



## **TELAAH HUBUNGAN *EL NINO-SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) DENGAN *MADDEN-JULIAN OSCILLATION* (MJO) DI PROVINSI ACEH**

\*Ariska<sup>1)</sup>, Achmad Yasir Baeda<sup>1)</sup>, dan Hasdinar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Lab. Riset Kebencanaan Laut dan Anomali Cuaca (MDWA)

<sup>2)</sup>Lab. Teknik Pantai dan Lingkungan, Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

\*ariskaocean@unhas.ac.id

### **Abstrak**

*El Nino–Southern Oscillation* (ENSO) adalah gejala penyimpangan pada suhu permukaan Samudra Pasifik di pantai Barat Ekuador dan Peru yang lebih tinggi dari pada rata-rata normalnya yang ditandai dengan kenaikan suhu permukaan laut di daerah khatulistiwa bagian Tengah dan Timur. Variabilitas iklim ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, *El Nino* dan *La Nina*. Perkembangan peristiwa *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) menunjukkan peran penting bagi *Madden-Julian Oscillation* (MJO). Fenomena ini ditengarai memiliki hubungan dan erat kaitannya dengan penurunan dan peningkatan intensitas curah hujan di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis keterkaitan antara fenomena ENSO dan MJO dan dampak yang ditimbulkan di Provinsi Aceh, melalui metode empiris dengan perhitungan statistik, berdasarkan variabel ENSO berupa indeks Nino 3.4, variable amplitudo yang mewakili MJO serta data curah hujan di Provinsi Aceh. Data dari kedua variable tersebut diperoleh dari NOAA dan BoM, sedangkan data curah hujan diperoleh dari NASA. Periode data yang dianalisa sepanjang 10 tahun, dari tahun 2010 sampai 2019. Kedua data tersebut akan ditapis dan dianalisis korelasinya dengan metode regresi linier sederhana. Dari penelitian ini ditemukan bahwa pada dasarnya ENSO memang memiliki keterkaitan dengan MJO dan memiliki hubungan dengan peningkatan dan penurunan intensitas curah hujan di Provinsi Aceh. Namun berada pada tingkatan korelasi lemah hingga moderat, dan dampaknya tidak sekuat di wilayah Tengah dan Timur Indonesia. Hal ini menguatkan hipotesa akan lemahnya pengaruh ENSO di Provinsi Aceh; dimana penguatan MJO justru lebih terhadap sinergitasnya dengan IOD atau *Indian Ocean Dipole*, khususnya pada nilai positif (*P-IOD*).

**Kata Kunci:** ENSO, MJO, Ace

### **Abstract**

*El Nino–Southern Oscillation* (ENSO) is a symptom of deviation in the surface temperature of the Pacific Ocean on the west coast of Ecuador and Peru which is higher than the normal average and is characterized by an increase in sea surface temperature in the Central and Eastern equatorial regions. ENSO climate variability consists of three phenomena, namely normal events, *El Nino*, and *La Nina*. The development of the *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) event demonstrates an important role for the *Madden-Julian Oscillation* (MJO). This phenomenon is suspected to have a relationship and is closely related to the decrease and increase in the intensity of rainfall in Indonesia. This study was conducted to analyze the relationship between the ENSO and MJO phenomena and their impacts in Aceh Province, through empirical methods with statistical calculations, based on ENSO variables in the form of the Nino 3.4 index, amplitude variables representing the MJO, and rainfall data in Aceh Province. The data for these two variables were obtained from NOAA and BoM, while the rainfall data was obtained from NASA. The data period analyzed is 10 years, from 2010 to 2019. The two data will be filtered and analyzed for correlation using a simple linear regression method. From this study, it was found that ENSO does have a relationship with the MJO and has a relationship with increasing and decreasing rainfall intensity in Aceh Province. However, the correlation level is weak to moderate, and the impact is not as strong in the Central and Eastern regions of Indonesia. This strengthens the hypothesis of the weak influence of ENSO in Aceh Province; where the strengthening of the MJO is more about its synergy with the IOD or *Indian Ocean Dipole*, especially on the positive value (*P-IOD*).

