan di Indonesia."7, no.2 (2010): 136

jumlahnya dalam satuan millimeter (mm). Curah hujan adalah butir-butir air atau kristal es yang jatuh/ keluar dari awan atau kelompok awan . Jika curahan dimaksud dapat mencapai permukaan bumi disebut sebagai hujan . Jika setelah keluar dari dasar awan tetapi tidak jatuh sampai ke permukaan bumi disebut sebagai virga . Butir air yang dapat keluar dari awan dan mampu mencapai permukaan bumi harus memiliki garis tengah paling tidak sebesar 200 mikrometer (*1 mikrometer = 0,001 cm*). Kurang dari ukuran diameter tersebut, butir-butir air dimaksud akan habis menguap di atmosfer sebelum mampu mencapai permukaan bumi .¹³² Ada tiga jenis curah hujan yang dicirikan dengan fitur karakteristik dan diagramnya masing-masing yaitu diantaranya curah hujan konvensional, curah hujan orografis atau urah hujan relief dan curah hujan frontal atau siklon.¹³³

Curah hujan dibatasi sebagai tinggi air hujan yang diterima di permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan ke dalam tanah. Sedangkan Intensitas curah hujan merupakan ukuran jumlah hujan per satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung. Bagi beberapa wilayah tertentu yang memiliki tingkat kemiringan topografi atau berada di sekitar lereng bukit, intensitas curah hujan yang sangat tinggi sangatlah berpotensi untuk menyebabkan terjadinya bencana bagi wilayah tersebut salah satunya ialah bencana tanah longsor yang tentu akan merugikan masyarakat dan daerah sekitar.¹³⁴ Perubahan kondisi iklim juga sangat erat kaitannya dengan perubahan pola dan intensitas curah hujan yang akan

¹³² Yunus S. Swarinoto, "Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Bandar Lampung." (2009): 271-281

¹³³ Dzameh Melody Nina Hakii Selase, Aphu Elvis Danso Eunice Eyra Agyimpomaa, David Deborah Selasi, "Precipitation and Rainfall Types with Their Natural Sciences Research Eir Characteristic Features," *Natural Sciences Research* 5, no. 20 (2018).

¹³⁴ Herdian Chandra and Heri Suprato, "Sistem Informasi Intensitas Curah Hujan di Daerah Ciliwung Hulu," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer Universitas Gunadarma* 21, no. 3 (2016): 45-52.

berdampak pada perubahan musim.¹³⁵ Perubahan intensitas dan pola curah hujan yang berlebihan dapat menyebabkan bencana kerugian sosial ekonomi bagi masyarakat atau bangsa. Analisis perubahan produk regional bruto mengidentifikasi cara-cara di mana curah hujan ekstrem memengaruhi produktivitas ekonomi global dalam banyak sector, beberapa di antaranya sektor pertanian dan ekonomi, sosial serta lingkungan.¹³⁶ Curah hujan yang tinggi di wilayah tropik pada umumnya dihasilkan dari proses konveksi dan pembentukan awan hujan panas. Pada dasarnya curah hujan dihasilkan dari gerakan massa udara lembab ke atas. Agar terjadi gerakan ke atas, atmosfer harus dalam kondisi tidak stabil. Kondisi tidak stabil terjadi jika udara yang naik lembab dan *lapse rate* udara lingkungannya berada antara *lapse rate* (*laju susut suhu*) adiabatik kering dan *lapse rate* (*laju susut suhu*) adiabatik jenuh.¹³⁷ Klasifikasi curah hujan dari *Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)* sebagai berikut: Hujan ringan 5-20 mm/ hari, hujan sedang: 20-50 mm/ hari, hujan deras: 50-100 mm/ hari, hujan sangat deras: 100-150 mm/ hari dan hujan ekstrem:>150 mm/ hari.¹³⁸ Curah hujan bervariasi dari tahun ke tahun dan selama beberapa dekade, dan perubahan jumlah, intensitas, frekuensi, dan jenisnya mempengaruhi lingkungan dan masyarakat. Dengan kata lain, curah hujan dan variabilitasnya merupakan faktor penting dari siklus hidrologi global yang mempengaruhi semua organisme hidup di Bumi.¹³⁹

¹³⁵ Solih Alfiandy and Donaldi Sukma Permana, "Tren Curah Hujan Berbasis Data Sinoptik BMKG dan Reanalisis Merra-2 Nasa di Provinsi Sulawesi Tengah," *Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 2 (2020): 63–72.

¹³⁶ Xin-Zhong Liang, "Extreme Rainfall Slows The Global Economy," *Nature* 601 (2022): 193–94, <https://doi.org/10.1038/d41586-021-03783-x>.

¹³⁷ Mulyono et al., "Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan." (1989)

¹³⁸ Wakhidatik Nurfaida et al., "Rainfall Trend and Variability over Opak River Basin, Yogyakarta, Indonesia," *Journal of the Civil Engineering Forum* 1000, no. 1000 (2020): 109–20, <https://doi.org/10.22146/jcef.60628>.

¹³⁹ S Nandargi, A Gaur, and S S Mulye, "Hydrological Analysis of Extreme Rainfall Events and Severe Rainstorms over Uttarakhand , India," *Hydrological Sciences Journal* 61, no. 12 (2016): 2145–63, <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1085990>.

