



PENGARUH FENOMEN GLOBAL *PACIFIC DECADAL OSCILLATION* DENGAN *MADDEN-JULIAN OSCILLATION* DI PROVINSI PAPUA

*Nur Rachmi, Achmad Yasir Baeda, dan Sabaruddin Rahman
Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin
*nrrachmi@gmail.com

Abstrak

Kawasan tropis seperti Indonesia merupakan kawasan lautan yang menunjukkan respon aktivitas konvektif yang mempengaruhi keseimbangan iklim global dalam ruang dan waktu. Wilayah khatulistiwa, khususnya Indonesia, banyak dipengaruhi oleh faktor dan fenomena seperti *Monsoon/Tropical Convergence Zone (ITCZ)*, *El Niño Southern Oscillation (ENSO)*, *Madden-Julian Oscillation (MJO)*, *Tropical Cyclone/Temperate Forcing*, *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)*, dan *Pacific Decadal Oscillation (PDO)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara *Madden-Julian Oscillation (MJO)* dan *Pacific Decadal Oscillation (PDO)* dengan curah hujan di Papua, serta dampaknya terhadap keseimbangan iklim global. Penelitian ini menggunakan metode regresi linier sederhana untuk menganalisis data indeks PDO, amplitudo MJO, dan curah hujan provinsi Papua selama 40 tahun dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2020. Data indeks PDO, amplitudo MJO, dan curah hujan provinsi Papua diperoleh dari NOAA, BoM, dan NASA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara MJO dan PDO, serta korelasi negatif antara MJO dan curah hujan, dan korelasi positif antara PDO dan curah hujan di Papua. Hal ini menunjukkan bahwa MJO dan PDO berasosiasi satu sama lain dan mempengaruhi peningkatan atau penurunan curah hujan di Papua. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pemahaman tentang dinamika iklim di kawasan tropis, khususnya di Papua yang disebabkan oleh sirkulasi air laut dari Samudra Pasifik melalui aliran *Indonesian Toughflow*.

Kata Kunci: *Pacific Decadal Oscillation*, *Madden-Julian Oscillation*, Curah Hujan, Papua, Regresi linear.

Abstract

Tropical areas such as Indonesia are ocean areas that show a response to convective activity that influences global climate balance in space and time. The equatorial region, especially Indonesia, is heavily influenced by factors and phenomena such as Monsoon/Tropical Convergence Zone (ITCZ), El Niño Southern Oscillation (ENSO), Madden-Julian Oscillation (MJO), Tropical Cyclone/Temperate Forcing, Indian Ocean Dipole Mode (IODM), and the Pacific Decadal Oscillation (PDO). This research aims to examine the relationship between the Madden-Julian Oscillation (MJO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO) with rainfall in Papua, as well as its impact on global climate balance. This research uses a simple linear regression method to analyze data on the PDO index, MJO amplitude, and rainfall for Papua province for 40 years from 1981 to 2020. Data on the PDO index, MJO amplitude, and rainfall for Papua province were obtained from NOAA, BoM, and NASA. The research results show that there is a positive correlation between MJO and PDO, as well as a negative correlation between MJO and rainfall, and a positive correlation between PDO and rainfall in Papua. This shows that the MJO and PDO are associated with each other and influence the increase or decrease in rainfall in Papua. This research contributes to the understanding of climate dynamics in the tropics, especially in Papua which is caused by the circulation of sea water from the Pacific Ocean through the Indonesian Toughflow.

Keyword: *Pacific Decadal Oscillation*, *Madden-Julian Oscillation*, Rainfall, Papua, Linear regression.



1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan wilayah laut yang menunjukkan respon aktivitas konvektif yang mempengaruhi keseimbangan iklim global dalam skala spasial dan temporal. Kawasan khatulistiwa, khususnya Indonesia bagian timur yang diwakili oleh Provinsi Papua, menjadi subyek dari berbagai fenomena atmosfer dan lautan yang sangat kompleks. Fenomena ini menunjukkan variabilitas spasial dan temporal, termasuk siklus intraseasonal. Indonesia berhadapan dengan dua benua besar, Asia dan Australia, serta dua samudera, Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, serta merupakan pusat transportasi massal air di berbagai kedalaman, sehingga curah hujan di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh fenomena sirkulasi atmosfer global, tingkat regional dan lokal. Fenomena global yang dapat mempengaruhi cuaca dan iklim Papua antara lain *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO).

Pola *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) mirip dengan ENSO, tetapi dalam jangka waktu yang lebih lama. PDO dapat bertahan dalam fase yang sama selama 20-30 tahun, sedangkan siklus ENSO biasanya hanya berlangsung selama 6-18 bulan. Mirip dengan ENSO, PDO terdiri dari fase hangat dan dingin yang mengubah angin di atmosfer bagian atas. Perubahan fase PDO dapat berdampak signifikan terhadap iklim global, mempengaruhi aktivitas badai Pasifik dan Atlantik, kekeringan dan banjir di sekitar Cekungan Pasifik, produktivitas ekosistem laut, dan pola suhu daratan global.