**Keywords:** ENSO, MJO, Ace



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## 1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia mempunyai letak geografis yang sangat strategis. Ditinjau dari posisi geografisnya, Indonesia diapit oleh dua benua luas (Asia dan Australia) dan dua samudera (Pasifik dan Hindia), serta menjadi pusat perpindahan massa air pada berbagai tingkat kedalaman. Perpindahan massa air dapat memengaruhi curah hujan. Hal ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan begitu banyak timbulnya fenomena meteorologi yang mempengaruhi cuaca di Indonesia. Curah hujan di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh fenomena sirkulasi atmosfer baik skala global, regional, maupun lokal. 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 [1].

Indonesia diapit oleh dua benua luas (Asia dan Australia) dan dua samudra luas (Pasifik dan Hindia), serta menjadi pusat perpindahan massa air pada berbagai tingkat kedalaman. Wilayah Indonesia memiliki topografi yang kompleks sehingga menambah variabilitas atmosfer di Laut Indonesia [2]. Salah satu fenomena global yang mempengaruhi cuaca dan iklim Indonesia adalah *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO). ENSO adalah variasi angin dan suhu permukaan laut di wilayah tropis belahan timur Samudra Pasifik yang ireguler dan berkala. ENSO berpengaruh terhadap cuaca di sebagian besar wilayah tropis dan subtropis Bumi. Curah hujan merupakan salah satu unsure iklim yang sangat penting dan paling sering dikaji di Indonesia, namun keberadaannya secara spasial dan temporal masih sulit diprediksi. Selain sifatnya yang dinamis, proses fisis yang terlibat juga sangat kompleks. Ketidakpastian hujan ini semakin besar ketika terjadi anomaly iklim berupa El Nino dan La Nina.

Berbagai kejadian bencana di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar bencana terkait dengan fenomena ENSO. ENSO merupakan pola berulang dari variabilitas iklim di bagian timur samudera Pasifik yang ditandai dengan pemanasan permukaan laut (pemanasan permukaan laut menggambarkan kejadian El Nino sedangkan pendinginan permukaan laut menggambarkan kejadian La Nina) dan *anomaly Sea level pressure* (*Southern Oscillation*) [3]. Nilai ENSO dapat ditunjukkan dengan *Oceanic Nino Index* (ONI) serta perubahan suhu permukaan laut yang memberikan dampak terhadap intensitas curah hujan. MJO merupakan model osilasi dominan dari variabilitas di daerah tropik. Osilasi merupakan variasi periodik terhadap waktu dari suatu hasil pengukuran. MJO sangat kuat dampaknya dirasakan di daerah-daerah lintang rendah, dekat garis ekuator, dan terjadi pertama kali di Samudra Hindia dengan pergerakan ke arah timur antara 100° LU dan 100° LS [4].

Fenomena MJO dominan di kawasan ekuator yang memiliki periode osilasi harian akibat pengaruh dari konveksi awan yang terbentuk di atas Samudra Hindia bagian timur (sebelah barat perairan Indonesia), yang kemudian awan-awan itu bergerak ke arah timur di sepanjang garis ekuator. Fenomena MJO sangat mempengaruhi cuaca dan iklim secara global. Disadari bahwa tidak mudah untuk mendeteksi kapan dan dimana aktivitas MJO dominan terjadi. Oleh karena itu diperlukan teori yang komprehensif untuk menjelaskan fenomena MJO itu sendiri, seperti karakteristik, mekanisme, propagasi, dan struktur vertikal sebelum akhirnya dapat dibuat simulasinya [5]. MJO dimanifestasikan dalam skala waktu antara 30-60 hari melalui anomaly 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 cumulus tebal. Awan konvektif ini menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sepanjang penjarannya yang menempuh jarak 100 kilometer dalam sehari di Samudra Hindia dan 500 kilometer per hari ketika berada di wilayah Indonesia [5].

