

Pengaruh ENSO Dan IOD Terhadap Curah Hujan Di Pesisir Dan Pegunungan: Studi Kasus Tanjung Priok, DKI Jakarta, Dan Puncak, Jawa Barat

Fadhli Aslama Afghani^{1*}, Glory Ravaella Lumbantobing¹, Jordana Christian Halawa¹, Vasco Yehezkiel Sidaauruk¹, Dan Giarno

¹Program Studi Klimatologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang, Banten, Indonesia

***E-mail:** fadhli.aslama.afghani@gmail.com

Received: 06 01 2025 / Accepted: 29 06 2025 / Published online: 24 07 2025

ABSTRAK

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki distribusi dan karakteristik curah hujan yang berbeda-beda, dipengaruhi oleh variabilitas iklim, termasuk fenomena El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan, suhu, dan kelembaban di wilayah pesisir dan pegunungan bagian Jabodetabek, dengan menggunakan data observasi dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok dan Stasiun Meteorologi Citeko periode 1994-2023. Analisis dilakukan secara musiman menggunakan metode regresi linier untuk melihat tren parameter iklim serta korelasi Pearson untuk mengukur hubungan antara fenomena iklim dan parameter meteorologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks ONI sebagai indikator ENSO berada pada kategori cukup kuat hingga sangat kuat di wilayah pesisir dan pegunungan. Pada fase IOD Positif, korelasi dengan curah hujan, suhu, dan kelembaban menunjukkan pengaruh yang cukup kuat hingga sangat kuat, sedangkan pada fase IOD Negatif, dampaknya lebih lemah. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa fenomena El Nino cenderung mengurangi curah hujan dan meningkatkan suhu di pesisir, sedangkan La Nina lebih berpengaruh pada peningkatan curah hujan di wilayah pegunungan. Secara keseluruhan, fenomena ENSO dan IOD memiliki dampak signifikan terhadap variabilitas iklim di kedua wilayah ini, dengan perbedaan pengaruh yang tergantung pada fase masing-masing fenomena.

Kata Kunci: Curah Hujan, ENSO, IOD, Pesisir, Pegunungan

ABSTRACT

As a tropical country, Indonesia has different rainfall distribution and characteristics, influenced by climate variability, including the El Nino Southern Oscillation (ENSO) and Indian Ocean Dipole (IOD) phenomena. This study aims to analyze the influence of ENSO and IOD on rainfall, temperature, and humidity in coastal and mountainous areas of Jabodetabek, using observational data from Tanjung Priok Maritime Meteorological Station and Citeko Meteorological Station for the period 1994-2023. The analysis was conducted seasonally using linear regression method to see the trend of climate parameters and Pearson correlation to measure the relationship between climate phenomena and meteorological parameters. The results showed that the ONI index as an indicator of ENSO was in the moderately strong to very strong category in coastal and mountainous areas. In the Positive IOD phase, the correlation with rainfall, temperature, and humidity shows a moderately strong to very strong influence, while in the Negative IOD phase, the impact is weaker. The study also revealed that the El Nino phenomenon tends to reduce rainfall and increase temperatures in coastal areas, while La Nina has more effect on increasing rainfall in mountainous areas. Overall, the ENSO and IOD phenomena have significant impacts

on climate variability in these two regions, with differences in influence depending on the phase of each phenomenon.

Keywords: *Precipitation, ENSO, IOD, Coast, Mountain*

PENDAHULUAN

Berbagai fenomena terjadi di sekitar kehidupan manusia, seperti bencana hidrometeorologi, penyebaran penyakit, dan hal lainnya dapat berdampak terhadap manusia (Fowler et al., 2021; Hsiao et al., 2021). Dampaknya dapat dirasakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Marengo et al., (2020); Badan Meteorologi (2023) membagi bencana hidrometeorologi menjadi dua, salah satunya adalah bencana hidrometeorologi basah. Bencana hidrometeorologi basah adalah bencana hidrometeorologi yang terjadi akibat adanya cuaca ekstrem, seperti hujan yang sangat lebat melebihi normalnya. Jenis bencana hidrometeorologi ini sering terjadi pada periode musim hujan. Kelompok bencana hidrometeorologi basah antara lain meliputi banjir, tanah longsor, dan puting beliung.

Memahami fenomena hujan dapat dilakukan dengan mengkaji curah hujan sebagai parameter yang variabilitasnya memungkinkan untuk dianalisis (Rong et al., 2020; Alizkan, 2017). Curah hujan dapat diartikan sebagai komponen utama dari siklus hidrologi yang terkumpul selama rentang waktu tertentu dan dapat diukur melalui alat penakar (Ruswanti, 2020). Hujan memiliki peran penting karena air yang terkandung di dalamnya dapat menjadi sumber utama kehidupan (Singh et al., 2021).

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau (Ariska et al., 2022). Pada daerah beriklim tropis, curah hujan menjadi salah satu unsur cuaca dan iklim yang keragamannya sangat tinggi (Wirjohamidjojo &

Swarinoto, 2013). Hal tersebut dapat disebabkan karena kondisi geografis yang dimiliki suatu daerah (Ke & Zhang, 2022). Indonesia yang memiliki tiga pola curah hujan tentu saja memiliki distribusi dan karakteristik curah hujan yang berbeda-beda (Manik et al., 2014; Purwaningsih et al., 2020). Perbedaan tersebut dapat muncul disebabkan karena adanya variabilitas iklim yang mempengaruhi wilayah Indonesia, beberapa di antaranya adalah El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) (Arno et al., 2020; Qian et al., 2010; Dwi Purwanti et al., 2023).

Pulau Jawa merupakan pulau dengan penduduk terpadat yang memiliki wilayah industri serta pertanian yang paling penting di Indonesia (Kurniadi et al., 2021), termasuk di Jawa bagian Barat seperti Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat. Wilayah industri di Pulau Jawa terkonsentrasi lebih banyak pada bagian pesisir (Suwarman et al., 2022), sedangkan untuk pertanian cenderung memanfaatkan dataran rendah yang lebih dekat dengan pesisir, seperti wilayah pesisir utara Jawa di Jawa Tengah yaitu Brebes dan Demak. Namun di dataran tinggi seperti wilayah Puncak, Jawa Barat juga dimanfaatkan untuk komoditas seperti teh.

Di pulau Jawa, IOD dan ENSO dapat memperkuat dampak ekstrem cuaca (Hidayat & Wardah, 2020). ENSO dan IOD dapat memperkuat dampak ekstrem cuaca seperti curah hujan ekstrem, oleh karena itu ENSO memiliki dampak signifikan terhadap variabilitas curah hujan, dengan pola yang signifikan antara wilayah pegunungan di selatan dan dataran pesisir di utara Pulau Jawa (Fatawa et al., 2023). Selama tahun-tahun El Nino,

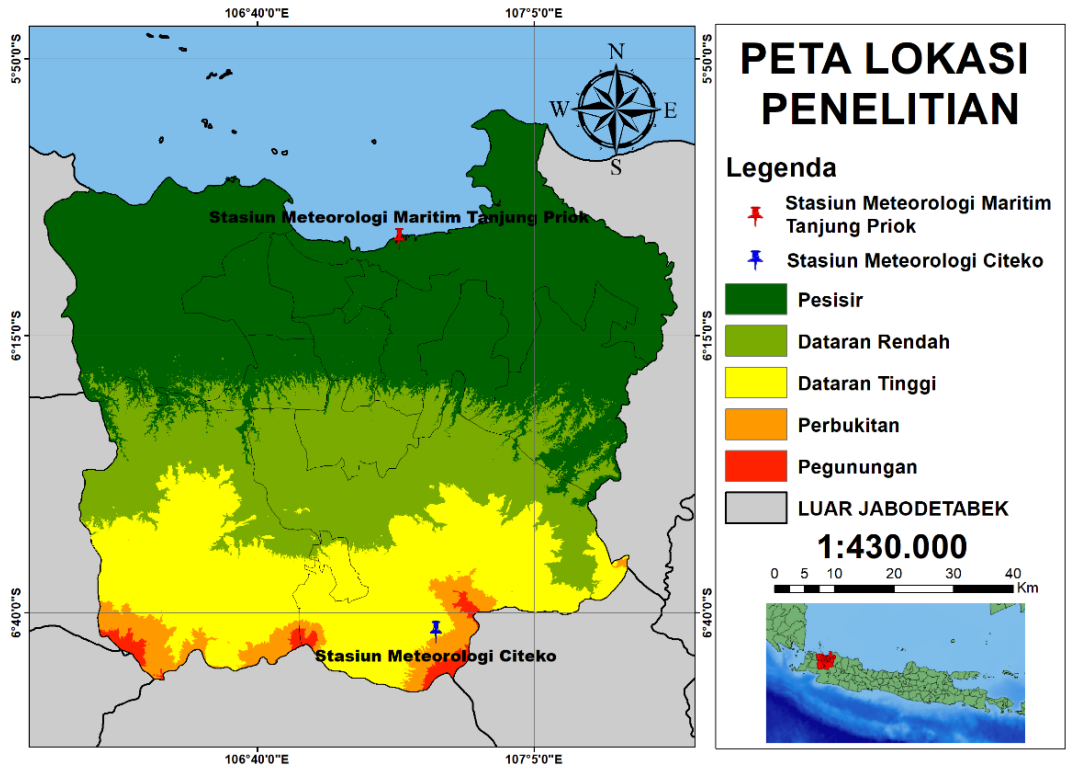
anomali angin monsun berinteraksi dengan siklus harian lokal, yang memperkuat curah hujan di pegunungan namun menyebabkan kondisi yang lebih kering di sepanjang pesisir (Qian et al., 2013). Pola ini muncul akibat interaksi antara angin laut-darat dan angin lembah-gunung yang dipengaruhi oleh perubahan intensitas dan arah angin saat peristiwa ENSO. Untuk IOD, fase positif IOD dengan suhu permukaan laut yang lebih dingin di Samudra Hindia bagian timur dapat menyebabkan berkurangnya curah hujan di wilayah ini sedangkan fase negatif IOD memberikan dampak sebaliknya (Iskandar et al., 2022). Beberapa contoh kasus dari kejadian curah hujan ekstrem adalah yang banjir yang terjadi di Ciganjur, Jakarta Selatan (Pakpahan et al., 2021) serta kejadian hujan lebat yang menyebabkan banjir dan tanah longsor di Jabodetabek (Sudewi et al., 2015).