Madden-Julian Oscillation (MJO) [5], juga dikenal sebagai osilasi MJO intramusiman, adalah komponen terbesar variabilitas intramusiman di atmosfer tropis, dengan periode 30–90 hari dan fitur utama: Kisaran curah hujan yang berfluktuasi yang bermigrasi di seluruh dunia berpasangan dari barat ke timur dan umumnya terjadi di sepanjang samudra Hindia dan Pasifik. MJO berdampak signifikan terhadap iklim tropis, terutama di Samudera Hindia, Benua Maritim Indonesia (BMI), dan Pasifik Barat. *Madden-Julian Oscillation* (MJO) mempengaruhi pola curah hujan tropis dan ekstratropis, sirkulasi atmosfer, dan suhu permukaan laut di daerah tropis dan subtropis. MJO dapat mempengaruhi siklus ENSO, meskipun tidak terkait dengan asal mula *El Niño* atau *La Niña*, tetapi dapat berkontribusi pada kecepatan dan tingkat keparahan perkembangan *El Niño* atau *La Niña* [1]. Informasi di atas menjadi dasar penelitian yang berjudul “Pengaruh Fenomena Global *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO) di Provinsi Papua”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Disebutkan dalam laporan *Working Group* 1 tahun 2013 ada 18 jenis siklus iklim yang mempengaruhi skala regional. Beberapa diantaranya yaitu *Madden-Julian Oscillation* (MJO), *Boreal Summer Intraseasonal Oscillation* (BSISO), *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), *Indian Ocean Dipole* (IOD) yang semuanya berperan penting dalam mempengaruhi perubahan iklim di Indonesia. Namun yang akan menjadi fokus dalam jurnal ini adalah fenomena *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO).

2.1 *Pacific Decadal Oscillation* (PDO)

Pacific Decadal Oscillation (PDO) adalah perubahan iklim mirip *El Niño* yang berpusat di Samudera Pasifik dan Amerika Utara. Di Amerika Utara, intensitas peristiwa PDO lebih terasa selama musim dingin dan musim semi. PDO adalah perubahan iklim alami yang berdampak besar pada iklim Pasifik dan Amerika Utara. Dampaknya meliputi ketersediaan air dan tutupan salju di beberapa lokasi di Amerika Utara. Itu juga ditemukan di ekosistem laut dari pantai California ke Teluk Alaska ke Selat Bering. Istilah "PDO" diusulkan pada tahun 1996 oleh ilmuwan kelautan Steven Hare, yang mempelajari hubungan antara siklus produksi salmon Alaska dan kondisi iklim Pasifik. Salah satu variabilitas internal utama dari sistem iklim, *Pacific Decadal Oscillation* (PDO), memiliki dampak signifikan terhadap komponen sistem iklim lainnya. Misalnya, perubahan pemerintahannya telah memengaruhi Asia Timur dan Selatan, Australia, dan Amerika telah disarankan terkait dengan perubahan iklim dekadel, serta gangguan Pemanasan global baru-baru ini. PDO juga dapat mempengaruhi pertanian, sumber daya air, dan perikanan [6], [7].

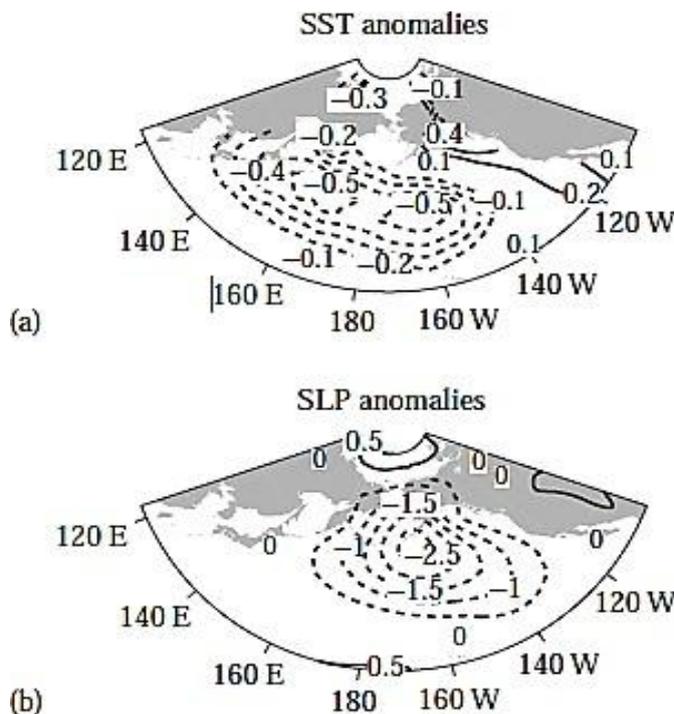
Banyak dari anomali iklim yang terkait dengan PDO umumnya kurang ekstrim, tetapi secara umum mirip dengan yang terkait dengan variabilitas ENSO (*El Niño* dan *La Niña*). Ada tiga fitur utama yang membedakan PDO dari *El Niño Southern Oscillation* (ENSO). Pertama, pada abad ke-20, peristiwa PDO terjadi dalam kurun waktu 20-30 tahun, sedangkan peristiwa ENSO umumnya terjadi dalam kurun waktu 6-



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

18 bulan. Kedua, fenomena iklim akibat PDO banyak ditemukan di Amerika Utara dan Pasifik Utara, sedangkan fenomena iklim akibat ENSO lebih menonjol di kawasan tropis Pasifik. Ketiga, mekanisme pembangkitan PDO masih belum diketahui, tetapi mekanisme ENSO relatif dikenal dengan baik oleh para ahli [6].