Curah hujan ekstrem merupakan salah satu penyebab bencana alam seperti banjir dan tanah longsor. Saat ini, kejadian curah hujan ekstrem menjadi isu yang sangat diperhatikan oleh IPCC, karena frekuensi dan intensitas yang diperkirakan akan mengalami perubahan serius. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014)* juga menyebutkan curah hujan ekstrem merupakan salah satu potensi bencana alam di wilayah tropis. Potensi curah hujan ekstrem yang terdapat di wilayah tropis disebabkan karena adanya gangguan cuaca mulai dari skala global, regional, hingga lokal. Berdasarkan dampak yang ditimbulkan, curah hujan ekstrem dapat didefinisikan sebagai curah hujan dengan nilai yang tinggi mencapai ambang batas satu nilai tertentu atau threshold. WMO (*World Meteorological Organization*) (2016) melalui *Guidelines on The Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events* memberikan dua teknik dalam menentukan nilai ekstrem curah hujan yaitu dengan satu nilai absolut atau dengan perhitungan statistik.¹⁴⁰ Curah hujan ekstrem diperkirakan akan meningkat dengan pemanasan global di sebagian besar dunia karena konsentrasi uap air atmosfer yang memasok air untuk curah hujan meningkat sebanding dengan konsentrasi saturasi pada tingkat sekitar 6-7% per derajat kenaikan di suhu menurut hubungan *Clausius Clapeyron* termodinamika. Namun, perubahan dinamika atmosfer seperti perluasan *sirkulasi Hadley* tropis ke arah kutub dapat melemahkan atau memperkuat efek termodinamika secara regional dan memodifikasi amplifikasi presipitasi ekstrem. Ketersediaan air juga memainkan peran besar dalam hubungan kelembaban suhu. Faktor termodinamika memainkan peran utama untuk perubahan presipitasi yang lebih ekstrem, sedangkan untuk peristiwa yang kurang ekstrem, faktor dinamis juga bertanggung jawab atas perubahan curah hujan regional yang dapat melemahkan efek termodinamika.¹⁴¹

¹⁴⁰ Akhmad Fadholi, "Trend Curah Hujan Ekstrem Harian Berdasarkan Data Persiann-CCS di Kepulauan Bangka Belitung," *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* 04, no. 01 (2020): 12–22.

¹⁴¹ Hossein Tabari, "Climate Change Impact on Flood and Extreme Precipitation Increases with Water Availability," *Scientific Reports* 10 (2020): 13768, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>.

Menurut Andung Bayu Sekaranom selaku dosen laboratorium hidrologi dan klimatologi lingkungan fakultas geografi UGM di laman *ugm.ac.id*, fenomena cuaca ekstrem di Indonesia cenderung meningkat disebabkan oleh dampak perubahan iklim yang saat ini sudah mulai dirasakan dengan meningkatnya frekuensi bencana banjir, meningkatnya bencana kekeringan dan mundurnya masa musim hujan. Hal ini karena kenaikan suhu global yang lebih tinggi. Selain itu negara yang berada di daerah tropis dan subtropis selain mengalami peningkatan temperatur juga akan mengalami peningkatan curah hujan. Temperatur atmosfer sangat mempengaruhi intensitas curah hujan ekstrem, karena udara yang lebih hangat mampu menahan lebih banyak air daripada udara yang lebih dingin, dan oleh karena itu memiliki potensi untuk memberikan lebih banyak kelembapan pada peristiwa curah hujan.¹⁴²



¹⁴² Nigel Westra, Seth and Fowler, Hayley and Evans, Jason and Alexander, Lisa and Berg, P. and Johnson, Fiona and Kendon, E.J. and Lenderink, Geert and Roberts, "Future Changes to the Intensity and Frequency of Short-Duration Extreme Rainfall," *Reviews of Geophysics* 52 (2014): 522–55, <https://doi.org/10.1002/2014RG000464>. Received.

DAFTAR PUSTAKA

- Agita Vivi Wijayanti, Rahmat Hidayat, Ahmad Faqih dan Furqon Alfahmi. "The Impact Of the Interaction between Madden Julian Oscillation and Cold Surge, on Rainfall over Western Indonseian." *Indonesian Journal of Geography* 53 (2021).
- Aiqiu, L. F., A. Zakir, and Trismidianto. "Analysis of Mesoscale Convective Complex during Madden Julian Oscillation Phase 4 (Case Study: Heavy Rain in Cilacap on Sept 16-17, 2016)." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 303, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012063>.
- Alfiandy, Solih, and Donald Sukma Permana. "TREN CURAH HUJAN BERBASIS DATA SINOPTIK BMKG DAN REANALISIS MERRA-2 NASA DI PROVINSI SULAWESI TENGAH." *Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 2 (2020): 63–72.
- Anis Purwaningsih, Teguh Hardjana, Hermawan, Eddy Andarini, Dita Fatria. "Kondisi Curah Hujan Dan Curah Hujan Ekstrem Saat MJO Kuat Dan Lemah: Distribusi Spasial Dan Musiman Di Indonesia" 21, no. 2 (2020): 85–94.
- Arioka, Pande Ketut Cahya Krisnanta, I Wayan Gede Astawa Karang, and Gede Surya Indrawan. "Hubungan Strong Madden-Jullian Oscillation (MJO) Terhadap Kecepatan Angin Dan Suhu Permukaan Laut (SPL) Di Perairan Indonesia." *Journal of Marine Research and Technology*, 2022. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2022.v05.i01.p07>.
- Batubara, Mahardiani Putri Naulia, Muhammad Zainuri, Kunarso Kunarso, and Ardiansyah Desmont Puryajati. "Diagnosa Perilaku MJO Aktif Pada Saat La Nina Kuat (2011/2012) Di Perairan Tropis." *Buletin Oseanografi Marina*. academia.edu, 2022. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.45619>.
- BMKG. "Buletin Stasiun Meteorologi Radin Inten II Lampung Selatan Edisi LXI." Lampung, 2022.