Di Indonesia, telah dilakukan beberapa penelitian yang membahas mengenai pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di beberapa wilayah pulau Jawa. Penelitian yang dilakukan oleh (Purwanti et al., 2023) menunjukkan bahwa pada rentang periode 27 September – 3 Oktober 2021, ENSO berada pada fase La Nina lemah, dan IOD berada pada fase negatif. Kedua kejadian ini mendukung terjadinya peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia. Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniadi et al., 2021) menunjukkan hubungan antara variabilitas curah hujan di Jawa dengan fenomena ENSO dan IOD menunjukkan adanya pengaruh signifikan, terutama pada musim SON (September, Oktober, November). Dalam beberapa tahun, pola hujan di Jawa cenderung menurun selama kejadian El Niño dan IOD positif, sedangkan La Niña dan IOD negatif meningkatkan curah hujan di beberapa wilayah Jawa Barat. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk

menganalisis bagaimana pengaruhnya terhadap curah hujan di pesisir serta pegunungan di Jawa bagian barat. Untuk wilayah pesisir, ada studi yang dilakukan oleh (Hidayah et al., 2022) yang melakukan evaluasi pola dan tren curah hujan ekstrem di pulau Jawa. Hasilnya menunjukkan bahwa kejadian hujan ekstrem cenderung lebih sering terjadi di wilayah pesisir daripada daerah lainnya di Jawa Timur walau intensitasnya memiliki variasi tersendiri di berbagai daerah. Di wilayah Jabodetabek belum ada penelitian spesifik yang dilakukan untuk membahas mengenai pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di wilayah ini. Padahal Jabodetabek merupakan bagian dari pesisir barat pulau Jawa yang menarik untuk dipelajari lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan, suhu serta kelembaban di pegunungan dan pesisir bagian Jabodetabek.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di dua stasiun, yakni Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok yang terletak di DKI Jakarta dan Stasiun Meteorologi Citeko di Jawa Barat. Stasiun Meteorologi Tanjung Priok berada di wilayah pesisir dan menggambarkan kondisi iklim wilayah pesisir. Stasiun Meteorologi Citeko berada di area pegunungan, tepatnya di wilayah sekitar Gunung Gede Pangrango. Wilayah ini merepresentasikan kondisi iklim wilayah pegunungan. Kedua lokasi ini dipilih untuk menilai perbedaan pengaruh fenomena iklim ENSO dan IOD terhadap parameter iklim (curah hujan, suhu, dan kelembaban) di wilayah dengan kondisi topografi yang kontras karena memiliki karakteristik geografis yang berbeda (Gambar 1). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan sampel representatif dari kondisi pesisir dan pegunungan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data observasi bulanan curah hujan, suhu udara, dan kelembaban yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok dan Stasiun Meteorologi Citeko. Data ini mencakup periode tahun 1994–2023, yang diunduh dari situs web Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Indonesia di <https://bmkgsoft.bmkg.go.id/> dan diolah dalam skala waktu musiman.

Pembagian data musiman ini berupa DJF (Desember–Januari–Februari), MAM (Maret–April–Mei), JJA (Juni–Juli–Agustus), dan SON (September–Oktober–November). Pembagian ini dilakukan untuk mempermudah analisis pola variabilitas iklim musiman, mengikuti pendekatan yang umum digunakan untuk analisis pola muson di wilayah Indonesia (Estiningtyas et al., 2018) (Tabel 1).

Tabel 1. Tahun Kejadian Fenomena ENSO (El Nino dan La Nina) dan IOD (IOD+ dan IOD-)

Variabilitas Iklim	Periode
El Nino	1994, 1997, 2002, 2004, 2006, 2009, 2014, 2015, 2018, 2023
La Nina	1995, 1998, 1999, 2000, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2015, 2017, 2020, 2021, 2022
IOD +	1994, 1997, 2006, 2007, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2023.
IOD -	1995, 1996, 1998, 2005, 2010, 2016, 2020, 2021, 2022

Pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak Microsoft Excel. Metode yang digunakan adalah regresi linier sederhana untuk mengevaluasi tren dari setiap parameter meteorologi yaitu curah hujan, suhu, dan kelembaban udara. Langkah pertama adalah membuat plot untuk setiap parameter dengan memasukkan regresi linier sederhana sebagai garis tren. Garis tren ini diwakili oleh persamaan regresi sebagai berikut (1).

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

keterangan:

\hat{Y} = garis regresi (variabel respons)

a = konstanta (intersep)

b = konstanta regresi (slope)

X = variabel bebas (prediktor)

Besarnya konstanta a dan b ditentukan menggunakan rumus berikut (Ginting et al., 2019; Zulfikar et al., 2022) (2):

$$a = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2},$$
$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (2)$$

keterangan:

n = jumlah data

X_i dan Y_i = nilai data pada variabel bebas dan variabel respons masing-masing

Setelah menghitung garis regresi, koefisien determinasi R^2 dihitung untuk menilai seberapa baik model regresi ini dalam menjelaskan variabilitas data. Nilai R^2 menunjukkan seberapa besar variabel independen (prediktor) mempengaruhi variabel dependen (respons) dalam model regresi. Rumus untuk R^2 adalah sebagai berikut (3).

$$R^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

keterangan:

R^2 = Koefisien determinasi

Y_i = Nilai pengamatan

\hat{Y}_i = Nilai Y yang diprediksi oleh model regresi

\bar{Y} = Nilai rata-rata pengamatan

Koefisien determinasi R^2 berkisar antara 0 dan 1, di mana semakin mendekati 1 menunjukkan semakin baiknya model dalam menjelaskan variabilitas variabel dependen. Nilai R^2 dikali 100% dan diinterpretasikan sebagai berikut (Triwibowo & Jumiatun, 2019) (Tabel 2):

Tabel 2. Kriteria Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai	Keterangan
< 4%	Pengaruh Rendah Sekali
5% – 16%	Pengaruh Rendah
17% – 49%	Pengaruh Cukup
50% – 80%	Pengaruh Tinggi
> 81%	Pengaruh Tinggi Sekali

Korelasi Pearson digunakan untuk menilai hubungan antara indeks ONI dengan parameter meteorologi (curah hujan, suhu, dan kelembaban udara) selama tahun-tahun El Nino dan La Nina. Korelasi Pearson digunakan karena metode ini efektif dalam

mengukur kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variabel numerik. Rumus korelasi Pearson (r) adalah sebagai berikut (Matdoan et al., 2020) (4):

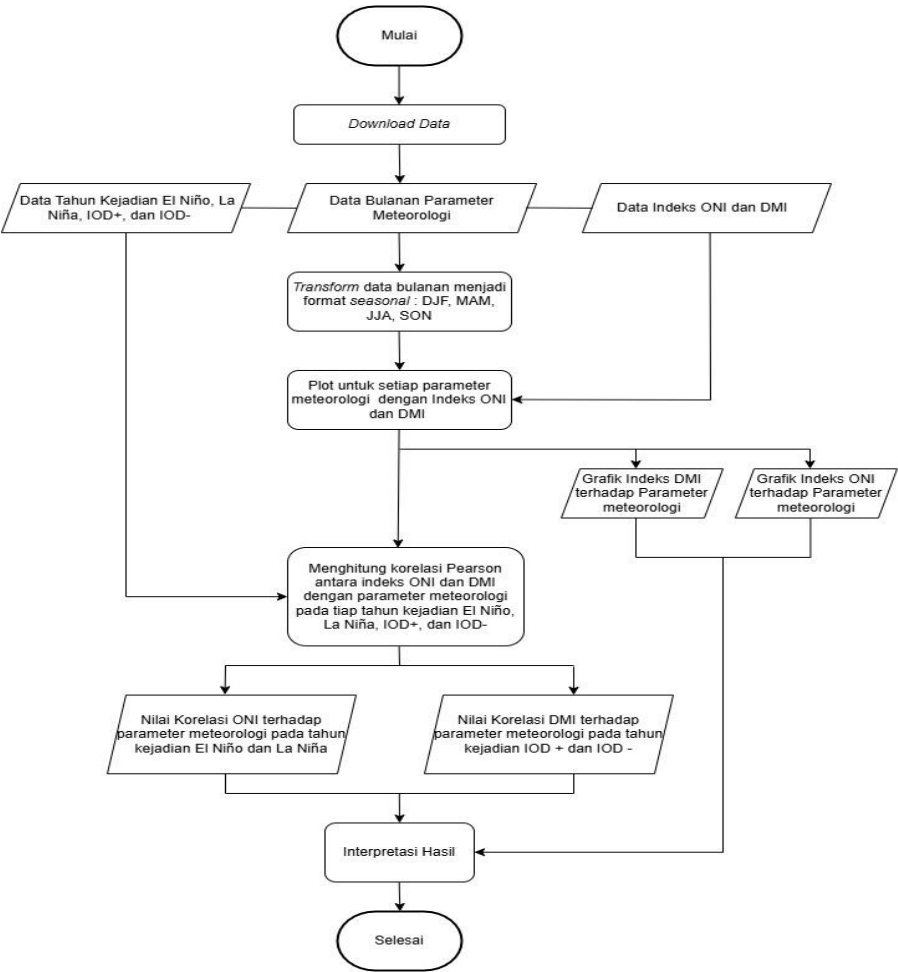
$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (4)$$