Gambar 1 menunjukkan pola anomali iklim permukaan yang biasa terlihat selama periode suhu tinggi PDO. Terjadinya periode panas PDO cenderung menurunkan suhu permukaan laut (SST) di kawasan Pasifik utara-tengah, yang konsisten dengan anomali suhu permukaan laut di sepanjang pantai barat Amerika Serikat. Dari Oktober hingga Maret, anomali tekanan tinggi permukaan laut (SLP) ini berubah menjadi pola osilasi. Sistem tekanan rendah di Amerika Utara bagian barat dan Pasifik subtropis memperkuat kekuatan angin searah jarum jam di area ini. Anomali akibat fenomena PDO ini dapat menyebar ke seluruh bagian troposfer sehingga menimbulkan pola konektivitas jarak jauh di *North American Pacific* (PNA), seperti yang dijelaskan oleh Wallace dan Gutzler [10]. Kegagalan PDO fase dingin adalah kebalikan dari PDO fase panas.



Gambar 1. Anomali iklim permukaan ketika terjadi fenomena PDO fase panas [10]

Terdapat juga perubahan ekosistem laut di Timur Laut Pasifik yang berkaitan dengan fenomena PDO. Sebagai contoh, fase PDO panas yang menguntungkan nelayan di Alaska, karena produktifitas salmon yang tinggi; akan tetapi merugikan sektor perikanan di pantai barat Negara bagian Kalifornia; Oregon; dan Washington karena rendahnya produktifitas salmon di perairan tersebut. Sebaliknya, PDO fase dingin justru menurunkan produktifitas salmon di Alaska, dan relatif lebih meningkatkan produktifitas salmon di Kalifornia; Oregon; dan Washington [3].

Tabel 1. Perbedaan antara PDO fase panas dan PDO fase dingin.

Parameter Anomali Iklim	PDO Fase Panas	PDO Fase Dingin
Temperatur permukaan laut di Pasifik Timur Laut, dan Tropis	Di atas rata-rata	Di bawah rata-rata
Termperatur udara di Amerika Utara bagian barat laut pada bulan oktober-maret	Di atas rata-rata	Di bawah rata-rata
Curah hujan di Amerika Serikat bagian selatan, dan Meksiko bagian utara pada bulan oktober-maret	Di atas rata-rata	Di bawah rata-rata
Curah hujan di Amerika Utara bagian barat laut pada bulan oktober-mater	Di atas rata-rata	Di bawah rata-rata
Tutupan salju musim semi, dan debit air tahunan di Amerika Utara bagian barat laut	Di atas rata-rata	Di bawah rata-rata



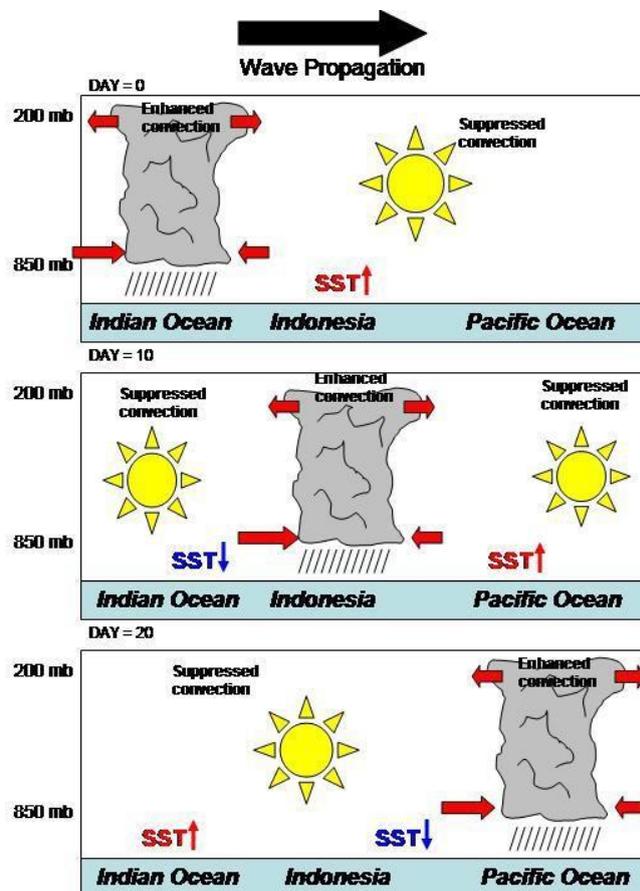
copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2.2 Madden-Julian Oscillation (MJO)

Osilasi Madden Julian (MJO). Menurut Madden dan Julian [5], MJO adalah model variabilitas osilasi yang dominan di daerah tropis. Osilasi adalah variasi periodik dari hasil pengukuran dari waktu ke waktu. Pengaruh MJO sangat kuat di lintang rendah dekat ekuator dan pertama kali muncul di Samudra Hindia yang bergerak ke arah timur antara lintang 100° dan 100° . MJO dimanifestasikan oleh pola anomali sirkulasi atmosfer skala besar dan konveksi yang kuat pada rentang waktu 30 hingga 60 hari dan menyebar dari barat (Samudera Hindia) ke timur (Pasifik) Indonesia dengan kecepatan rata-rata 5 m/s. Fenomena MJO dapat menjelaskan perubahan iklim di daerah tropis. Karena fenomena MJO berhubungan langsung dengan pembentukan hot pool di Samudera Hindia bagian timur dan Samudera Pasifik bagian barat, maka MJO bermigrasi ke arah timur dengan mengikuti angin barat (angin barat sepanjang khatulistiwa selalu diikuti oleh awan cumulus tebal konvektif. Awan konvektif ini, yang curah hujannya sangat deras, menempuh jarak 100 km per hari di Samudera Hindia dan 500 km per hari di wilayah Indonesia [2].