- Chandra, Herdian, and Heri Suprato. "Sistem Informasi Intensitas Curah Hujan Di Daerah Ciliwung Hulu." *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer Universitas Gunadarma* 21, no. 3 (2016): 45–52.
- Chang, Chiung Wen June, Huang Hsiung Hsu, Wee Cheah, Wan Ling Tseng, and Li Chiang Jiang. "Madden–Julian Oscillation Enhances Phytoplankton Biomass in the Maritime Continent." *Scientific Reports*. nature.com, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41889-5>.
- Cooper, Harris M. "Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews." *Knowledge in Society* 1, no. 1 (1988): 104–26. <https://doi.org/10.1007/BF03177550>.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. *Choosing Among Five Approaches Choosing Among Five Approaches*, 2007. https://www.researchgate.net/profile/Rulinawaty-Kasmad/publication/342229325_Second_Edition_QUALITATIVE_INQUIRY_RESEARCH_DESIGN_Choosing_Among_Five_Approaches/links/5eec7025458515814a6ac263/Second-Edition-QUALITATIVE-INQUIRY-RESEARCH-DESIGN-Choosing-Among.
- Creswell, John W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Edited by Adele Hutchinson Vicki Knight, Jessica Young, Kalie Koscielak, Brittany Bauhaus, Megan Markanich. 4th ed. amerika serikat, united states: Sage Publication, 2003. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.
- Damayanti, Aulia Rizki. "ANALISIS FENOMENA MADDEN JULIAN OSCILLATION TERHADAP KEJADIAN HUJAN EKSTREM DI KOTA MANADO AULIA RIZKI D, Dr. Emilya Nurjani, M.Si. ; Utia Suarma, S.Si., M.Si.," 2020.
- Destry Intan Syafitri, Safarina Salma Putri, Perdinand Hutabarat, Nurkholis Bambang Saputra, Imma, and Gumilang Deranadyan Redha Nugraheni. "Analisis Pengaruh Madden-Julian Oscillation (MJO) Terhadap Propagasi Curah Hujan Di Sidoarjo Menggunakan Data Radar (Studi Kasus: 7–20 Maret 2019)." *Researchgate.Net*. semarang, 2019.

https://www.researchgate.net/publication/352806983_Analisis_Pengaruh_Madden-Julian_Oscillation_MJO_terhadap_Propagasi_Curah_Hujan_d_i_Sidoarjo_menggunakan_Data_Radar/citation/download.

- DHARMAWAN ABDULLAH. “Hubungan Fluktuasi Suhu Permukaan Laut Terhadap Kejadian Madden-Julian Oscillation Di Kepulauan Nusantara.” *Advanced Optical Materials*. digilib.unhas.ac.id, 2018. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.089902%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2015.04.009%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-05514-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-13856-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-14365-2%0Ahttp://dx.doi.org/1>.
- Diani, Rahma. “Pengaruh Pendekatan Saintifik Berbantuan LKS Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI SMA Perintis 1 Bandar Lampung” 05, no. April (2016): 83–93. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.108>.
- . “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Pendidikan Karakter Dengan Model Problem Based Instruction” 04, no. 2 (2015): 241–53. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v4i2.96>.
- Diani, Rahma, and Niken Sri Hartati. “Flipbook Berbasis Literasi Islam: Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Dengan 3D Pageflip Professiona” 4, no. 2 (2018): 234–44.
- Diyah Dwi Lestari , Faryuni, Irfana Diah, Kushadiwijayanto, Arie Antasari. “Respon Curah Hujan Terhadap Fenomena Madden Jullian Oscillation (Mjo) Di Pontianak.” *Prisma Fisika* 7, no. 2 (2019). <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.33972>.
- Djamba, Yanyi K., and W. Lawrence Neuman. *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. Teaching Sociology*. Vol. 30, 2002. <https://doi.org/10.2307/3211488>.
- Eck, Nees Jan van, and Ludo Waltman. *VOSviewer Manual*. Leiden: Univeristeit Leiden, 2013. http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.1.pdf.

- Evana, Lisa, Sobri Effendy, and Eddy Hermawan. "Pengembangan Model Prediksi Madden Julian Oscillation (MJO) Berbasis Pada Hasil Analisis Data Real Time Multivariate MJO (RMM1 Dan RMM2)." *Agromet* 22, no. 2 (2008): 144. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.22.2.144-159>.
- Fadholi, A., E. Nurjani, S. Suprayogi, and R. Adzani. "Relationship between Extreme Rainfall Based on GSMaP Data with Madden Julian Oscillation (MJO) in Bangka Island." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 451, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012084>.
- Fadholi, Akhmad. "TREND CURAH HUJAN EKSTREM HARIAN BERDASARKAN DATA PERSIANN-CCS DI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG." *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika* 04, no. 01 (2020): 12–22.
- Fadillah, Rizky Umul Nisa, Yosafat Donni Haryanto, and Nelly Florida Riama. "Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation Terhadap Propagasi Dan Distribusi Temporal Hujan Berdasarkan Pengamatan Citra Satelit Di Wilayah Bengkulu Tahun 2018." *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika* 7, no. 1 (2018): 9–19.
- Fura, Ahmad Nur Akma Juangga, Retno Utami Agung Wiyono, and Indarto Indarto. "Kecenderungan Dan Perubahan Hujan Ekstrem Harian Di Pulau Madura." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 18, no. 1 (2020): 89–96. <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.89-96>.
- Giarno, Muhammad Pramono Hadi, Slamet Suprayogi, and Sigit Herumurti. "Impact of Rainfall Intensity, Monsoon and MJO to Rainfall Merging in the Indonesian Maritime Continent." *Journal of Earth System Science* 129, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12040-020-01427-8>.
- Gilli, Manfred, and K Evis. "An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk," no. May (2014). <https://doi.org/10.1007/s10614-006-9025-7>.

- Gottschalck, J, and W Higgins. "Madden Julian Oscillation Impacts." ... *Prediction Center*. [Available Online at *Http* ...], 2008. https://www.ncei.noaa.gov/monitoring-content/sotc/drought/MJO_1page_factsheet.pdf.
- Habsy, Bakhrudin All. "Seni Memahami Penelitian Kuliatif Dalam Bimbingan Dan Konseling : Studi Literatur." *JURKAM: Jurnal Konseling Andi Matappa* 1, no. 2 (2017): 90. <https://doi.org/10.31100/jurkam.v1i2.56>.
- Handayani, Delvita, and Sugeng Nugroho. "ANALISIS ANGIN ZONAL DAN OUTGOING LONGWAVE RADIATION (OLR) UNTUK INISIALISASI KEMUNCULAN FENOMENA MADDEN JULIAN OSCILLATION (MJO) DI KOTA PADANG Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP Badan Meteorologi Klimatologi Da." *PILLAR OF PHYSICS*. ejournal.unp.ac.id, 2016. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/fis/article/viewFile/2485/1985>.
- Hanifah, Annie, and Enderwin Enderwin. "Analisis Intensitas Curah Hujan Wilayah Bandung Pada Awal 2010." *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* 12, no. 2 (2011): 145–49. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.95>.
- Harahap, Nursapia. "Penelitian Kepustakaan." *Iqra* 8, no. 1 (2014): 68–73.
- Helmericks, Steven G., Randal L. Nelsen, and N. Prabha Unnithan. "The Researcher, the Topic, and the Literature: A Procedure for Systematizing Literature Searches." *The Journal of Applied Behavioral Science* 27, no. 3 (1991): 285–94. <https://doi.org/10.1177/0021886391273004>.
- Hendon, H H, and M L Salby. "The Life Cycle of the Madden–Julian Oscillation." *Journal of Atmospheric Sciences*. journals.ametsoc.org, 1994. https://journals.ametsoc.org/view/journals/atsc/51/15/1520-0469_1994_051_2225_tlcotm_2_0_co_2.xml.