keterangan:
 X = nilai indeks ONI (prediktor)
 Y = nilai parameter cuaca (curah hujan, suhu, atau kelembaban udara)
 n = jumlah pengamatan

Korelasi Pearson r berkisar antara -1 dan 1, dengan interpretasi sebagai berikut (Akbar et al., 2021) (Tabel 3). Diagram alir dalam penelitian ini dijabarkan dalam Gambar 2 .

Tabel 3. Keterangan nilai r (korelasi pearson)

Nilai r (korelasi)	Keterangan
0,00-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Cukup Kuat
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Parameter Iklim

Pada Gambar 3 terlihat perubahan suhu secara temporal untuk wilayah Pesisir dan Pegunungan. Untuk tren yang didapatkan pada indeks ONI menunjukkan peningkatan dengan persamaannya, yaitu $y = 0.0019x - 3.96$ dengan $R^2 = 0.0004$. Hal ini menandakan bahwa terjadi peningkatan indeks ONI setiap waktunya sebesar 0.19%. Nilai koefisien determinasi yang didapatkan menunjukkan terjadi pengaruh rendah sekali antara waktu terhadap indeks ONI. Nilai indeks ini mengalami nilai terendah pada DJF 2020 (-1.7), sedangkan nilai tertinggi pada DJF 2016 (2.5).

Selain itu, profil suhu serta perubahan temporal untuk wilayah pesisir dan pegunungan terlihat pada Gambar 3. Profil suhu wilayah pesisir memiliki suhu rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan wilayah pegunungan dengan nilai yang tercatat untuk masing-masing wilayah secara berurutan, yaitu 28.49°C dan 21.25°C. Hal ini juga terjadi untuk suhu minimum dan maksimum kedua wilayah dimana suhu minimum pegunungan (pesisir) sebesar 20.07°C periode DJF 1997 (27°C periode DJF 1996), sedangkan suhu maksimum pegunungan (pesisir) sebesar 22.43°C (29.70°C) ketika periode SON 2023 untuk kedua wilayah.

Kondisi temporal yang terjadi untuk suhu di kedua wilayah mengalami tren peningkatan dimana persamaan tren yang didapatkan untuk wilayah pegunungan, yaitu $y = 0.0230x - 25.04$ dengan $R^2 = 0.21$. Hal ini menandakan terjadi peningkatan suhu sebesar 2.3% setiap waktunya dimana pengaruh waktu terhadap suhu berada pada kriteria “Cukup”. Di sisi lain, tren peningkatan juga terjadi di wilayah pesisir dengan persamaan trennya berupa $y = 0.0188x - 9.29$ dengan $R^2 = 0.083$. Hal ini bermakna bahwa terjadi peningkatan suhu

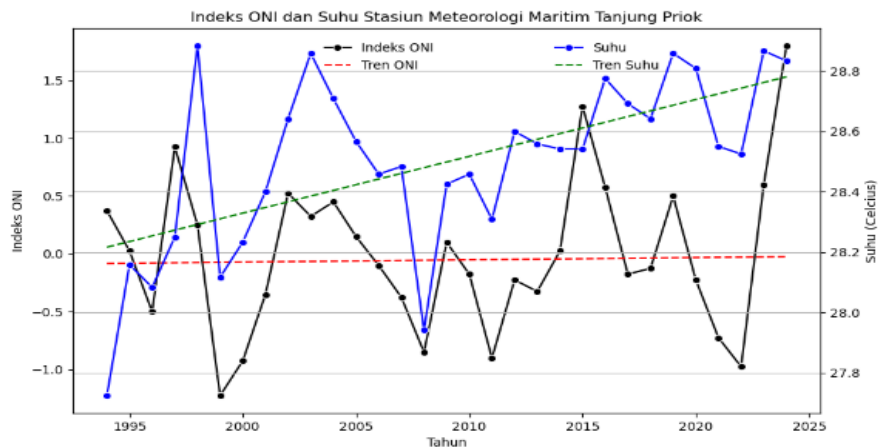
sebesar 1.88% setiap waktunya dimana pengaruh waktu terhadap suhu berada pada kriteria “Rendah”.

Sementara itu, hubungan antara ENSO terhadap suhu yang diwakili menggunakan indeks ONI untuk wilayah pegunungan dan pesisir memiliki nilai yang berbeda. Wilayah pegunungan mendapatkan nilai korelasi sebesar 0.34, sedangkan untuk pesisir sebesar 0.39. Hal ini menandakan bahwa untuk kedua tempat hubungan antara ENSO terhadap parameter iklim suhu udara berada pada kategori “Rendah”.

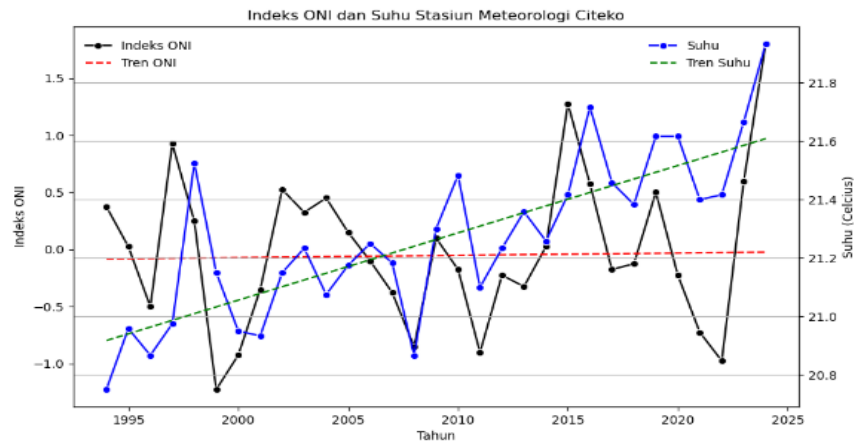
Kemudian ketika ENSO dibagi menjadi fenomena El Nino dan La Nina yang memiliki dampak berbeda di Indonesia serta wilayah kajian. Pada saat El Nino, korelasi yang didapatkan antara indeks ONI terhadap suhu udara pegunungan (pesisir) sebesar 0.52 (0.60). Nilai korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa kriteria korelasi yang berlangsung ketika fenomena El Nino berada pada tingkatan Cukup Kuat (Kuat).

Di sisi lain, ketika fenomena La Nina terjadi nilai korelasi yang didapat terhadap suhu udara di wilayah pegunungan sebesar 0.40 dalam kriteria “Cukup Kuat”. Namun, nilai korelasi yang didapatkan untuk wilayah pesisir berada pada nilai 0.35 dimana masuk kedalam kategori “Rendah”.

Pada Gambar 4 terlihat mengenai profil serta perubahan temporal kelembaban udara yang terjadi di wilayah pesisir dan pegunungan. Nilai kelembaban udara rata-rata lebih tinggi terjadi di wilayah pegunungan dengan nilai 84.41%, sedangkan wilayah pesisir berada pada nilai 74.65%. Kemudian nilai kelembaban udara maksimum dan minimum yang terjadi selama periode waktu 1994-2023 untuk wilayah pegunungan (pesisir) secara berurutan, yaitu 92% periode DJF 2020 (82.77% periode DJF 2021) dan 74.07% periode SON 1997 (59.77% periode SON 2002).