Fenomena MJO memiliki pengaruh yang besar terhadap cuaca, dan menjadi jelas bahwa tidak mudah untuk mengidentifikasi kapan dan di mana aktivitas MJO yang dominan terjadi, sehingga diperlukan teori yang komprehensif yang menjelaskan fenomena MJO itu sendiri, termasuk sifat, mekanisme, perambatan, dan struktur vertikalnya, diperlukan sebelum menjalankan simulasi [4].

Menurut Madden dan Julian [5], fenomena MJO dicirikan oleh perluasan wilayah tropis ke arah timur, khususnya samudra Hindia dan Pasifik, yang mengalami peningkatan tekanan. Anomali presipitasi umum terjadi di Samudra Hindia dan kemudian meluas ke arah timur ke perairan tropis yang hangat di Pasifik barat dan tengah. Perairan yang lebih dingin di wilayah Pasifik timur mengurangi pola presipitasi di wilayah Pasifik, sedangkan presipitasi lebih sering terjadi di perairan tropis Atlantik dan Afrika. Selain perubahan curah hujan tropis, terdapat pula perbedaan pola sirkulasi atmosfer di daerah tropis dan subtropis. Perubahan ini terlihat hampir di semua tempat di dunia dan paling intens di Belahan Bumi Timur. Oleh karena itu, peristiwa ini dapat memberikan informasi penting tentang fase osilasi. Di bawah ini adalah gambar yang diadaptasi dari Madden dan Julian dan kemudian dimodifikasi oleh Gottschalck. Bagian vertikal MJO di ekuator saat bermigrasi ke arah timur dari Samudra Hindia ke Samudra Pasifik di sekitar daerah tropis. Ini menunjukkan curah hujan, kecepatan dan arah angin, dan suhu permukaan laut (SPL) (Gambar 2).



Gambar 2. Propagasi MJO [1]



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

2.3 Hujan

Hujan merupakan salah satu jenis presipitasi. Presipitasi adalah pengendapan air di atmosfer di permukaan bumi dalam bentuk cair (tetesan hujan) dan padat (salju). Di daerah tropis seperti Indonesia, presipitasi lebih sering diartikan sebagai hujan karena presipitasi jarang terjadi dalam bentuk butiran es yang jatuh. Curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm). Curah hujan 1 mm menunjukkan banyaknya air hujan yang menutupi permukaan hingga setebal 1 mm jika air tersebut tidak meresap ke dalam tanah atau menguap ke atmosfer [9].

Atmosfer bumi mengandung uap air. Meskipun jumlah uap air sangat kecil dibandingkan gas-gas lain di atmosfer, ia merupakan sumber air tawar terpenting bagi kehidupan di bumi. Air ada di udara dalam bentuk gas (uap air), cairan (tetesan air), dan kristal es. Akumulasi tetesan air dan kristal es sangat halus (berdiameter 2 hingga 40 mikron) dan membentuk awan yang mengapung di udara. Awan terbentuk oleh pendinginan udara lembab yang mengalir ke atas. Proses pendinginan terjadi ketika suhu udara menurun secara adiabatik dengan meningkatnya ketinggian. Partikel debu di udara, kristal garam, dan kristal es dapat bertindak sebagai inti kondensasi yang mempercepat proses pendinginan. Oleh karena itu, ada dua syarat penting terjadinya hujan. Pertama, massa udara harus mengandung uap air yang cukup, dan yang lainnya cukup untuk menyebabkan massa udara naik ke titik di mana ia mendingin [10].

Hujan terjadi ketika udara lembab yang naik ke atmosfer mendingin dan mengembun. Updraft termasuk siklon, topografi, dan konvektif. Ada atau tidaknya hujan dapat ditentukan dari naik turunnya udara. Jumlah hujan yang jatuh di permukaan dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm), dengan asumsi pemerataan di seluruh cekungan. Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan per satuan waktu, dan umumnya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan, dst, dan disebut hujan jam, hujan harian, hujan mingguan, hujan bulanan, dll [10].

Triatmodjo [10] menjelaskan bahwa curah hujan tidak bertambah secara proporsional terhadap waktu. Untuk waktu yang lama, hujan dapat mereda atau berhenti, sehingga jumlah presipitasi yang diperbolehkan kurang dari waktu yang diperbolehkan. Durasi hujan adalah hujan yang dihitung dari awal hujan sampai akhir hujan, biasanya dinyatakan dalam jam. Intensitas hujan rata-rata adalah hubungan antara kedalaman hujan dan durasi hujan.