Provinsi Aceh merupakan wilayah yang berada di Pulau Sumatra. Letak geografis yang berada di ujung utara benua maritim Indonesia ini menjadikan Aceh sebagai kawasan yang menarik untuk ditelaah karakteristik meteorologinya. Curah hujan di pulau Sumatra secara umum termasuk ke dalam pola curah hujan ekuatorial. Pola curah hujan ini wilayahnya memiliki distribusi hujan bulan bimodal dengan dua puncak musim hujan maksimum dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodal (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekinoks [6].

Penelitian mengenai hubungan antara *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) dengan *Madden-Julian Oscillation* (MJO) di Provinsi Aceh ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara pola kejadian



ENSO dengan MJO, apakah fenomena ENSO berpengaruh terhadap MJO yang terjadi, maupun sebaliknya serta dampak dari fenomena tersebut terhadap curah hujan di Provinsi Aceh.

## 2. METODE

Data ENSO berupa *Ocean Nino Index* (ONI) indeks Nino 3.4 SST (El Nino dan La Nina) yang sesuai dengan yang diperlukan dalam penelitian ini diunduh dari *Earth System Research Laboratory, Physical Sciences Division, National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) data MJO diunduh dari *Bureau of Meteorology* (BoM) berupa tanggal dan tahun yang diinginkan beserta parameter-parameter MJO seperti RMM1, RMM2, fase dan amplitudo serta Data curah hujan diunduh dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) berbasis observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) jenis 3B42RT versi 7 yang bersifat *NearReal-Time*. Data curah hujan harian diunduh disetiap wilayah 34 provinsi Indonesia yang dapat diperoleh melalui website <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> dengan TRMM 3B42RT dengan plot *time series, are averaged* dan rentang waktu 01-01-2010 sampai 31-12-2019 variabel data yang digunakan yaitu *Near-Real-Time Precipitation Rate (TRMM\_3B42RT\_Dailyv7)* dengan resolusi temporal harian dan resolusi spasial  $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ . Data tersebut diambil dengan resolusi temporal harian, diambil dari tahun 2010 sampai 2019 (10tahun). Data yang telah terhimpun selanjutnya ditapis dengan memisahkan antara fenomena El Nino dan El Nina, serta sensitivitas dengan regresi linier sederhana menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dengan *Anova (Data Analysis Tools – Regression)*. Regresi sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variable independen dengan satu variable dependen. Persamaan umum regresi linier sederhana adalah [7]:

$$a = a - bX \tag{1}$$

Dimana:

- Y = subyek dalam variable dependen yang diprediksikan.
- a = harga Y ketika harga X = 0 (hargakonstan).
- b = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variable independen. Bila(+) arah garis naik, dan bila (-) maka arah garis turun.
- X = subyek pada variable independen yang mempunyai nilai tertentu.

Secara teknis harga b merupakan tangen dari perbandingan antara panjang garis variable dependen, Jadi harga b merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bila koefisien korelasi tinggi maka harga b juga besar, sebaliknya bila koefisien korelasi rendah maka harga b juga rendah (kecil). Selain itu bila koefisien korelasi negatif maka harga b juga negatif, dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga b juga positif. (Sugiyono, 2007). Nilai korelasi atau tinggi rendahnya derajat hubungan dari kedua variable tersebut dapat dianalisa dari nilai koefisien korelasi (r) yang didapatkan. Jika nilai koefisien korelasi mendekati angka positif 1, maka terjadi hubungan positif yang erat, begitu pula sebaliknya jika nilai koefisien korelasi mendekati angka negatif (-) 1, maka terjadi hubungan negatif yang erat. Sedangkan jika nilai koefisien korelasi mendekati angka 0 (nol), maka hubungan antar kedua variable lemah atau tidak erat. Interpretasi terhadap kuatnya hubungan korelasi ialah sebagai berikut [8].