(a)



(b)

Gambar 3. Temporal Suhu Udara Wilayah (a) Pesisir, (b) Pegunungan

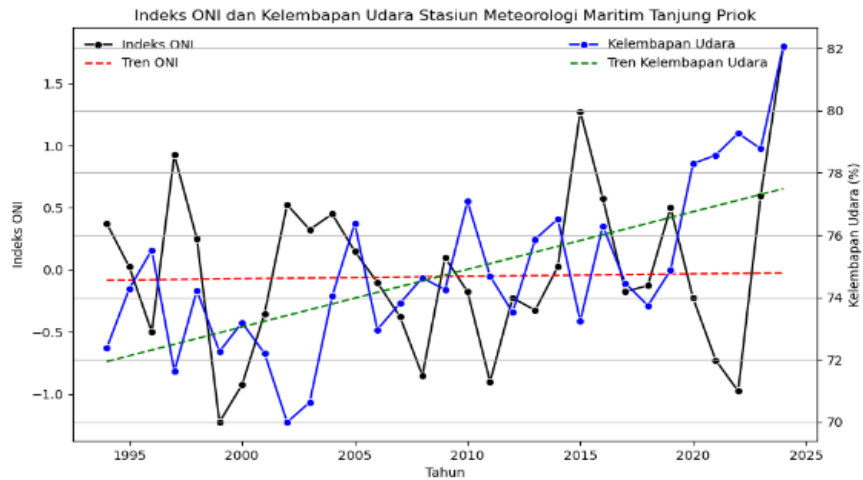
Perubahan temporal yang terjadi untuk kelembaban udara di kedua wilayah terlihat pada Gambar 4. Nilai kelembaban udara mengalami peningkatan dari waktu ke waktu dimana persamaan tren yang didapatkan untuk wilayah pegunungan, yaitu $y = 0.0929x - 102.22$ dengan $R^2 = 0.0466$. Hal ini menandakan bahwa terjadi peningkatan kelembaban udara di wilayah pesisir setiap waktunya sebesar 9.29% dengan pengaruh waktu terhadap kelembaban udara berada pada kriteria “Rendah Sekali”. Di sisi lain, persamaan tren peningkatan yang terjadi di wilayah

pesisir menunjukkan persamaan $y = 0.1851x - 297.17$ dengan $R^2 = 0.1478$. Hal ini memiliki makna bahwa terjadi peningkatan nilai kelembaban udara setiap waktunya sebesar 14.78% dimana pengaruh waktu terhadap kelembaban udara berada pada kategori “Rendah”.

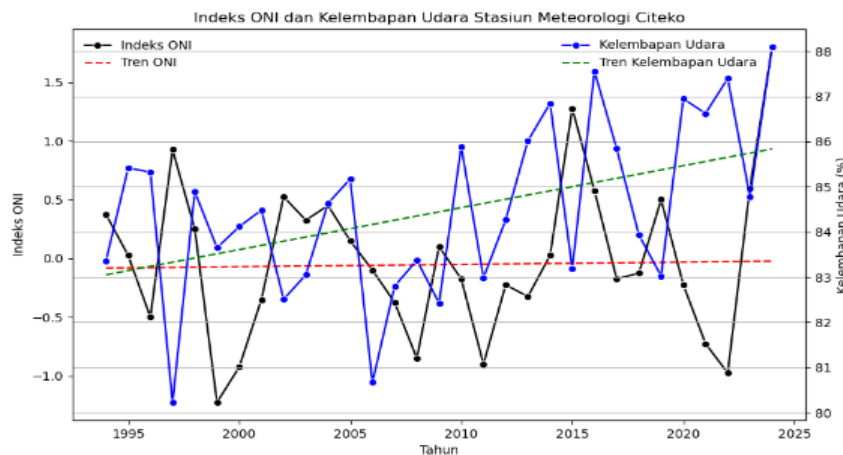
Sementara itu, hubungan yang didapatkan antara indeks ONI terhadap kelembaban udara memiliki nilai yang berbeda untuk kedua wilayah. Pada wilayah pegunungan, korelasi yang didapatkan sebesar -0.26 (Rendah), sedangkan nilai korelasi di wilayah pesisir

bernilai -0.23 (Rendah). Nilai negatif yang didapatkan menunjukkan hubungan yang terjadi berbanding terbalik dimana ketika

nilai indeks ONI meningkat, maka kelembapan udara akan menurun serta berlaku juga untuk kondisi sebaliknya.



(a)



(b)

Gambar 4. Temporal Kelembapan Udara Wilayah (a) Pesisir (b) Pegunungan

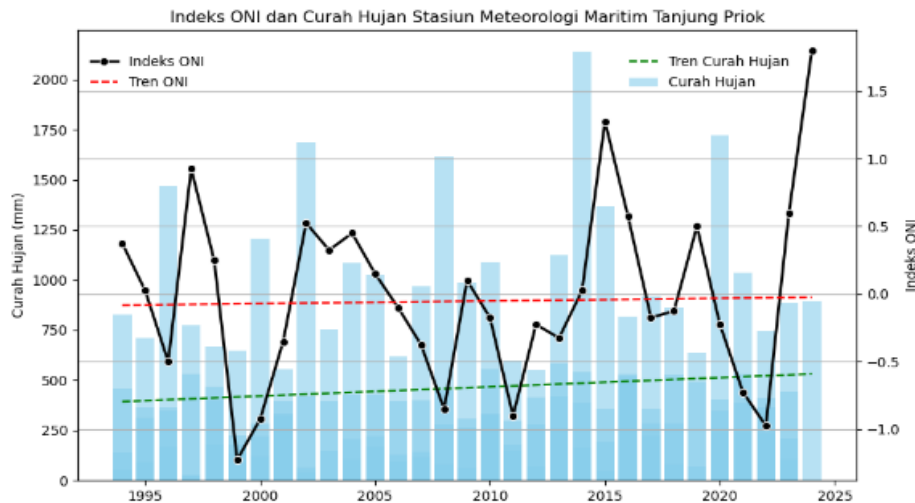
Pada Gambar 5 terlihat profil curah hujan yang terjadi selama kurun waktu 1994-2023 serta perubahan temporalnya untuk wilayah pegunungan dan pesisir. Nilai curah hujan rata-rata yang didapatkan lebih tinggi terjadi di pegunungan dengan nilai 800.59 mm, sedangkan wilayah pesisir berada pada nilai 459.75 mm. Kemudian nilai maksimum curah hujan dan minimum curah hujan yang tercatat untuk wilayah

pegunungan (pesisir) berturut-turut, yaitu 2300.80 mm (2139.50 mm) ketika periode DJF 2014 untuk kedua wilayah dan 20 mm periode JJA 1994 (0.50 mm periode JJA 2019).

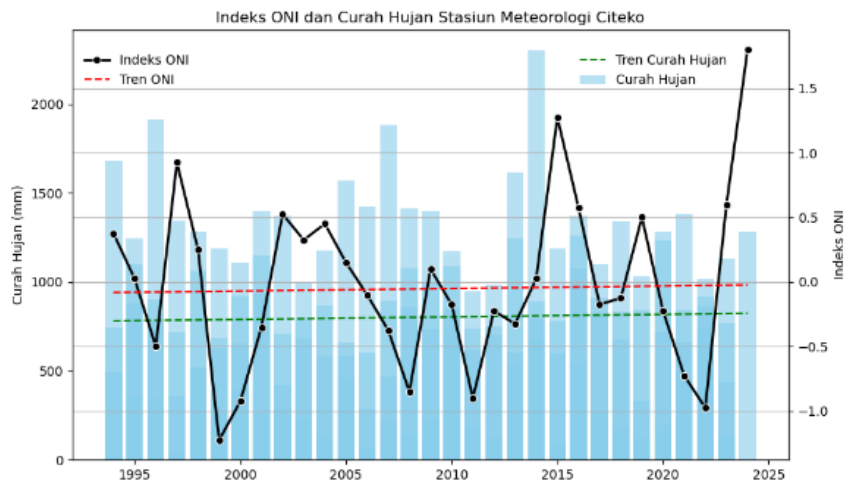
Keadaan temporal yang terjadi untuk parameter curah hujan di kedua wilayah menunjukkan terjadinya peningkatan dengan nilai yang berbeda. Pada wilayah pegunungan, nilai curah hujan mengalami peningkatan dimana

persamaan tren yang didapatkan berupa $y = 1.4358x - 2083.31$ dengan $R^2 = 0.0008$. Hal ini menyatakan bahwa terjadi peningkatan curah hujan sebesar 143.58% setiap waktunya dimana pengaruh waktu terhadap curah hujan berada pada kriteria “Rendah Sekali”. Di sisi lain, tren peningkatan di wilayah pesisir memiliki

persamaan berupa $y = 4.5955x - 8770.99$ dengan $R^2 = 0.0104$. Hal ini memiliki makna bahwa curah hujan di pesisir mengalami peningkatan setiap waktunya sebesar 459.55% dengan pengaruh waktu terhadap curah hujan berada pada kategori “Rendah”.



(a)



(b)

Gambar 5. Curah Hujan Wilayah (a) Pesisir (b) Pegunungan

Sementara itu, nilai korelasi yang didapatkan antara indeks ONI yang mewakili kejadian ENSO terhadap curah

hujan memiliki nilai yang berbeda di kedua wilayah kajian. Nilai hubungan antar variabel untuk wilayah pegunungan

berada pada nilai -0.14 (Sangat Rendah), sedangkan untuk wilayah pesisir berada pada nilai -0.11 (Sangat Rendah).