Tabel 2. Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan [9]

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan	Intensitas Hujan 24 Jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

3. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, data yang digunakan menggambarkan spesifikasi data yang diolah dan dianalisis dalam penelitian ini, meliputi data indeks PDO, indeks MJO, dan curah hujan dengan resolusi temporal harian dan rentang waktu 01. Dijelaskan untuk rentang waktu dari 01/2010 sampai 31/12/2019, data tersebut diperoleh dari situs resmi NOAA, BoM dan NASA. Untuk mengatasi permasalahan yang ada pada penelitian ini, diperlukan suatu cara untuk memfilter (menyaring) data agar lebih mudah untuk diolah, dan cara untuk memfilter data positif yang mengindikasikan fase panas dan data negatif yang mengindikasikan fase dingin. Penapisan data diharapkan dapat membatasi efek fenomena variabilitas musiman, tahunan, atau antartahunan. Proyeksi data menggunakan metode ekstrapolasi untuk membuat perkiraan nilai antara nilai-nilai variabel yang diketahui melampaui interval pengamatan asli, berdasarkan hubungannya dengan variabel lain. Analisis sensitivitas regresi linier sederhana didasarkan pada hubungan fungsional atau kausal antara variabel independen dan dependen. Penelitian ini menggunakan *software Microsoft Excel* dan Anova (*Data Analysis Tools - Regression*) untuk menganalisis korelasi antara kedua variabel tersebut. Dari nilai koefisien korelasi (r) yang diperoleh, dapat dilakukan analisis nilai korelasi dan tingkat hubungan kedua variabel. Jika nilai koefisien korelasi mendekati angka positif 1 maka hubungannya mendekati positif, sebaliknya jika nilai koefisien korelasi mendekati angka negatif (-) 1 maka hubungannya mendekati negatif. hubungan. Sebaliknya jika nilai koefisien korelasi mendekati 0 (nol), maka hubungan kedua variabel lemah.



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

Menurut [24], interpretasi terhadap kuatnya hubungan korelasi ialah sebagai berikut:

Tabel 3. 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

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pacific Decadal Oscillation (PDO) adalah perubahan iklim mirip *El Nino* yang berpusat di Samudera Pasifik dan Amerika Utara. Di Amerika Utara, intensitas peristiwa PDO lebih terasa selama musim dingin dan musim semi. PDO adalah variabilitas iklim alami yang sangat mempengaruhi iklim Pasifik dan Amerika Utara [11]. Anomali suhu permukaan laut terkait ENSO terbesar di Pasifik tropis dan berpusat di sekitar khatulistiwa, sedangkan anomali terkait PDO paling kuat di Pasifik Utara. Anomali SPL pada ENSO lebih lemah daripada PDO dan terbatas di Pasifik Utara tengah, sedangkan SLP ENSO tropis lebih kuat daripada SLP terkait PDO. Anomali tekanan angin tropis yang terkait dengan ENSO lebih kuat daripada yang terkait dengan PDO [6].

Data harian fenomena global PDO dan MJO sepanjang 40 tahun sangat bervariasi. Data kedua fenomena tersebut dianalisis untuk melihat korelasinya setelah itu dibuat visualisasi berupa grafik. Data yang digunakan relatif banyak, sehingga data dipisahkan kedalam beberapa periode.

4.1 Analisis Sensitifitas dengan Regresi Linear Sederhana

Data dari setiap periode yang telah dirata-ratakan pertahunnya menghasilkan 40 data. Data tersebut kemudian dibagi kedalam delapa periode sehingga setiap periodenya terdapat lima tahun data rerata. Periode pertama tahun 1981-1985, periode kedua tahun 1986-1990, periode ketiga tahun 1991-1995, periode keempat tahun 1996-2000, periode kelima tahun 2001-2005, periode keenam tahun 2006-2010, periode ketujuh tahun 2011-2015 dan periode kedelapan tahun 2006-2020. Data yang telah dibagi kedalam setiap periode dianalisis guna mengetahui korelasi antara kedua fenomena sehingga didapatkan nilai korelasi terbesar Pada periode keempat tahun 1996-2000. Nilai r (Koefisien korelasi) yang diperoleh sebesar 0.780, serta didapatkan nilai koefisien a sebesar 1.296 dan koefisien b sebesar 0.083. persamaan garis antara kedua fenomena pada tahun 1996-2000 adalah:

$$Y = 1.296 + 0.083X \quad (1)$$

Keterangan : (Y) adalah variable terikat; (X) adalah Variabel bebas

Tabel 4. Koefisien Korelasi Fenomena PDO dan MJO pada tahun 1996-2000

Tahun	MJO (Amplitudo rerata)	PDO	Koefisien Korelasi (r)
1996	1.350882138	0.681038251	
1997	1.468968509	1.321561644	
1998	1.125052936	0.490630137	0.77961092
1999	1.235210231	1.846383562	
2000	1.178428425	1.127021858	

4.2 Pengaruh fenomena *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dengan *Madden Julian Oscillation* (MJO) Terhadap Curah Hujan di Provinsi Papua