Tabel 1. Interpretasi Koefisien Korelasi [8]

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.00 –0.19	Sangat Rendah
0.20 –0.39	Rendah
0.40 –0.59	Sedang
0.60 –0.79	Kuat
0.80 –1.00	Sangat Kuat

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan peristiwa *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) menunjukkan peran penting bagi *Madden-Julian Oscillation* (MJO). Secara umum, MJO cenderung paling aktif selama fase netral ENSO dan mengalami



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

fase istirahat saat menguatnya peristiwa El Nino dan La Nina. Kekuatan MJO bervariasi dari tahun ke tahun dengan periode aktivitas yang kuat diikuti oleh periode panjang ketika osilasi melemah atau bahkan tidak ada. Ada bukti bahwa sebagian variabilitas MJO terkait dengan siklus ENSO. MJO yang kuat sering diamati saat fenomena La Nina lemah atau saat ENSO fase netral, sementara aktivitas MJO melemah biasanya terkait dengan fase kuat El Nino [9]

### 3.1. Korelasi antara ENSO dengan MJO dengan Regresi Linier Sederhana

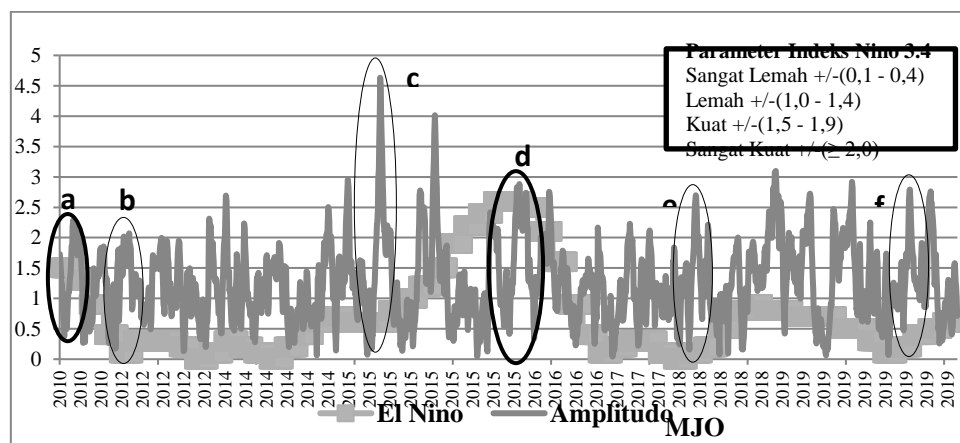
Dari setiap data *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO) yang telah dikumpulkan akan dianalisa korelasi untuk mengetahui persentase korelasi antara variabel ENSO berupa indeks Nino 3.4 SST terhadap variabel MJO dengan metode regresi linier sederhana. Data harian indeks Nino 3.4 SST yang telah dikumpulkan akan diambil nilai rerata (*average*) pertahunnya. ENSO didapatkan dari indeks Nino 3.4 SST harian kemudian diambil reratanya tiap bulan, lalu dari 12 data rerata bulanan pertahunnya dirata-ratakan untuk mendapatkan rerata (*average*) tahunan. Untuk data MJO, diambil nilai MJO berupa amplitudo berdasarkan indeks Nino 3.4 rerata (*average*) pertahunnya. Untuk analisa korelasi antara indeks Nino 3.4 dengan MJO akan dianalisa pada kondisi ENSO rerata (*average*) guna melihat nilai koefisien korelasi dari kedua variabel di kondisi rerata, yang nantinya akan diketahui besaran nilai korelasi pada rentang waktu 2010-2019. Pada periode 2010-2019, diperoleh nilai  $r$  (koefisien korelasi) sebesar 0,523, dengan persentase korelasi 52,25%, serta didapatkan nilai koefisien  $a$  sebesar 1,255 dan koefisien  $b$  sebesar 0,097.) koefisien korelasi rerata (*average*) sebesar 0,523 tergolong korelasi yang berada pada tingkat sedang positif (berbanding lurus) antar kedua variable dengan interval koefisien 0,40 - 0,59 [7].