Kemudian ketika fase El Nino terjadi, nilai korelasi yang didapatkan untuk wilayah pegunungan sebesar 0.52 dalam kategori “Cukup Kuat”. Selain itu, pada wilayah pesisir nilai korelasi yang didapatkan memiliki kriteria yang sama, yaitu “Cukup Kuat” dengan nilainya 0.60. Di sisi lain, nilai korelasi yang didapatkan ketika terjadi fase La Nina untuk parameter curah hujan berada pada nilai 0.14 dan 0.07 dengan kriteria “Sangat Rendah” untuk wilayah pegunungan dan pesisir secara berturut-turut.

El-Nino Terhadap Parameter Iklim

Ketika berfokus pada fenomena El-Nino yang menjadi bagian dari ENSO, terdapat nilai korelasi tersendiri terhadap parameter iklim. Hubungan yang didapatkan untuk wilayah pegunungan dan pesisir terhadap kelembaban udara secara berurutan, yaitu 0.89 (Sangat Kuat) dan -0.65 (Kuat).

Selain itu, hubungan yang didapatkan antara fenomena El-Nino terhadap suhu udara didapatkan nilai sebesar 0.52 (Cukup Kuat) dan 0.60 (Kuat) secara berurutan untuk pegunungan dan pesisir. Di sisi lain, korelasi antara El-Nino dan curah hujan bernilai negatif. Untuk wilayah pegunungan hubungan yang didapatkan sebesar -0.60 (Kuat), sedangkan daerah pesisir sebesar -0.53 (Cukup Kuat). Nilai negatif ini menandakan bahwa El-Nino berdampak pada penurunan intensitas curah hujan dan bersesuaian dengan penelitian lainnya yang menyatakan bahwa hubungan antara El-Nino dan curah hujan di Indonesia berbanding terbalik.

La-Nina Terhadap Parameter Iklim

Pada fenomena La-Nina, nilai korelasi yang didapatkan untuk wilayah pegunungan sebesar 0.86 dengan kriteria

Sangat Kuat. Hal ini berbanding terbalik dengan kejadian korelasi di wilayah pesisir dimana nilai korelasi yang didapatkan hanya sebesar 0.04 yang masuk pada kategori Sangat Rendah.

Selain itu, korelasi yang didapatkan antara indeks ONI ketika terjadi La Nina terhadap suhu udara berada pada kriteria Rendah-Cukup Kuat. Hal ini terlihat dari nilai yang didapatkan untuk wilayah pegunungan (0.40) dan pesisir (0.35). Di samping itu, nilai korelasi untuk curah hujan berada pada kriteria Rendah Sekali dimana untuk pegunungan bernilai 0.14, sedangkan pesisir sebesar 0.07. Hal ini menandakan bahwa ketika terjadi fenomena La Nina kondisi intensitas curah hujan di wilayah kajian mengalami peningkatan walaupun tidak signifikan.

Perbedaan profil nilai suhu, kelembaban udara, dan curah hujan untuk wilayah pesisir dan pegunungan disebabkan oleh perbedaan karakteristik topografi (Istiawan and Istiawan, 2019; Alfandy, Hutaeruk and Permana, 2020; Cahyaning Prastiwi, Karyati and Sarminah, 2021). Hal ini bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan dalam mengukur rumah vernakular daerah pantai dan gunung (Hermawan et al., 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu permukaan dinding berkisar antara 14-24°C di gunung, sedangkan di pantai berkisar antara 24-34°C.

Di sisi lain, fenomena ENSO yang menjadi salah satu fokus kajian dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang Sangat Rendah-Rendah terhadap suhu, kelembaban udara, dan curah hujan. Hal ini karena parameter iklim tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor selain fenomena ENSO seperti IOD, MJO, monsun, dan lain sebagainya (Rahayu et al, 2018; Pandia et al, 2019; Napitupulu et al, 2023). Fakta bahwa faktor tersebut berpengaruh terhadap parameter iklim bersesuaian dengan penelitian lainnya yang menghasilkan kesimpulan bahwa

IOD positif menyebabkan musim kemarau lebih lama hingga lebih dari 5.5 bulan (Bramawanto & Rizal, 2017).

Sementara itu, ketika berfokus pada tahun kejadian El Nino dan La Nina terjadi peningkatan nilai korelasi. Pada kelembaban udara, korelasi yang didapatkan di pegunungan bernilai (+) Sangat kuat dapat disebabkan oleh faktor topografi yang lebih dominan di Puncak Jawa Barat. Di sisi lain, pesisir bernilai (-) Kuat karena suhu udara tinggi dan suhu muka laut yang rendah dapat menyebabkan penurunan kelembaban udara di wilayah pesisir (Miftahuddin, 2016; Liu *et al.*, 2022a).

Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Parameter Iklim

Selain ENSO yang terjadi di Samudera Pasifik, analisis IOD juga diperlukan untuk melihat pengaruh fluktuasi Samudera Hindia terhadap parameter iklim di dua lokasi penelitian. Fenomena IOD akan dibagi dalam tahun-tahun IOD positif dan negatif serta menggunakan data periode yang sama. Pada Gambar 6 dapat diamati bahwa perubahan suhu secara temporal untuk wilayah Pesisir dan Pegunungan. Untuk tren yang didapatkan pada indeks DMI menunjukkan peningkatan dengan persamaannya, yaitu $y = 0.0058x - 0.2577$ dengan $R^2 = 0.0485$. Hal ini menandakan bahwa terjadi peningkatan indeks DMI setiap waktunya sebesar 0.58%. Nilai koefisien determinasi yang didapatkan menunjukkan terjadi pengaruh rendah sekali antara waktu terhadap indeks DMI. Nilai indeks ini mengalami nilai terendah pada SON 1996 (-2.62), sedangkan nilai tertinggi pada SON 1997 (2.92). Sementara itu, hubungan antara IOD terhadap suhu yang diwakili menggunakan indeks DMI untuk wilayah pegunungan dan pesisir memiliki nilai yang berbeda. Wilayah pegunungan mendapatkan nilai korelasi sebesar 0.26,

sedangkan untuk pesisir sebesar 0.20. Hal ini menandakan bahwa untuk kedua tempat hubungan antara IOD terhadap parameter iklim suhu udara berada pada kategori “Rendah”.

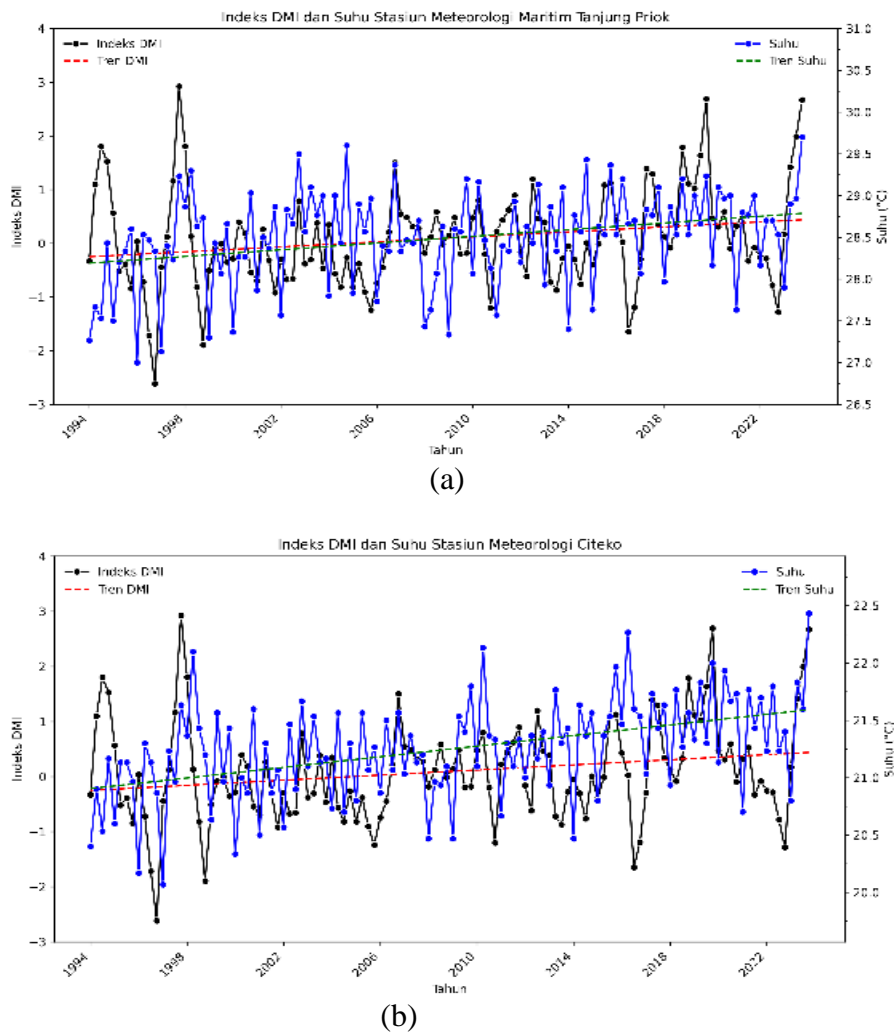
Kemudian IOD dibagi ke dalam tahun-tahun IOD positif dan IOD negatif yang memiliki dampak berbeda di Indonesia serta wilayah kajian. Pada saat IOD positif, korelasi yang didapatkan antara indeks DMI terhadap suhu udara pegunungan (pesisir) sebesar 0.54 (0.58). Nilai korelasi yang didapatkan menunjukkan bahwa kriteria korelasi yang berlangsung ketika fenomena IOD positif berada pada tingkatan Cukup Kuat (Kuat).