- Hermawan, E., T. Harjana, A. Ridho, and T. Maulana. "Interaction between Madden-Julian Oscillation and Monsoon Related to Big Floods over South Sulawesi in January 2019." *Journal of Physics: Conference Series* 1524, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1524/1/012005>.
- Hermawan, Eddy. "Analisis Struktur Vertikal MJO Terkait Dengan Aktivitas Super Cloud Clusters (SCCs) Di Kawasan Barat Indonesia." *Jurnal Sains Dirgantara* 8, no. 1 (2010): 25–42. https://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_sains/article/view/1531.
- . *Indeks Monsun Asia-Australia Dan Aplikasinya*. Edited by Sri Suratmini. Jakarta: LIPI Press, LAPAN, 2017. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>.
- Hermawan, Eddy, and Mohamad Husni. "Perbandingan Antara Equatorial Atmosphere Radar Dengan Middle and Upper Atmosphere Radar Dalam Pemantauan Angin Zonal Dan Angin Meridional." *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 3, no. 1 (2002): 45–51.
- Hermawan, Eddy, Siti Hairunnisa Norfahmi, Arief Suryantoro, Teguh Harjana, Trismidianto, Anis Purwaningsih, Wiwiek Setyawati, and Siti Azizah. "Characteristics of the Extreme Rainfall over Indonesian Equatorial Region Based on the Madden-Julian Oscillation Index Data Analysis." *Journal of Physics: Conference Series*, 2019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1373/1/012002>.
- Hidayat, Asep Kurnia, and Empung. "Analisis Curah Hujan Efektif Dan Curah Hujan Dengan Berbagai Periode Ulang Untuk Wilayah Kota Tasikmalaya Dan Kabupaten Garut." *Jurnal Siliwangi* 2, no. 2 (2016): 121–26.
- Hidayat, Rahmat, and Shoichi Kizu. "Influence of the Madden-Julian Oscillation on Indonesian Rainfall Variability in Austral Summer." *International Journal of Climatology* 30, no. 12 (2010): 1816–25. <https://doi.org/10.1002/joc.2005>.

- Hk, Bayong Tjasyono. "Meteorology in Indonesian Equatorial Region *)," no. July 2007 (n.d.): 3–6.
- hualan rui, bin wang. "Development Characteristics and Dynamic Structure Of Tropical Intraseasonal Convection Anomalies." *Atmospheric Sciences* 47, no. 3 (1990): 357–79.
- Ida Pramuwardani, Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS.; Prof. Dr. Sunarto, M.S.; Dr. Ardhasena Sopaheluwakan. "Pemodelan Persebaran Geografis Hujan Di Indonesia Berdasarkan Fenomena Convectively Coupled Equatorial Waves (CCEW) Dan Madden Julian Oscillation (MJO)." etd.repository.ugm.ac.id, 2019. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/181974>.
- Inness, Peter Michael. "Representation of the Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models," 2002.
- Ir. Melfianora, M.Si. "Penulisan Karya Tulis Ilmiah Dengan Studi Literatur." *Open Science Framework*, 2019, 1–3.
- Iyus Jayusman, Oka Agus Kurniawan Shavab. "STUDI DESKRIPTIF KUANTITATIF TENTANG AKTIVITAS BELAJAR MAHASISWA DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA PEMBELAJARAN EDMODO DALAM PEMBELAJARAN SEJARAH." *Jurnal Artefak* 7, no. 1 (2020): 13–20. <https://doi.org/10.25157/ja.v7i1.3180>.
- Jiang, Xianan, Ángel F. Adames, Daehyun Kim, Eric D. Maloney, Hai Lin, Hyemi Kim, Chidong Zhang, Charlotte A. DeMott, and Nicholas P. Klingaman. "Fifty Years of Research on the Madden-Julian Oscillation: Recent Progress, Challenges, and Perspectives." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 125, no. 17 (2020). <https://doi.org/10.1029/2019JD030911>.
- Jones, Charles, and Leila M.V. Carvalho. "Spatial-Intensity Variations in Extreme Precipitation in the Contiguous United States and the Madden-Julian Oscillation." *Journal of Climate*. journals.ametsoc.org, 2012. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00278.1>.

- Jones, Charles, Duane E. Waliser, K. M. Lau, and W. Stern. "Global Occurrences of Extreme Precipitation and the Madden-Julian Oscillation: Observations and Predictability." *Journal of Climate*. journals.ametsoc.org, 2004. <https://doi.org/10.1175/3238.1>.
- Jumanissaba, Aldiatama, Sandro W. Lubis, and Sonni Setiawan. "The Influence of the QBO on the MJO-Related Rainfall Variability over the Maritime Continent." *Springer Proceedings in Physics*, 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_8.
- Kartiningrum, Eka Diah. "Panduan Penyusunan Studi Literatur." *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit, Mojokerto*, 2015, 1–9.
- Ketut, Pande, Cahya Krisnanta, I Wayan Gede, Astawa Karang, and Gede Surya. "Hubungan Strong Madden-Julian Oscillation (MJO) Terhadap Kecepatan Angin Dan Suhu Permukaan Laut (SPL) Di Perairan Indonesia" 5, no. 1 (2022): 40–47.
- LATOS, BEATA, THIERRY LEFORT, MARIA K. FLATAU, PIOTR J. FLATAU, DONALDI S. PERMANA, DARIUSZ B. BARANOWSKI, JAKA A.I. PASKI, et al. "Equatorial Waves Triggering Extreme Rainfall and Floods in Southwest Sulawesi, Indonesia." *Monthly Weather Review*. journals.ametsoc.org, 2021. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-20-0262.1>.
- Lestari, Sophia, Andrew King, Claire Vincent, David Karoly, and Alain Protat. "Seasonal Dependence of Rainfall Extremes in and around Jakarta, Indonesia." *Weather and Climate Extremes*. Elsevier, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100202>.
- Lestari, Sophia, Andrew King, Claire Vincent, Alain Protat, David Karoly, and Shuichi Mori. "Variability of Jakarta Rain-Rate Characteristics Associated with the Madden-Julian Oscillation and Topography." *Monthly Weather Review* 150, no. 8 (2022): 1953–75. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-21-0112.1>.