Tabel 2. Koefisien Korelasi yang diperoleh dari Anova (2010-2019)

Tahun	MJO (Rerata)	Indeks Nino 3.4 (Rerata)	Koefisien Korelasi (r)
2010	1,143	-0,477	0,523
2011	1,178	-0,841	
2012	1,255	-0,124	
2013	1,181	-0,292	
2014	1,214	0,136	
2015	1,385	1,505	
2016	1,184	0,320	
2017	1,203	-0,209	
2018	1,524	0,013	
2019	1,338	0,499	

### 3.2. Korelasi antara ENSO dengan MJO dengan Visualisasi Grafik

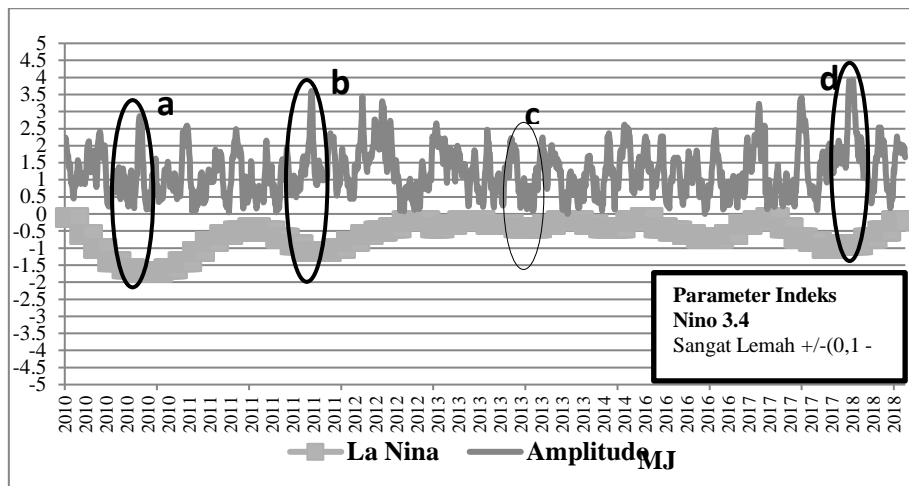
Data harian ENSO berupa indeks Nino 3.4 SST dan MJO (amplitudo) sepanjang 10 tahun (2010 sampai 2019) dibuat visualisasi berupa grafik gabungan antara ENSO dan MJO untuk melihat hubungan antara kedua variable tersebut.



Gambar 1. Hubungan indeks Nino indeks 3.4 El Nino terhadap *Madden-Julian Oscillation* (MJO) 2010-2019P



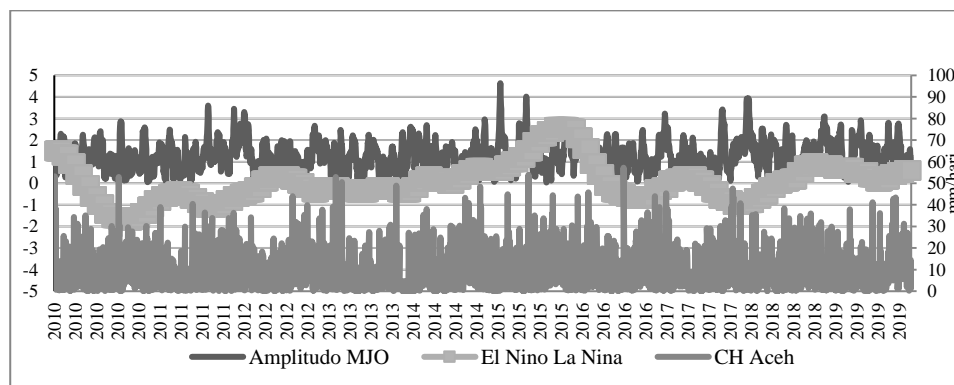
copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Gambar 2. Hubungan indeks Nino indeks 3.4 La Nina terhadap *Madden-Julian Oscillation* (MJO) 2010-2019