Di sisi lain, pada tahun IOD negatif nilai korelasi yang didapatkan terhadap suhu udara di wilayah pegunungan sebesar 0.21 dalam kriteria “Rendah”. Namun, nilai korelasi yang didapatkan untuk wilayah pesisir berada pada nilai 0.035 dimana masuk kedalam kategori “Sangat Rendah”.

Hal ini menunjukkan bahwa fenomena IOD positif memiliki dampak nyata terhadap peningkatan suhu udara di kedua wilayah. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Nur'utami and Hidayat, 2016) yang menemukan bahwa IOD positif cenderung meningkatkan suhu udara dan menurunkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia akibat pengurangan suplai uap air dari Samudera Hindia serta dampak IOD negatif terhadap suhu udara di Indonesia umumnya lebih lemah dibandingkan IOD positif, karena suplai uap air yang meningkat lebih memengaruhi curah hujan daripada suhu.

Sementara itu, hubungan yang didapatkan antara indeks DMI terhadap kelembaban udara memiliki nilai yang berbeda untuk kedua wilayah. Pada wilayah pegunungan, korelasi yang didapatkan sebesar -0.34 (Rendah), sedangkan nilai korelasi di wilayah pesisir bernilai -0.18 (Rendah). Nilai negatif yang didapatkan menunjukkan hubungan yang

terjadi berbanding terbalik dimana ketika kelembaban udara akan menurun serta nilai indeks DMI meningkat, maka berlaku juga untuk kondisi sebaliknya.



Gambar 6. Temporal Suhu Udara Wilayah (a) Pesisir (b) Pegunungan

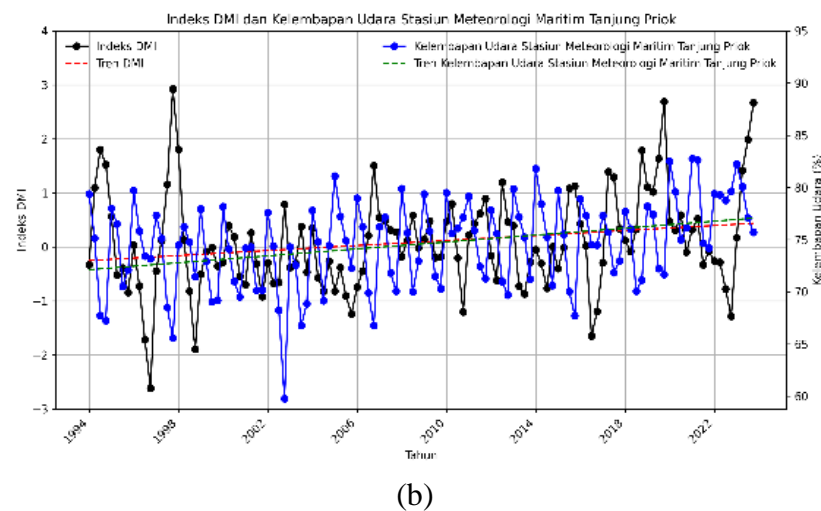
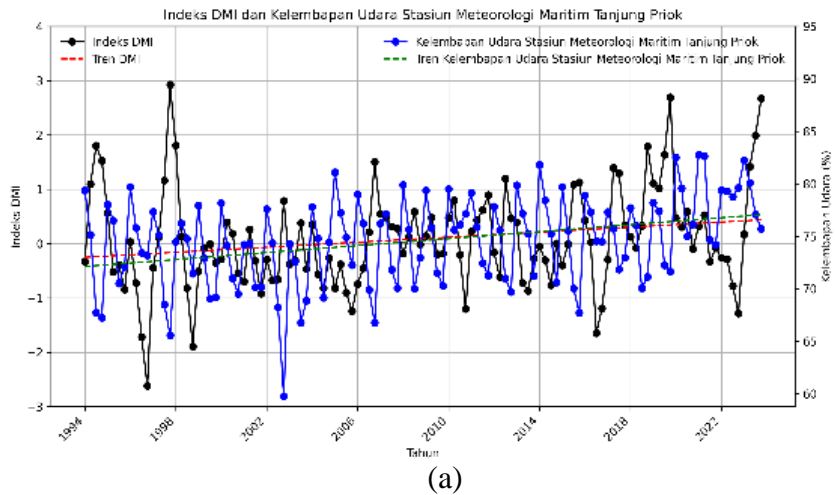
Kemudian pada fenomena IOD positif dan IOD negatif yang menjadi runtutan IOD memiliki nilai korelasi yang berbeda-beda untuk kedua wilayah terhadap parameter kelembaban udara. Ketika pada tahun IOD positif, hubungan yang didapatkan antara indeks DMI terhadap kelembaban udara di pegunungan dan pesisir secara berturut-turut, yaitu 0.88 (Sangat Kuat) dan -0.48 (Cukup Kuat).

Nilai korelasi yang didapatkan ketika fenomena IOD negatif untuk

wilayah pegunungan sebesar 0.74 dengan kriterianya berada pada tingkat “Kuat”. Namun, hubungan yang didapatkan di wilayah pesisir memiliki nilai yang rendah dimana nilainya sebesar 0.42 dalam kriteria “Cukup Kuat”. Secara umum, korelasi antara indeks DMI dan kelembaban udara menunjukkan hubungan terbalik, di mana peningkatan indeks DMI cenderung menyebabkan penurunan kelembaban udara, dan sebaliknya.

Sementara itu, pada Gambar 8 dapat diamati nilai korelasi yang didapatkan antara indeks DMI terhadap curah hujan memiliki nilai yang berbeda di kedua wilayah kajian. Nilai hubungan antar

variabel untuk wilayah pegunungan berada pada nilai -0.23 (Rendah), sedangkan untuk wilayah pesisir berada pada nilai -0.15 (Rendah).



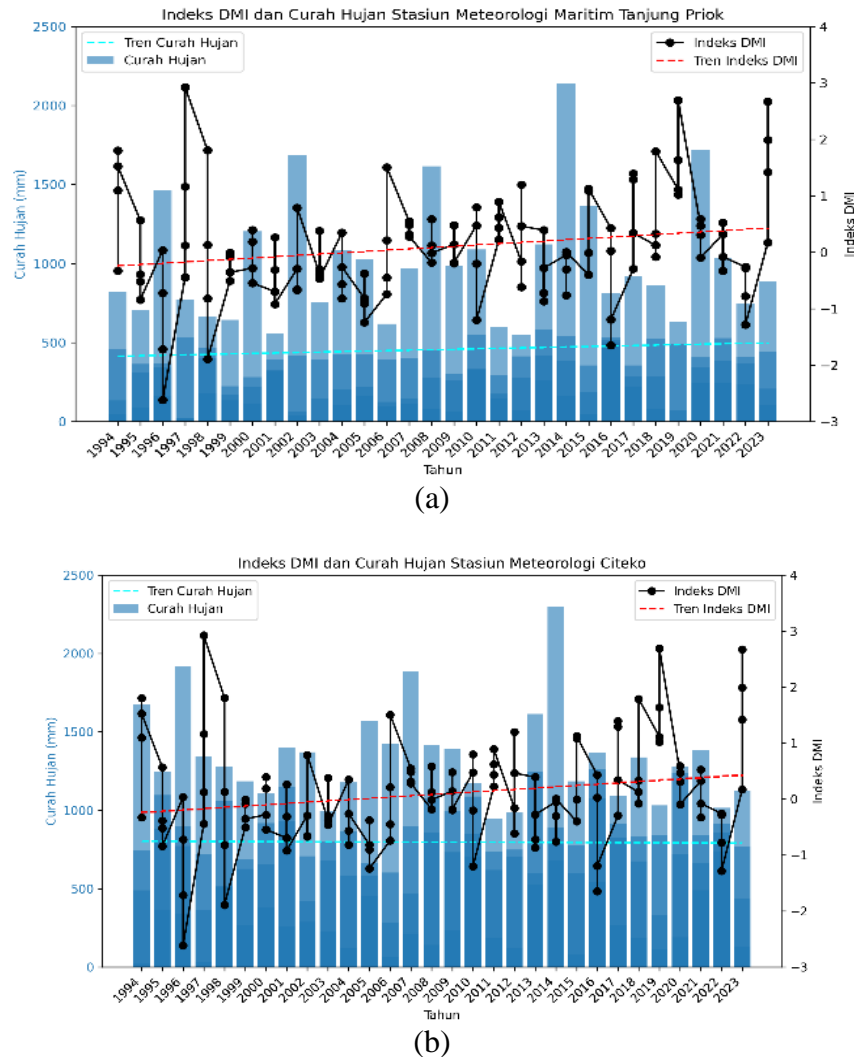
Gambar 7. Temporal Kelembaban Udara Wilayah (a) Pesisir (b) Pegunungan

Kemudian ketika fase IOD positif terjadi, nilai korelasi yang didapatkan untuk wilayah pegunungan sebesar -0.54 dalam kategori “Cukup Kuat”. Selain itu, pada wilayah pesisir nilai korelasi yang didapatkan memiliki kriteria yang sama, yaitu “Cukup Kuat” dengan nilainya -0.59 .