- Li, Tim, Jian Ling, and Pang Chi Hsu. "Madden-Julian Oscillation: Its Discovery, Dynamics, and Impact on East Asia." *Journal of Meteorological Research* 34, no. 1 (2020): 20–42. <https://doi.org/10.1007/s13351-020-9153-3>.
- . "Madden-Julian Oscillation: Its Discovery, Dynamics, and Impact on East Asia." *Journal of Meteorological Research* 34, no. 1 (2020): 20–42. <https://doi.org/10.1007/s13351-020-9153-3>.
- Li, Tim, Lu Wang, Melinda Peng, Bin Wang, Chidong Zhang, Willlliam Lau, and Hung Chi Kuo. "Paper on the Tropical Intraseasonal Oscillation Published in 1963 in a Chinese Journal." *Bulletin of the American Meteorological Society* 99, no. 9 (2018): 1765–79. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0216.1>.
- Liang, Xin-Zhong. "Extreme Rainfall Slows The Global Economy." *Nature* 601 (2022): 193–94. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-03783-x>.
- Lin, Hai. "The Madden-Julian Oscillation." *Atmosphere - Ocean* 60, no. 3–4 (2022): 338–59. <https://doi.org/10.1080/07055900.2022.2072267>.
- Mabruroh, Faizatul, Adis Wiyanto, Program Studi, Pendidikan Fisika, Universitas Islam, Negeri Raden, Fatah Palembang, Suhu Udara Maksimum, and Perubahan Iklim. "Analisis Fenomena Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Ekstrim" 7, no. 1 (2023): 94–100.
- Madani, Naziah, Eddy Hermawan, and Akhmad Faqih. "Pengembangan Model Prediksi Madden-Julian Oscillation (Mjo) Berbasis Hasil Analisis Data Wind Profiler Radar (Wpr)." *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* 13, no. 1 (2012). <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i1.117>.
- Madden RA, Julian PR. "Description of Global-Scale Circulation Cells in Tropics with a 40–50 Day Period." *Journal of the Atmospheric Sciences* 29 (1972): 1109–1123.

- Madden, Roland A., and Paul R. Julian. "Detection of a 40–50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific." *Journal of the Atmospheric Sciences* 28, no. 5 (1971): 702–8. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1971\)028<0702:doadoi>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1971)028<0702:doadoi>2.0.co;2).
- Maloney, E D, Á F Adames, and H X Bui. "Madden–Julian Oscillation Changes under Anthropogenic Warming. *Nat. Climate Change*, 9, 26–33," 2019.
- Maloney, Eric D., Ángel F. Adames, and Hien X. Bui. "Madden–Julian Oscillation Changes under Anthropogenic Warming." *Nature Climate Change* 9, no. 1 (2019): 26–33. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0331-6>.
- Marzali, Amri -. "Menulis Kajian Literatur." *ETNOSIA : Jurnal Etnografi Indonesia* 1, no. 2 (2017): 27. <https://doi.org/10.31947/etnosia.v1i2.1613>.
- Matheson, Annabel, Louise O'Brien, and Jo Anne Reid. "The Impact of Shiftwork on Health: A Literature Review." *Journal of Clinical Nursing* 23, no. 23–24 (2014): 3309–20. <https://doi.org/10.1111/jocn.12524>.
- Matthews, Adrian J. "Intraseasonal Variability over Tropical Africa during Northern Summer." *Journal of Climate* 17, no. 12 (2004): 2427–40. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<2427:IVOTAD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<2427:IVOTAD>2.0.CO;2).
- . "Propagation Mechanisms for the Madden-Julian Oscillation." *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 126, no. 569 (2000): 2637–51. <https://doi.org/10.1002/qj.49712656902>.
- Mestika Zed. *Metode-Penelitian-Kepustakaan*. ii. Jakarta: yayasan obor indonesia, 2008.
- Mubarrok, S., and C. J. Jang. "Extreme Value Analysis of Annual Maxima Precipitation in Indonesia Associated With Climate Variability." *18th Annual Meeting of the Asia Oceania ...*, 2022, 168–70. https://doi.org/10.1142/9789811260100_0057.