Pada gambar 1 dan 2 terlihat pola fluktuasi El Nino dan La Nina dengan MJO. Dari perbandingan nilai El Nino dan La Nina terhadap MJO selama 10 tahun (2010-2019) terdapat beberapa penyimpangan dan kondisi normal (area yang dilingkari). Perbandingan nilai grafik tersebut menunjukkan pola keterkaitan atau hubungan yang terjadi ketika menurunnya nilai El Nino dan La Nina atau sebaliknya ketika terjadi El Nino dan La Nina kuat terhadap MJO.

### 3.3. Dampak yang ditimbulkan dari pola kejadian *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) dengan *Madden-Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan yang terjadi di Provinsi Aceh



Gambar 3. Hubungan indeks Nino 3.4, MJO terhadap curah hujan tahun 2010 s.d 2019 Provinsi Aceh

Dari grafik hubungan ENSO berupa Nino indeks 3.4, MJO (amplitudo) terhadap curah hujan di Provinsi Aceh dapat dilihat penurunan dan peningkatan curah hujan. Benua Maritim Indonesia (BMI) memiliki variabilitas curah hujan yang tinggi. Curah hujan BMI dipengaruhi oleh beragam factor cuaca/iklim, baik global maupun local sehingga dapat bersifat harian. Selain factor iklim global seperti MJO dan ENSO, factor iklim global lainnya yaitu *Indian Ocean Dipole* (IOD), *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ). Selain itu, factor iklim skala regional seperti monsun, siklontropis, serta daerah konvergensi juga mempengaruhi kondisi iklim di daerah tersebut. Pada skala lokal, pertumbuhan awan dan hujan mendapat pengaruh dari kondisi alam seperti daratan, lautan dan topografi wilayah tersebut. Fenomena El Nino dan La Nina menimbulkan pergeseran pola curah hujan dan perubahan temperatur yang mengakibatkan terjadinya musim kemarau yang panjang ataupun musim hujan yang berkepanjangan yang dapat menimbulkan banjir di berbagai tempat. El Nino sangat kuat 2015 hingga 2016 dengan indeks positif  $\geq 2,0$  dengan indeks MJO  $>1$  (MJO kuat) menyebabkan penurunan curah hujan di beberapa wilayah Sumatra. Curah hujan rata-rata pada saat El Nino kuat yaitu 20-50 mm/hari kategori hujan normal. Fenomena El Nino menyebabkan curah hujan di sebagian wilayah Sumatra berkurang. Tingkat berkurangnya curah hujan ini sangat bergantung dari intensitas El Nino tersebut dan saat MJO melewati wilayah Indonesia dan bergerak menuju laut pasifik maka yang terjadi adalah hujan akan berkurang, bahkan semakin bertambah kering.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Fenomena La Nina kuat tahun 2010 September – Desember dengan indeks negatif (-1,0 hingga -1,7) yang diiringi dengan meningkatnya indeks MJO >1 (MJO kuat) menyebabkan curah hujan meningkat intensitas hujan 50-100 mm/hari. Salah satu dampak yang dipicu oleh fenomena La Nina dan MJO yaitu peningkatan curah hujan yang berujung pada bencana hidrometeorologi, seperti banjir, banjir bandang, tanah longsor dan angin kencang. Aktivitas La Nina dan MJO pada saat yang bersamaan dapat berkontribusi signifikan terhadap pembentukan awan hujan di wilayah Aceh. MJO di Indonesia terjadi akibat interaksi antara laut dan atmosfer di Samudra Pasifik dan Samudra Hindia yang mengagit Indonesia, fase MJO aktif dan bergerak di atas wilayah Indonesia akan menyebabkan curah hujan akan meningkat atau wilayah Indonesia akan basah. Namun, secara umum La Nina lebih berdampak di daerah Indonesia bagian tengah dan timur. Untuk wilayah Aceh La Nina lemah hingga moderat dan dampaknya tidak sekuat di wilayah tengah dan timur Indonesia. Fenomena lain yang serupa dengan La Nina yang berpengaruh kuat terhadap peningkatan curah hujan di wilayah Aceh yaitu IOD. IOD merupakan osilasi suhu permukaan laut yang tidak teratur di mana Samudera Hindia bagian barat menjadi lebih hangat secara bergantian (fasepositif) kemudian menjadi dingin (fase negatif) dari bagian timur Samudera Hindia.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini, hubungan fenomena ENSO dan MJO berdasarkan hasil regresi nilai ENSO berupa indeks Nino 3.4 dengan MJO (data Amplitudo sebagai parameter MJO) selama 10 tahun (2010-2019), didapatkan nilai koefisien korelasi (r) yang positif dengan nilai korelasi sebesar 0,523 berada pada tingkat sedang. Berdasarkan visualisasi grafik antara ENSO dengan MJO menunjukkan bahwa ada hubungan antara dua variable tersebut. Dimana grafik antara fenomena El Nino, La Nina dengan MJO terdapat pola keterkaitan atau hubungan yang terjadi ketika menurunnya nilai El Nino dan La Nina atau sebaliknya ketika terjadi El Nino dan La Nina kuat dengan MJO di Indonesia.