Di sisi lain, nilai korelasi yang didapatkan ketika terjadi fase IOD negatif untuk parameter curah hujan berada pada nilai 0.30 dan 0.36 dengan kriteria “Rendah” untuk wilayah pegunungan dan pesisir secara berturut-turut.

Secara umum, hubungan antara indeks DMI dan curah hujan di wilayah pegunungan dan pesisir menunjukkan korelasi yang umumnya rendah, namun dapat menjadi cukup kuat pada fase-fase tertentu dari IOD. Korelasi antara DMI dan curah hujan cenderung lebih kuat dan

negatif fase IOD positif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Akhsan et al., (2023) bahwa semakin tinggi DMI (IOD positif), curah hujan cenderung menurun secara signifikan di wilayah pegunungan dan pesisir.



Gambar 8. Temporal Kelembaban Udara Wilayah (a) Pesisir (b) Pegunungan

IOD Positif Terhadap Iklim

Pada fase IOD+, suhu permukaan laut di bagian barat Samudera Hindia lebih hangat dibanding bagian timur, sehingga memengaruhi pola sirkulasi atmosfer. Fenomena ini menyebabkan peningkatan suhu udara di wilayah pegunungan

(korelasi 0.54) dan pesisir (0.58), dengan dampak lebih signifikan di pesisir.

Sementara itu, kelembaban udara menunjukkan pola yang berlawanan. Di pegunungan, kelembaban meningkat sangat kuat (korelasi 0.88), sedangkan di pesisir menurun dengan korelasi cukup kuat (-0.48). IOD+ juga mengurangi curah

hujan di kedua wilayah, dengan penurunan yang cukup kuat di pegunungan (-0.54) dan pesisir (-0.59), akibat pergeseran pola angin dan pengurangan kelembaban yang memengaruhi pembentukan awan hujan.

Fase positif Indian Ocean Dipole (IOD+) berdampak signifikan pada suhu udara, kelembaban, dan curah hujan di wilayah pegunungan dan pesisir. IOD+ meningkatkan suhu udara, menurunkan curah hujan, serta memunculkan pola kelembaban yang berlawanan antara pegunungan dan pesisir. Hal ini sejalan dengan penelitian Karrevula et al., (2024), bahwa IOD+ memicu perubahan sirkulasi atmosfer, seperti terbentuknya anomali antisisiklonik dan penurunan konveksi di wilayah timur Samudra Hindia, sehingga mengurangi curah hujan dan kelembaban di wilayah pesisir dan pegunungan tertentu.

IOD Negatif Terhadap Iklim

Sebaliknya, pada fase IOD- suhu permukaan laut di bagian timur Samudra Hindia lebih hangat dibanding bagian barat, sehingga meningkatkan pengangkutan kelembaban ke wilayah Indonesia. Namun, pengaruh IOD- terhadap suhu udara relatif kecil, dengan korelasi rendah di pegunungan (0.21) dan sangat rendah di pesisir (0.035).

Kelembaban udara meningkat secara signifikan selama IOD-, terutama di pegunungan dengan korelasi kuat (0.74), sedangkan di pesisir meningkat dengan korelasi cukup kuat (0.42). Pengaruh terhadap curah hujan selama IOD- bersifat moderat, dengan peningkatan kecil di pegunungan (korelasi 0.30) dan pesisir (0.36). Secara keseluruhan, IOD+ memiliki dampak yang lebih kuat dalam mengurangi curah hujan dan kelembaban di wilayah pesisir, sedangkan IOD- cenderung meningkatkan kelembaban di kedua wilayah dengan pengaruh lebih besar di pegunungan.

Secara umum, IOD negatif (IOD-) cenderung meningkatkan kelembaban udara dan curah hujan, terutama di wilayah pegunungan, namun pengaruhnya terhadap suhu udara relatif kecil. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan fenomena IOD dapat mengubah distribusi hujan secara regional, tergantung fase positif atau negatifnya (Rahayu, Sasmito and Bashit, 2018b; Pandia, Sasmito and Sukmono, 2019).

KESIMPULAN

Profil parameter iklim yang diteliti pada penelitian ini menunjukkan pengaruh fenomena ENSO (El Nino-Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole) terhadap variabilitas iklim di wilayah pesisir (Tanjung Priok) dan pegunungan (Puncak, Jawa Barat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua fenomena ini memiliki dampak signifikan terhadap curah hujan, suhu, dan kelembaban di kedua wilayah tersebut.

El Nino dan La Nina sebagai dua fase dari ENSO menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap iklim di dua wilayah penelitian. El Nino cenderung meningkatkan suhu dan mengurangi curah hujan, terutama di wilayah pesisir dengan korelasi yang cukup kuat hingga sangat kuat. Sementara itu, La Nina memiliki dampak yang lebih bervariasi namun cenderung meningkatkan curah hujan di wilayah pegunungan.

IOD yang memiliki fase positif dan negatif juga menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap iklim di wilayah penelitian. Indeks DMI sebagai indikator IOD menunjukkan nilai korelasi rendah hingga cukup terhadap parameter iklim. Hal ini ditandai dengan adanya hubungan lebih kuat fase IOD positif terhadap parameter kelembaban udara dan curah hujan. Hal ini berarti IOD positif cenderung memperkuat kelembaban dan curah hujan, terutama di wilayah

pegunungan, sedangkan IOD negatif memiliki pengaruh yang lebih lemah.

Perbedaan topografi antara wilayah pesisir dan pegunungan menyebabkan respons iklim yang berbeda terhadap fenomena ENSO dan IOD. Wilayah pegunungan cenderung lebih lembab dengan curah hujan yang lebih tinggi, sedangkan wilayah pesisir lebih rentan terhadap kekeringan saat El Nino.

Penelitian ini hanya menggunakan satu titik sampel untuk mewakili kondisi pesisir dan pegunungan sehingga memerlukan tambahan titik sampel agar hasil yang didapatkan lebih komprehensif dan mewakili keadaan sebenarnya. Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya dipertimbangkan untuk menambah titik sampel lainnya serta menambahkan variabel lain selain ENSO dan IOD.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D., Nindya Utami, S. N., & Hernandi Virgianto, R. (2021). Analisis Hubungan Kekeringan Meteorologis dengan Kekeringan Agrikultural di Pulau Lombok menggunakan Korelasi Pearson. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 9(1), 133. <https://doi.org/10.31941/delta.v9i1.1275>
- Akhsan, H., Irfan, M., Supari, Iskandar, I. (2023) 'Dynamics of Extreme Rainfall and Its Impact on Forest and Land Fires in the Eastern Coast of Sumatra', *Science and Technology Indonesia*, 8(3), pp. 403–413. Available at: <https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.3.403-413>.
- Alfiandy, S., Hutauruk, R.C.H. And Permana, D.S. (2020) 'Peran Dinamika Laut Dan Topografi Terhadap Pola Hujan Tipe Lokal Di Wilayah Kota Palu', *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 9(2), Pp. 173–183. Available At: <https://doi.org/10.13170/Depik.9.2.16106>.
- Alizkan, U. (2017). Analisis Korelasi Kelembaban Udara terhadap Epidemi Demam Berdarah yang Terjadi di Kabupaten dan Kota Serang. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika GRAVITY*, 3(1), 23–29. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity>
- Ariska, M., Akhsan, H., Muslim, M., Sudirman, S., & Kistiono, K. (2022). Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan dan Korelasinya dengan Consecutive Dry Days (CDD) Provinsi Sumatera Selatan dari Tahun 1981-2020. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya*, 6(2), 31–41.
- Arno, G., Hadi, P., Suprayogi, S., & Heru Murti, S. (2020). Impact of rainfall intensity, monsoon and MJO to rainfall merging in the Indonesian maritime continent. *Journal of Earth System Science*, 129, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s12040-020-01427-8>
- Badan Meteorologi, K. dan G. (2023, February). *Mengenai bencana hidrometeorologi dalam era digital*. KMS BMKG.
- Bramawanto, R., & Rizal, F. A. (2017). Tinjauan Aspek Klimatologi (ENSO dan IOD) terhadap Produksi Garam Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(2), 99. www.ggweather.com;
- Cahyaningprastiwi, S.R., Karyati And Sarminah, S. (2021) 'Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Posisi Topografi Dan Kedalaman Tanah Berbeda Di Taman Sejati Kota Samarinda', *Jurnal Agrifor*, 20(2), Pp. 189–198. Available At: <https://doi.org/10.31293/Agrifor.V20i2.5231>.
- Purwanti, S. D., Weyai, S. L., Haryanto, Y. D., & Mulya, A. (2023). Analisis Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Lebat di Sintang Menggunakan Satelit Cuaca dan Model ECMWF (Kasus: 30