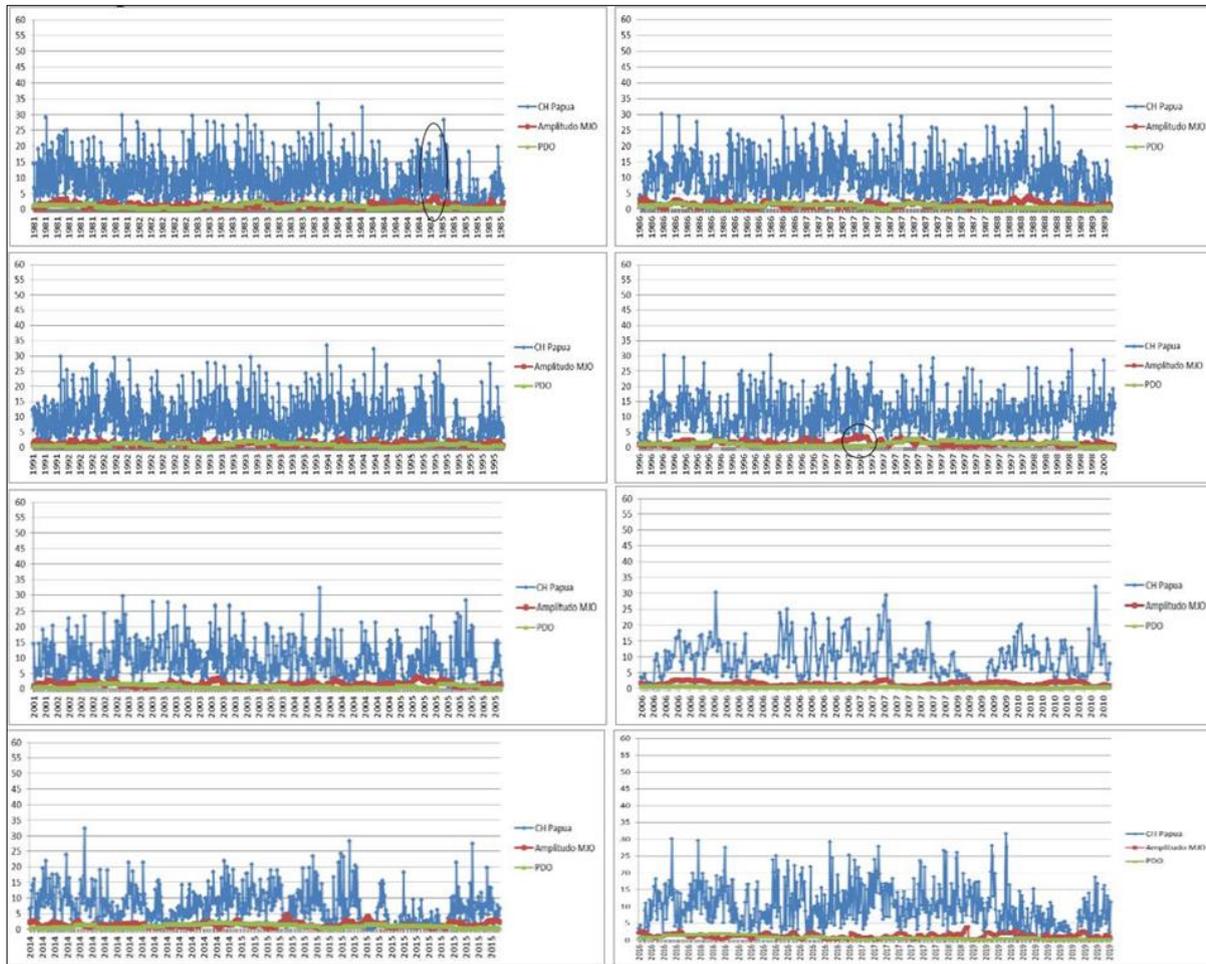
Papua terletak antara 2°25'LU - 9°LS dan 130° - 141°BT. Luas wilayah Papua adalah 317.062 km² atau 19,33% dari luas wilayah kepulauan Indonesia. Papua adalah provinsi terbesar di Indonesia. Batas wilayah Papua adalah Samudera Pasifik (utara), Laut Arafura (selatan), Papua (barat), dan Papua Nugini



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

(timur). Hubungan antara kedua fenomena tersebut dapat dilihat dari grafik.

• Fase Panas



Gambar 3. grafik pengaruh fenomena *Pacific decadal Oscillation* (PDO) fase panas, *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan Provinsi Papua tahun 1981-2020

Grafik-grafik tersebut menunjukkan gelombang yang bervariasi pada fase panas. Dari grafik-grafik tersebut dapat kita simpulkan bahwa pada tahun 1981-2020 ini fenomena PDO mempengaruhi fenomena MJO di Provinsi Papua meskipun pengaruhnya relatif kecil dibandingkan dengan fenomena ENSO. Dampak dari fenomena ENSO lebih kuat karena fenomena ini terjadi di Pasifik tropis dan terfokus pada khatulistiwa sedangkan fenomena PDO lebih kuat pada Pasifik utara. Umumnya, pada saat fenomena PDO menguat maka MJO mengalami fase istirahat begitupun sebaliknya apabila fenomena PDO melemah maka fenomena MJO mengalami fase aktif. Namun pada grafik-grafik tersebut terdapat penyimpangan dimana gelombang Amplitudo MJO yang terbentuk tidak seperti biasanya (anomali) contohnya pada tahun 1997. Hal ini dipengaruhi oleh peristiwa kebakaran hutan yang terjadi di Kalimantan pada tahun 1997 dimana lebih dari 8 juta hektar lahan habis terbakar. Dampak langsung dari peristiwa ini dirasakan sampai ke Negara tetangga seperti Malaysia, Brunei, Thailand, Filipina serta Vietnam dan mengakibatkan kerugian. Selain itu karena peristiwa itu, orang-prang yang terdampak bencana alam tersebut terkena penyakit seperti gangguan pernapasan, penyakit paru, serta alergi.