Berdasarkan hubungan ENSO, MJO dengan curah hujan yang telah dijelaskan pada hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan fenomena iklim global ini tidak berpengaruh secara keseluruhan di Indonesia. Secara umum untuk fenomena ENSO lebih berdampak di daerah Indonesia bagian tengah dan timur. Untuk wilayah Aceh El Nino dan La Nina lemah hingga moderat, dan dampaknya tidak sekuat di wilayah tengah dan timur Indonesia. Fenomena lain yang serupa dengan ENSO yang berpengaruh kuat terhadap peningkatan dan penurunan curah hujan di wilayah Aceh yaitu IOD. Secara keseluruhan untuk fenomena El Nino akan melemah jika bersamaan dengan pergerakan MJO dan angin monsun barat, sedangkan fenomena La Nina akan menguat jika bersamaan dengan pergerakan MJO dan angin monsun barat karena dapat berkontribusi signifikan terhadap pembentukan awan hujan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermawan, E. 2002. Perbandingan Antara Radar Atmosfer Khatulistiwa dengan Middle and Upper Atmosphere Radar dalam Pemantauan Angin Zonal dan Angin Meridional. *Warta LAPAN*. 4 (1): 8-16.
- [2] Wu, C.H., & H.H., Hsu. 2009. Topographic influence on the MJO in the maritime continent. *J., Climate*, 22:5433-5448
- [3] As-syakur, A.R. 2010. Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina Terhadap Curah Hujan di Indonesia Tahun 1998/1999; Observasi Menggunakan Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XVII dan Kongres V Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN)*. 9 Agustus 2010, Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor-Indonesia. pp. 230-234
- [4] Madden, R. A., & P. Julian. 1971. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J Atmos Sci*, 28, 702-708
- [5] Evana, L., S. Effendy, dan E. Hermawan. 2008. Pengembangan Model Prediksi Madden Julian Oscillation (MJO) Berbasis Pada Hasil Analisis Data Real Time Multivariate. *MJO (RMM1 dan RMM2)*. *Jurnal Agromet* 22(2): 144-159.
- [6] Bayong, T. 1999. *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB. Bandung.
- [7] Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta :Cetakan Kesebelas Mei 2007. Bandung.
- [8] Sugiyono. 2008. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung.
- [9] Gottschalck, J., V. Kousky, W. Higgins, & M. L'Heureux. 2005. Summary of Madden Julian Oscillation. NOAA/NWS/NCEP Climate Prediction Center. USA : 1-20.]



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).