- Mubarrok, Saat, and Chan Joo Jang. "Annual Maximum Precipitation in Indonesia and Its Association to Climate Teleconnection Patterns: An Extreme Value Analysis." *Scientific Online Letters on the Atmosphere* 18 (2022): 187–92. <https://doi.org/10.2151/SOLA.2022-030>.
- Muhammad, Fadhil R., and Sandro W. Lubis. "Impacts of the Boreal Summer Intraseasonal Oscillation on Precipitation Extremes in Indonesia." *International Journal of Climatology*, no. Mc (2022): 1–18. <https://doi.org/10.1002/joc.7934>.
- Muhammad, Fadhil R., Sandro W. Lubis, and Sonni Setiawan. "Impacts of the Madden–Julian Oscillation on Precipitation Extremes in Indonesia." *International Journal of Climatology* 41, no. 3 (2021): 1970–84. <https://doi.org/10.1002/joc.6941>.
- . "Impacts of the Madden–Julian Oscillation on Precipitation Extremes in Indonesia." *International Journal of Climatology* 41, no. 3 (2021): 1970–84. <https://doi.org/10.1002/joc.6941>.
- Muharsyah, Robi, and Novi Fitrianti. "POLA SPASIAL DAN TEMPORAL JENIS AWAN DI SELATAN INDONESIA BERDASARKAN KANAL IRI HIMAWARI - 8 PADA PERIODE MUSIM HUJAN." *Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 1 (2020): 23–35.
- Mulyono, Dedi, Jurnal Konstruksi, Sekolah Tinggi, Teknologi Garut, and Curah Hujan. "Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan," 1989, 1–9.
- Nandargi, S, A Gaur, and S S Mulye. "Hydrological Analysis of Extreme Rainfall Events and Severe Rainstorms over Uttarakhand , India." *Hydrological Sciences Journal* 61, no. 12 (2016): 2145–63. <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1085990>.
- Norfahmi, Siti Hairunnisa, Musa Ali Mustofa, Eddy Hermawan, Program Studi Meteorologi, Fakultas Ilmu, and Pusat Sains. "Kejadian Osilasi Madden - Julian (Mjo) Fase Aktif Saat Monsun Musim Dingin Asia Serta Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan," 2016, 226–35.

- Nurdiansyah, Fajar, and Henhen Siti Rugoyah. "Strategi Branding Bandung Giri Gahana Golf Sebelum Dan Saat Pandemi Covid-19." *Jurnal Purnama Berazam* 2, no. 2 (2021): 159.
- Nurfaida, Wakhidatik, Hendra Ramdhani, Takenori Shimozone, Indri Triawati, and Muhammad Sulaiman. "Rainfall Trend and Variability over Opak River Basin, Yogyakarta, Indonesia." *Journal of the Civil Engineering Forum* 1000, no. 1000 (2020): 109–20. <https://doi.org/10.22146/jcef.60628>.
- Oh, Ji Hyun, Kwang Yul Kim, and Gyu Ho Lim. "Impact of MJO on the Diurnal Cycle of Rainfall over the Western Maritime Continent in the Austral Summer." *Climate Dynamics* 38, no. 5–6 (2012): 1167–80. <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1237-4>.
- Paski, Jaka Anugrah Ivanda, Donald S. Permana, Nanda Alfuadi, M. Fajar Handoyo, M. Husein Nurrahmat, and Erwin E.S. Makmur. "A Multiscale Analysis of the Extreme Rainfall Triggering Flood and Landslide Events over Bengkulu on 27th April 2019." *AIP Conference Proceedings* 2320 (2021). <https://doi.org/10.1063/5.0037508>.
- Peatman, Simon C., Adrian J. Matthews, and David P. Stevens. "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, no. 680 (2014): 814–25. <https://doi.org/10.1002/qj.2161>.
- Peatman, Simon C., Juliane Schwendike, Cathryn E. Birch, John H. Marsham, Adrian J. Matthews, and Gui Ying Yang. "A Local-to-Large Scale View of Maritime Continent Rainfall: Control by ENSO, MJO, and Equatorial Waves." *Journal of Climate*. journals.ametsoc.org, 2021. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0263.1>.
- Permana, D. S., and Supari. "Impacts of the MJO on Rainfall at Different Seasons in Indonesia." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012070>.

- Prasanti, Ditha. “Penggunaan Media Komunikasi Bagi Remaja Perempuan Dalam Pencarian Informasi Kesehatan.” *LONTAR: Jurnal Ilmu Komunikasi* 6, no. 1 (2018): 13–21. <https://doi.org/10.30656/lontar.v6i1.645>.
- Prof.DR.Hamka. *Tafsir Al-Azhar Juzu' Ke 22*. 8th ed. Jakarta: Gema Insani, 2015.
- Purwadani, Narizka Nanda, Mohamad Rahman Djuwansah, Muhammad Rais Abdillah, Faiz Rohman Fajary, and Ida Narulita. “Extreme Rainfall Clusters in Borneo and Their Synoptic Climate Causes.” *Springer Proceedings in Physics* 290 (2023): 407–15. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_38.
- Purwaningsih, Anis, Teguh Harjana, Eddy Hermawan, and Dita Fatria Andarini. “Kondisi Curah Hujan Dan Curah Hujan Ekstrem Saat MJO Kuat Dan Lemah: Distribusi Spasial Dan Musiman Di Indonesia.” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 21, no. 2 (2020): 85–94. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v21i2.4153>.
- Purwaningsih, Anis, Albert Klein Tank, and Jordi Vila. “Atmospheric Conditions Associated with Northerly Surge, Borneo Vortex and Madden Julian Oscillation During the Extreme Rainfall Cases in Early 2021 Over the Western Part of the Maritime Continent.” *Springer Proceedings in Physics* 275 (2022): 717–35. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_57.
- Pusat Informasi Perubahan Iklim - Kedeputusan Bidang Klimatologi. “Analisis & Prediksi Curah Hujan Pemutakhiran Dasarian I Februari 2021.” *Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 2021, 1–53. <https://cdn.bmkg.go.id/web/5.DinamikaAtmosferDasarianIIFebruari2021.pdf>.
- Qian, Jian Hua. “Mechanisms for the Dipolar Patterns of Rainfall Variability over Large Islands in the Maritime Continent Associated with the Madden-Julian Oscillation.” *Journal of the Atmospheric Sciences*. journals.ametsoc.org, 2020. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-19-0091.1>.