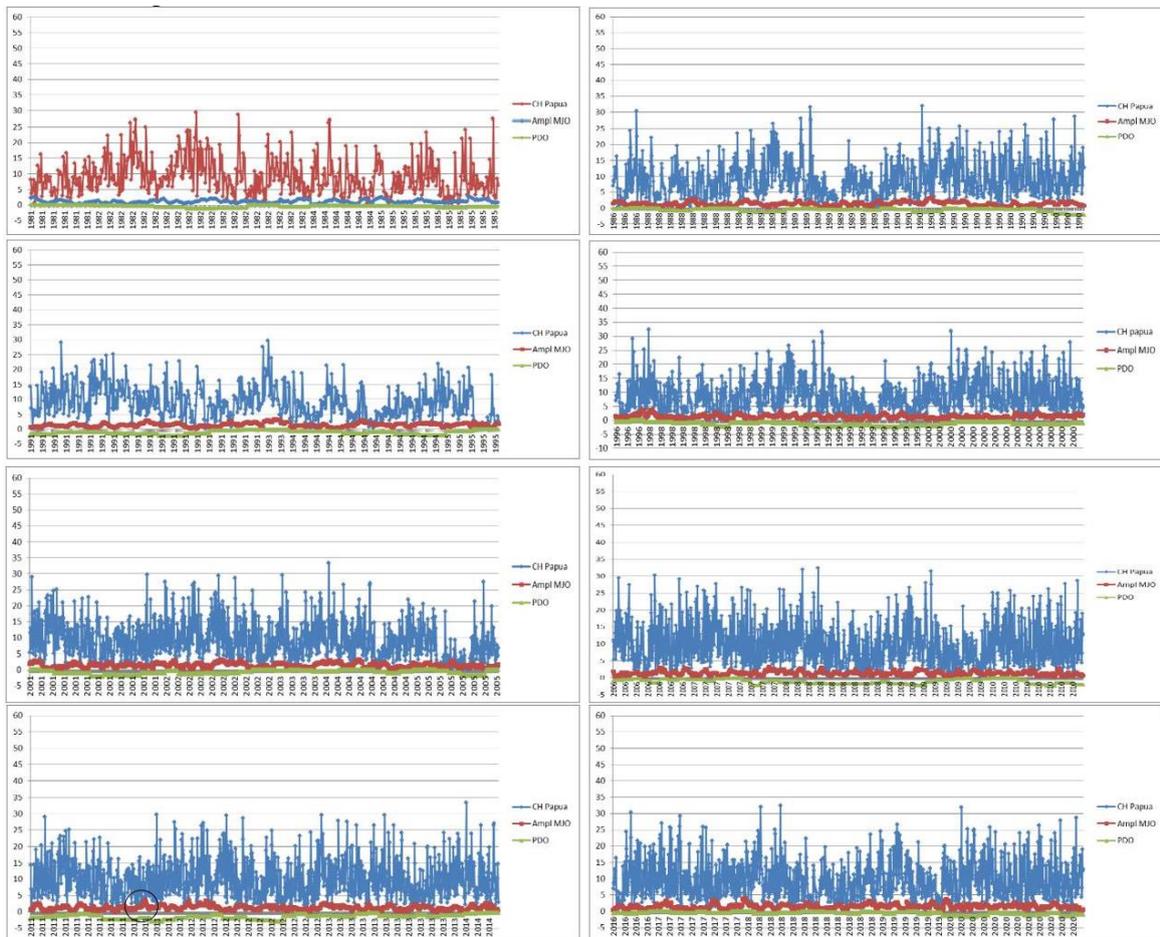
Dari grafik tersebut, terlihat fenomena *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO) pada periode panas berdampak (walaupun relatif kecil dan tidak dominan) terhadap intensitas curah hujan di Papua. Amplitudo MJO musim aktif berperan penting dalam variabilitas curah hujan dan curah hujan ekstrim di Indonesia, sedangkan besarnya pengaruh PDO terhadap perubahan tinggi muka laut di wilayah laut Indonesia tidak konsisten dengan sirkulasi air dari Samudera Pasifik. Ditemukan curah hujan rata-rata periode tahun 1981 sampai dengan tahun 2020 memiliki intensitas 5-20 mm/hari tergolong hujan ringan, dan 20-50



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

mm/hari tergolong hujan sedang. Namun, ada beberapa kasus dimana nilai amplitudo MJO relatif besar. Misalnya, pada kasus tahun 1985, amplitudonya adalah 4, tetapi curah hujannya masih relatif lemah. Hal ini karena fase suhu tinggi PDO mempengaruhi pengendapan suhu permukaan laut di Papua bagian utara yang cenderung lebih dingin akibat sirkulasi air laut dari Pasifik. Selain itu, ada faktor lain yang mempengaruhi hal tersebut, seperti angin muson dan berbagai ciri negara itu sendiri seperti topografi dan iklim setempat. Daerah dengan karakteristik yang berbeda di Indonesia memberikan respon yang berbeda pula terhadap curah hujan pada sebaran MJO. Hujan ringan di Papua dapat menyebabkan kekeringan karena pasokan air tanah di wilayah tersebut tidak mencukupi, dengan dampak langsung pada sektor pertanian, ekonomi, dll.