- September 2021). *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 8(1), 63–74.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21067/jpig.v8i1.8141>
- Estiningtyas, W., Susanti, E., Syahbuddin, H., & Sulaiman, A. A. (2018). Penentuan Wilayah Kunci Keragaman Iklim Indonesia Menggunakan Indikator Global untuk Mendukung Adaptasi Perubahan Iklim. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 42(1), 59–68.
- Fatawa, M. I., Santosa, E., Hapsari, D. P., & Krisantini. (2023). Climate change and its adaptation strategies on tea plantation in West Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Agronomy*, 51(2), 257–268.
<https://doi.org/10.24831/ija.v51i2.47081>
- Fowler, H., Ali, H., Allan, R., Ban, N., Barbero, R., Berg, P., Blenkinsop, S., Senol Cabi, N., Chan, S., Dale, M., Dunn, R., Ekström, M., Evans, J., Fosser, G., Golding, B., Guerreiro, S., Hegerl, G., Kahraman, A., Kendon, E., & Whitford, A. (2021). Towards advancing scientific knowledge of climate change impacts on short-duration rainfall extremes. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 379(2195), 20190542.
<https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0542>
- Ginting, F., Buulolo, E., & Siagian, E. R. (2019). Implementasi Algoritma Regresi Linear Sederhana dalam Memprediksi Besaran Pendapatan Daerah (Studi Kasus: Dinas Pendapatan Kab. Deli Serdang). *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 3(1).
<https://doi.org/10.30865/komik.v3i1.1602>
- Hermawan, Prianto, E., & Setyowati, E. (2018). Analisa Perbandingan Suhu Permukaan Dinding Rumah Vernakular Pantai dan Gunung. *Arcade*, 2(3), 149–154.
- Hidayah, E., Indarto, Lee, W.-K., Halik, G., & Pradhan, B. (2022). Assessing Coastal Flood Susceptibility in East Java, Indonesia: Comparison of Statistical Bivariate and Machine Learning Techniques. *Water*, 14(23).
<https://doi.org/10.3390/w14233869>
- Hidayat, R., & Wardah, F. (2020). Identification of the changing air temperature and rainfall in Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(4), 616–626.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.10.4.616-626>
- Hsiao, S.-C., Chiang, W.-S., Jang, J.-H., Wu, H.-L., Lu, W.-S., Chen, W.-B., & Wu, Y.-T. (2021). Flood risk influenced by the compound effect of storm surge and rainfall under climate change for low-lying coastal areas. *Science of The Total Environment*, 764, 144439.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144439>
- Iskandar, I., Lestari, D. O., Saputra, A. D., Setiawan, R. Y., Wirasatriya, A., Susanto, R. D., Mardiansyah, W., Irfan, M., Rozirwan, Setiawan, J. D., & Kunarso. (2022). Extreme Positive Indian Ocean Dipole in 2019 and Its Impact on Indonesia. *Sustainability*, 14(22).
<https://doi.org/10.3390/su142215155>
- Istiawan, N.D., Kastono, D. (2019) ‘Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Hasil Dan Kualitas Minyak Cengkih (*Syzygium Aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) Di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo’, *Vegetalika*, 8(1), Pp. 24–71. Available At: <https://doi.org/10.22146/Veg.35744>
- Karrevula, N.R. *et al.* (2024) ‘Indian ocean warming, extreme positive Indian Ocean Dipole events, and their impact on monthly Indian Monsoon rainfall from June to November in NMME models’, *Atmospheric Research*, 309,

- p. 107572. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107572>.
- Ke, Q., & Zhang, K. (2022). Interaction effects of rainfall and soil factors on runoff, erosion, and their predictions in different geographic regions. *Journal of Hydrology*, 605, 127291. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127291>
- Kurniadi, A., Weller, E., Min, S.-K., & Seong, M.-G. (2021). Independent ENSO and IOD impacts on rainfall extremes over Indonesia. *International Journal of Climatology*, 41(6), 3630–3656.
- Liu, L. Et Al. (2022) ‘The Effect Of Sea Surface Temperature On Relative Humidity And Atmospheric Visibility Of A Winter Sea Fog Event Over The Yellow-Bohai Sea’, *Atmosphere*.
- Manik, T. K., Rosadi, B., & Nurhayati, E. (2014). Mengukur Dampak Perubahan Iklim terhadap Distribusi Curah Hujan Lokal di Provinsi Lampung. *Forum Geografi*, 28(1), 73–86.
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Young, A., Barreto, N. J. C., & Ramos, A. M. (2020). Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), 5–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nyas.14307>
- Matdoan, M. Y., Astiswijaya, N., Nanlohy, Y. W. A., Puspitasari, D., Purwanti, E. W., Lembang, F. K., Sari, N. H. M., Maknunah, L. U., Sudirman, A., Susila, M. R., Arnita, Fatayah, Puka, A. O. B., & Prasetya, W. (2020). *Pengantar Statistika Terapan* (1st ed.). Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.
- Miftahuddin (2016) ‘Analisis Unsur-Unsur Cuaca Dan Iklim Melalui Uji Mann-Kendall Multivariat’, *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 13(1), Pp. 26–38. Available At: <https://doi.org/10.20956/Jmsk.V13i1.3476>.
- Nur’utami, M.N. and Hidayat, R. (2016) ‘Influences of IOD and ENSO to Indonesian Rainfall Variability: Role of Atmosphere-ocean Interaction in the Indo-pacific Sector’, *Procedia Environmental Sciences*, 33, pp. 196–203. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.070>.
- Napitupulu, F., Monicasari, S. And Sundar, S.D. (2023) ‘Pengaruh Propagasi Madden Julian Oscillation (MJO) Di Benua Maritim Indonesia (BMI) Terhadap Siklus Diurnal Dinamika Atmosfer Dan Curah Hujan Di Provinsi Papua Tahun 2018’, *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, 4(1), Pp. 10–21.
- Pakpahan, S. L. H., Kurniati, R., Mulya, A., Meteorologi, P., & Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, S. (2021). *Analisis Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Dan Tanah Longsor (Studi Kasus: Ciganjur, Jakarta Selatan)*.
- Purwaningsih, A., Harjana, T., Hermawan, E., & Andarini, D. (2020). Kondisi Curah Hujan Dan Curah Hujan Ekstrem Saat Mjo Kuat Dan Lemah: Distribusi Spasial Dan Musiman Di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 21, 85–94. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v21i2.4153>
- Pandia, F.S., Bandi Sasmito And Abdi Sukmono (2019) ‘Analisis Pengaruh Angin Monsun Terhadap Perubahan Curah Hujan Dengan Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Provinsi Jawa Tengah)’, *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), Pp. 278–287. Available At: <https://doi.org/10.14710/Jgundip.2019.22581>.
- Rahayu, N.D., Sasmito, B. And Bashit, N. (2018a) ‘Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan Di Pulau Jawa’, *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), Pp. 57–67.

- Available At:
<https://doi.org/10.14710/Jgundip.2017.19299>.
- Qian, J.-H., Robertson, A. W., & Moron, V. (2010). Interactions among ENSO, the Monsoon, and Diurnal Cycle in Rainfall Variability over Java, Indonesia. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 67(11), 3509–3524. <https://doi.org/10.1175/2010JAS3348.1>
- Qian, J.-H., Robertson, A. W., & Moron, V. (2013). Diurnal Cycle in Different Weather Regimes and Rainfall Variability over Borneo Associated with ENSO. *Journal of Climate*, 26(5), 1772–1790. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00178.1>
- Rong, G., Li, K., Han, L., Alu, S., Zhang, J., & Zhang, Y. (2020). Hazard mapping of the rainfall-landslides disaster chain based on geodetector and bayesian network models in Shuicheng County, China. *Water (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/W12092572>
- Ruswanti, D. (2020). Pengukuran Performa Support Vector Machine dan Neutral Netwok dalam Meramalkan Tingkat Curah Hujan. *Gaung Informatika*, 13(1), 66–75.
- Sudewi, R. S. S., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2015). Identifikasi Ambang Batas Curah Hujan Saat Kejadian Banjir di Jabodetabek: Studi Kasus Banjir Jakarta Tanggal 09 Februari 2015. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 16(3), 209–215.
- Singh, R. N., Sah, S., Das, B., Vishnoi, L., & Pathak, H. (2021). Spatio-temporal trends and variability of rainfall in Maharashtra, India: Analysis of 118 years. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(3), 883–900. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03452-5>
- Suwarman, R., Riawan, E., Simanjuntak, Y. S. M., & Irawan, D. E. (2022). Kajian Perubahan Iklim di Pesisir Jakarta Berdasarkan Data Curah Hujan dan Temperatur. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 99–110. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.42749>
- Triwibowo, E., & Jumiatusun. (2019). Pengaruh Biaya Produksi, Biaya Promosi, dan Biaya Distribusi terhadap Volume Penjualan. *Jurnal Akuntansi Bisnis Pelita Bangsa*, 4(1), 1–11.
- Wirjohamidjojo, S., & Swarinoto, Y. S. (2013). *Meteorologi Sinoptik: Analisis dan Penaksiran Hasil Analisis Cuaca Sinoptik* (A. Juswanto E. & R. Satyaningsih, Eds.; 1st ed.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Zulfikar, M. F., Virgianto, R. H., Guswanto, & Kartika, Q. A. (2022). Pengaruh Urban Heat Island terhadap Kenyamanan di Jakarta dan Sekitarnya Tahun 1993-2018. *The Climate of Tropical Indonesia Maritime Continent Journal*, 1(1), 34–58. <https://stmkg.balai2bmkg.id/index.php/ctimc/article/view/12/10>