- Rahmaniar, J., Muhammad Arsyad, and Vistarani Arini Tiwow. "Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Tinggi Gelombang Laut Di Selat Makassar," 2020, 52–55.
- Rais, A. F., A. Kosasih, Sujarwo, M. A. Fitrianto, A. Kamid, and P. Surgiansyah. "Meridional Migration of Diurnal Heavy Rainfall during Extreme Events over Java and Surrounding Waters and Its Relation to Madden Julian Oscillation." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012016>.
- Rais, Achmad Fahrudin, Ahmad Kosasih, Yamin Saleh Saidu, and Sanya Gautami. "RESPON CURAH HUJAN DIURNAL TERHADAP MADDEN-JULIAN OSCILLATION AKTIF DI BENUA MARITIM BERBASIS GSMAP GAUGE-CALIBRATED V7 Diurnal Rainfall Response to Active Madden-Julian Oscillation Over Maritime Continent Based On GSMaP Gauge-Calibrated V7" 22, no. 1 (2021): 17–24.
- Rita Kumala Sari. "Penelitian Kepustakaan Dalam Penelitian Pengembangan Pendidikan Bahasa Indonesia." *Jurnal Borneo Humaniora* 4, no. 2 (2021): 62. http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneo_humaniora/article/view/2249.
- Roxy, M. K., Panini Dasgupta, Michael J. McPhaden, Tamaki Suematsu, Chidong Zhang, and Daehyun Kim. "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle." *Nature* 575, no. 7784 (2019): 647–51. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1764-4>.
- . "Twofold Expansion of the Indo-Pacific Warm Pool Warps the MJO Life Cycle." *Nature* 575, no. 7784 (2019): 647–51. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1764-4>.
- Safril, Agus, Hadi Saputra, and Aulia Nisa. "The Effect of Non-Seasonal Climate Variations on Extreme Rainfall Events in Early Rainy Season Onset in Southeast West Java Province I . INTRODUCTION The Southeast Regions of West Java (Tasikmalaya , Garut , and Pangandaran) Are Agricultural Areas and On" 10, no. 02 (2020): 173–87. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v10n2.p173-187>.

- Safri, Agus, Hadi Saputra, Siswanto Siswanto, Aulia Nisa'ul Khoir, and Aditya Kusuma Al Arif. "The Effect of Non-Seasonal Climate Variations on Extreme Rainfall Events in Early Rainy Season Onset in Southeast West Java Province." *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)* 10, no. 2 (2020): 173. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v10n2.p173-187>.
- Sari, Milya. "Penelitian Kepustakaan (Library Research) Dalam Penelitian Pendidikan IPA." *NATURAL SCIENCE: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 41–53.
- Sawarjuwono, Tjiptohadi, and Agustine Prihatin Kadir. "Intellectual Capital: Perlakuan, Pengukuran Dan Pelaporan (Sebuah Library Research)." *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan* 5, no. 1 (2003): 35–57. <https://doi.org/10.1024/0301-1526.32.1.54>.
- Sekaranom, A. B., U. Suarna, and E. Nurjani. "Climate Extremes over the Maritime Continent and Their Associations with Madden-Julian Oscillation." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012006>.
- Selase, Aphu Elvis Danso Eunice Eyra Agyimpomaa, David Deborah Selasi, Dzameh Melody Nina Hakii. "Precipitation and Rainfall Types with ThNatural Sciences Research Eir Characteristic Features." *Natural Sciences Research* 5, no. 20 (2018).
- Shiromani Priyanthika Jayawardena, I. M., Matthew C. Wheeler, W. L. Sumathipala, and B. R.S.B. Basnayake. "Impacts of the Madden-Julian Oscillation (Mjo) on Rainfall in Sri Lanka." *Mausam* 71, no. 3 (2020): 405–22. https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85089379731.
- . "Impacts of the Madden-Julian Oscillation (MJO) on Rainfall in Sri Lanka." *Mausam* 71, no. 3 (2020): 405–22.
- Sindy Maharani, and Hasti Amrih Rejeki. "Pengaruh Propagasi Madden Julian Oscillation (Mjo) Di Benua Maritim Indonesia (Bmi) Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer Dan Curah Hujan Di Provinsi Lampung Tahun 2018." *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 22, no. 2 (2021): 71–84. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v22i2.4528>.

- . “Pengaruh Propagasi Madden Julian Oscillation (Mjo) Di Benua Maritim Indonesia (Bmi) Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer Dan Curah Hujan Di Provinsi Lampung Tahun 2018.” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 22, no. 2 (2021): 71–84. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v22i2.4528>.
- Snyder, Hannah. “Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines.” *Journal of Business Research* 104, no. March (2019): 333–39. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
- Sri Rahayu, Rian. “Studi Literatur: Peranan Bahasa Inggris Untuk Tujuan Bisnis Dan Pemasaran” 1, no. 4 (2018): 149.
- Suhardi, Budi, Hadi Saputra, and Leni Jantika Haswan. “Pengaruh Madden Julian Oscillation Terhadap Kejadian Curah Hujan Ekstrem Di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus Di Kabupaten Sukabumi).” *Jurnal Geografi, Edukasi, Dan Lingkungan (JGEL)* 2, no. 2 (2018): 65–77.
- Surani, Dewi. “Studi Literatur: Peran Teknolog Pendidikan Dalam Pendidikan 4.0.” *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* 2, no. 1 (2019): 456–69.
- Surinati, Rainey Windayati dan Dewi. “FENOMENA MADDEN-JULIAN OSCILLATION (MJO)” XLI (2016): 35–43.
- Syamsir, Gusti, Alam Kotabaru, and Meteorological Office. “Analisis Pengaruh Madden-Julian Oscillation (MJO) Terhadap Propagasi Curah Hujan Di Sidoarjo Menggunakan Data Radar.” *Researchgate.Net*, 2021. https://www.researchgate.net/profile/Destry-Syafitrij/publication/352806983_Analisis_Pengaruh_Madden-Julian_Oscillation_MJO_terhadap_Propagasi_Curah_Hujan_d i_Sidoarjo_menggunakan_Data_Radar/links/60da8b0a458515d6f78b5f/Analisis-Pengaruh-Madden-Julian-Os.
- Tabari, Hossein. “Climate Change Impact on Flood and Extreme Precipitation Increases with Water Availability.” *Scientific Reports* 10 (2020): 13768. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>.