• Fase Dingin



Gambar 4. grafik pengaruh fenomena *Pacific decadal Oscillation* (PDO) fase dingin, dengan *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan Provinsi Papua tahun 1981-2020

Grafik tersebut menunjukkan gelombang yang bervariasi pada fase dingin. Dari grafik tersebut dapat kita simpulkan bahwa pada tahun 1981-2020 fenomena PDO mempengaruhi fenomena MJO di Provinsi Papua meskipun pengaruhnya relatif kecil dibandingkan dengan fenomena ENSO. Dampak dari fenomena ENSO lebih kuat pada Pasifik tropis dan terfokus pada khatulistiwa sedangkan fenomena PDO lebih kuat pada Pasifik Utara. Umumnya, pada saat indeks PDO tinggi maka Amplitudo MJO kecil. Namun pada grafik tersebut terdapat penyimpangan dimana gelombang yang terbentuk tidak seperti biasanya (anomali) contohnya pada tahun 2011. Hal ini dipengaruhi oleh peristiwa letusan gunung Lokon Sulawesi utara disertai dengan lontaran material pijar yang mengakibatkan kebakaran hutan di sekitar kawahnya.

Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa pengaruh fenomena *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden Julian Oscillation* (MJO) terhadap curah hujan fase dingin tidak terlihat di Provinsi Papua pada rentang tahun ini. Amplitudo fase aktif MJO berperan penting dalam variabilitas presipitasi dan presipitasi ekstrim di Indonesia, sedangkan besarnya pengaruh PDO terhadap variabilitas tinggi muka air laut di perairan Indonesia terkait dengan letak perairan tempat sirkulasi air laut dari Pasifik. Meskipun provinsi Papua terletak di bagian



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

timur Indonesia di dekat Samudra Pasifik, pengaruhnya tidak terlihat pada fase dingin pada curah hujan. Curah hujan rata-rata pada periode ini adalah 5-20 mm/hari yang tergolong hujan ringan, dan ada juga 20-50 mm/hari yang tergolong hujan biasa. Walaupun nilai rata-rata amplitudo MJO pada periode tersebut relatif besar, namun jumlah curah hujan masih termasuk dalam kelompok hujan ringan, sehingga dapat dikatakan dari sana pengaruh kedua fenomena tersebut terhadap fase dingin sangat kecil. Faktor lain yang sangat mempengaruhi curah hujan di provinsi ini adalah angin muson dan perbedaan karakteristik provinsi itu sendiri, seperti topografi dan iklim setempat. Jarangnya hujan di provinsi Papua telah menyebabkan kekeringan di wilayah tersebut karena kurangnya air bawah tanah, yang secara langsung akan mempengaruhi sektor pertanian, ekonomi dan lainnya. Petani mengalami gagal panen akibat curah hujan yang rendah sehingga menyebabkan kekeringan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan regresi nilai indeks *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden Julian Oscillation* (MJO) selama 40 tahun (1981-2020), didapatkan delapan nilai koefisien korelasi (r) dengan nilai r terbesar terjadi pada periode 4 tahun 1996-2000 yaitu 0.78 yang tergolong kuat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara fenomena *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) dan *Madden Julian Oscillation* (MJO) di Provinsi Papua pada rentang waktu tahun 1981–2020 sehingga diketahui pula bahwa pengaruh hubungan kedua fenomena tersebut berdampak terhadap curah hujan di Provinsi itu sendiri. Hal itu terkait dengan lokasi perairan dengan sirkulasi air laut dari Samudera Pasifik. Pengaruh *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) indeks terhadap variabilitas iklim lebih terlihat nyata pada bagian timur Indonesia seperti pada bagian utara Papua dan utara Sulawesi. Sebaliknya pengaruh *Pacific Decadal Oscillation* (PDO) pada bagian Barat Indonesia semakin terlihat tidak nyata karena pengaruh sirkulasi air laut dari Samudera Pasifik melalui *Indonesian Throughflow* di perairan ini cukup lemah. Kendati demikian, curah hujan di Provinsi Papua juga tidak terlepas dari pengaruh faktor lain yaitu angin monsun dan beragam karakteristik provinsi itu sendiri seperti topografi serta iklim lokal. Berbeda dengan fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO) yang dampaknya sangat kuat dirasakan di daerah-daerah lintang rendah, dekat garis ekuator dan pada fase aktif berperan penting terhadap variasi curah hujan dan curah hujan ekstrem di Indonesia. Dari hasil tersebut diindikasikan bahwa dari fenomena PDO memiliki kemungkinan untuk memprediksi kejadian MJO.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gottschalek, J. and W. Higgins. 2008. Madden Julian Oscillation Impact. NOAA/NWS/NCEP Climate Prediction Center. USA: 1
- [2] 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
- [3] Hare, S.R., Mantua, N.J., dan Francis, R.C., 1999, Inverse Production Regimes: Alaska and West Coast Pacific Salmon, *Fisheries*, 24, 6 – 14.
- [4] 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.
- [5] Madden, R.A. & P. Julian. 1972. Description of global-scale circulation cells in the tropics with a 40–50 day period. *J. Atmos. Sci*, 29:1109-1123.
- [6] Mantua, N.J., Hare, S.R., Zhang, Y., Wallace, J.M., dan Francis, R.C., 1997, A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 78, 1069 – 1079.
- [7] Miller, A. J., D. R. Cayan, T. P. Barnett, N. E. Graham and J. M. Oberhuber (1994): The 1976–77 climate shift of the Pacific Ocean. *Oceanography*, 7, 21–26.
- [8] Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung : ALFABETA.
- [9] Tjasyono, B., Lubis, A., Juaeni, I., Ruminta., Harijono, S.W.B. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudra Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. Jurnal Sains Dirgantara, 5(2), 1-13.
- [10] Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.



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