- Tallamma, Nensi, Nasrul Ihsan, and A. J. Patandean. "Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Curah Hujan Di Kota Makassar." *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika* 12, no. 3 (2016): 324–29.
- . "Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Curah Hujan Di Kota Makassar." *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*. download.garuda.kemdikbud.go.id, 2016. [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1535403&val=4354&title=ANALISIS PENGARUH MADDEN JULIAN OSCILLATION MJO TERHADAP CURAH HUJAN DI KOTA MAKASSAR](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1535403&val=4354&title=ANALISIS%20PENGARUH%20MADDEN%20JULIAN%20OSCILLATION%20MJO%20TERHADAP%20CURAH%20HUJAN%20DI%20KOTA%20MAKASSAR).
- Trismidianto. "The Distribution and Characteristics of Mesoscale Convective Complex (MCC) and Its Relation with Rainfall During Madden-Julian Oscillation (MJO) Conditions Over Indonesia." *Springer Proceedings in Physics* 290 (2023): 303–15. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_29.
- Tukidin. "KARAKTER CURAH HUJAN DI INDONESIA." *Geografi UNNES* 7, no. 2 (2010): 136–45.
- universitas islam indonesia, Drs.HA.Hafizh Dasuki, MA, Prof.H.Zaini Dahlan, MA, Drs.H.AF.Djunaidi. *Al-Qur'an Dan Tafsirnya Jilid IX*. Jilid IX. yogyakarta: universitas islam indonesia, 1990.
- Utari, T, A Y Baeda, and C Paotonan. "Study of the Madden-Julian Oscillation (MJO) Scheme in South Sulawesi Province." *Jurnal Riset & Teknologi* ... 1 (2022): 34–41. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jrt2k/article/view/24419%0Ahttps://journal.unhas.ac.id/index.php/jrt2k/article/download/24419/8930>.
- Wang, Bin, Guosen Chen, and Fei Liu. "Diversity of the Madden-Julian Oscillation." *Science Advances* 5, no. 7 (2019). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0220>.
- . "Keanekaragaman Osilasi Madden-Julian," 2019.
- Wee, Bert Van, and David Banister. "How to Write a Literature Review Paper?" *Transport Reviews* 36, no. 2 (2016): 278–88. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1065456>.

- Welly, Margaretta. "Analisa Karakteristik Hujan Di Kota Bandar Lampung," no. 1 (2004).
- Westra, Seth and Fowler, Hayley and Evans, Jason and Alexander, Lisa and Berg, P. and Johnson, Fiona and Kendon, E.J. and Lenderink, Geert and Roberts, Nigel. "Future Changes to the Intensity and Frequency of Short-Duration Extreme Rainfall." *Reviews of Geophysics* 52 (2014): 522–55. <https://doi.org/10.1002/2014RG000464>. Received.
- Wijayanti, Agita Vivi, Rahmat Hidayat, Akhmad Faqih, and Furqon Alfahmi. "The Impact of the Interaction between Madden-Julian Oscillation and Cold Surge, on Rainfall over Western Indonesia." *Indonesian Journal of Geography*. academia.edu, 2021. <https://doi.org/10.22146/IJG.64006>.
- Windayati, R, and D Surinati. "Fenomena Madden-Julian Oscillation (MJO)." *Oseana*. researchgate.net, 2016. https://www.researchgate.net/profile/Rainey-Windayati/publication/336936491_FENOMENA_MADDEN-JULIAN_OSCILLATION_MJO/links/5dbbac984585151435dae7d6/FENOMENA-MADDEN-JULIAN-OSCILLATION-MJO.pdf.
- Wirjohamidjojo, Soerjadi, and Yunus Swarinoto. *Iklm Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*. Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, 2010.
- Wiwin Yuliani, IKIP Siliwangi. "METODE PENELITIAN DESKRIPTIF KUALITATIF DALAM PERSPEKTIF BIMBINGAN DAN KONSELING." *Quanta* 2, no. 2 (2018): 83–91. <https://doi.org/DOI: 10.22460/q.v2i1p21-30.642>.
- Wong, Geoff, Trish Greenhalgh, Gill Westhorp, Jeanette Buckingham, and Ray Pawson. "RAMESES Publication Standards : Meta-Narrative Reviews," 2013, 1–15.
- Yamanaka, Manabu D., Shin Ya Ogino, Pei Ming Wu, Hamada Jun-ichi, Shuichi Mori, Jun Matsumoto, and Fadli Syamsudin. "Maritime Continent Coastlines Controlling Earth's Climate." *Progress in Earth and Planetary Science* 5, no. 1 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0174-9>.

- Yang, Dawen, Yuting Yang, and Jun Xia. "Hydrological Cycle and Water Resources in a Changing World: A Review." *Geography and Sustainability*, 2021, 0–25. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.003>.
- Yuliamalia, Lina. "Tradisi Larung Saji Sebagai Upaya Menjaga Ekosistem Di Wisata Telaga Ngebel Ponorogo (Studi Literatur)." *Agastya: Jurnal Sejarah Dan Pembelajarannya* 9, no. 2 (2019): 135. <https://doi.org/10.25273/ajsp.v9i2.3878>.
- Yunus S. Swarinoto, Sugiyono. "Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembapan Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Bandar Lampung," 2009, 271–81.
- Zhang, C., F. Adames, B. Khouider, B. Wang, and D. Yang. "Four Theories of the Madden-Julian Oscillation." *Reviews of Geophysics* 58, no. 3 (2020). <https://doi.org/10.1029/2019RG000685>.
- Zhang, Chidong. "Madden-Julian Oscillation: Bridging Weather and Climate." *Bulletin of the American Meteorological Society*. journals.ametsoc.org, 2013. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00026.1>.
- . "Madden-Julian Oscillation." *Reviews of Geophysics*, 2005. <https://doi.org/10.1029/2004RG000158>.
- . "Madden-Julian Oscillation." *Reviews of Geophysics* 43, no. 2 (2005): 1–36. <https://doi.org/10.1029/2004RG000158>.
- Zhang, Chidong, and Min Dong. "Seasonality in the Madden-Julian Oscillation." *Journal of Climate*. journals.ametsoc.org, 2004. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<3169:SITMO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<3169:SITMO>2.0.CO;2).
- Zhao, Chongbo, Hong Li Ren, Lianchun Song, and Jie Wu. "Madden-Julian Oscillation Simulated in BCC Climate Models." *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 72 (2015): 88–101. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2015.10.004>.