

Respons Curah Hujan Harian terhadap Fase *La Niña* dan IOD Negatif di Sumatera Bagian Selatan

Chesy Aisyah Stefane¹, dan Sudirman^{2*}

^{1,2*}. Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya

* E-mail: sudirman@fkip.unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pola distribusi dan kecenderungan tren curah hujan di Sumatera bagian selatan selama fase *La Niña* dan Indian Ocean Dipole (IOD) Negatif berdasarkan data observasi periode 1995–2024. Analisis dilakukan pada lima stasiun pengamatan menggunakan metode *Probability Density Function* (PDF) untuk mengidentifikasi distribusi intensitas hujan harian serta regresi linear sederhana untuk mengevaluasi tren curah hujan musiman (SON) dan tahunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa hujan berintensitas rendah hingga sedang (0–20 mm/hari) memiliki probabilitas tertinggi di seluruh stasiun, sedangkan kejadian hujan lebat hingga ekstrem relatif jarang. Analisis tren menunjukkan bahwa sebagian besar stasiun tidak memiliki hubungan linear yang signifikan antara waktu dan curah hujan, sehingga variabilitas lebih didominasi fluktuasi antar-tahun. Namun, Stasiun Geofisika Tanjung Pandan menunjukkan respons yang relatif lebih kuat. Secara keseluruhan, pengaruh *La Niña* dan IOD Negatif bersifat tidak homogen secara spasial dan dipengaruhi faktor regional dan lokal.

Kata kunci: Curah hujan harian, *La Niña*, IOD negatif, distribusi probabilitas, tren iklim.

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada kawasan strategis antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia serta diapit oleh Benua Asia dan Australia, dengan wilayah yang membentang di sepanjang garis khatulistiwa (Ramadhan et al., 2024). Secara astronomis, Indonesia berada pada posisi 6° LU–11° LS dan 95° BT–141° BT, menjadikannya beriklim tropis dengan dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau, yang bergantian sepanjang tahun akibat pengaruh sirkulasi angin muson Asia dan Australia (Akhsan et al., 2023). Pada periode muson barat, massa udara lembap yang berasal dari Benua Asia meningkatkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia, sedangkan pada periode muson timur, udara kering dari Benua Australia mendominasi sehingga menyebabkan penurunan curah hujan (Rahayu et al., 2018).

Selain pengaruh muson, variabilitas iklim global seperti El Niño–Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) juga berperan besar dalam mengatur fluktuasi curah hujan di wilayah tropis melalui perubahan suhu permukaan laut (SPL) (Putra et al., 2020). ENSO terdiri atas tiga fase utama, yaitu El Niño, *La Niña*, dan Netral, yang masing-masing merepresentasikan kondisi anomali hangat, dingin, dan normal di perairan Pasifik bagian tengah hingga timur (Ariska et al., 2022). Sementara itu, IOD ditandai oleh perbedaan anomali SPL antara bagian barat dan timur Samudra Hindia (Millenia et al., 2023). Fase positif IOD menunjukkan pemanasan di bagian barat dan pendinginan di bagian timur, sedangkan fase negatif menunjukkan kondisi sebaliknya (Abram et al., 2020). Kombinasi antara *El Niño* dengan IOD positif maupun *La Niña* dengan IOD negatif diketahui dapat memperkuat dampak terhadap distribusi curah hujan di Indonesia melalui perubahan pola SPL, arus laut, serta sistem atmosfer di sekitarnya (Renitasari et al., 2023).

Pulau Sumatra bagian selatan merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang paling sensitif terhadap pengaruh fenomena iklim global ENSO dan IOD tersebut (Mardiansyah et al., 2018). Wilayah ini mencakup Provinsi Bengkulu, Sumatera Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, Jambi, dan Lampung, dengan karakteristik curah hujan yang sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh interaksi antara sistem lokal dan global. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa dinamika ENSO dan IOD memiliki pengaruh langsung terhadap variabilitas curah hujan di kawasan ini. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada tiga provinsi utama Bengkulu, Sumatera Selatan, serta Kepulauan Bangka Belitung yang menunjukkan respon curah hujan signifikan terhadap fase *La Niña* dan IOD negatif.

Secara klimatologis, ketiga provinsi tersebut memiliki karakteristik hujan yang berbeda.

Provinsi Bengkulu beriklim ekuatorial dengan dua puncak musim hujan tahunan (Nova et al., 2019), sedangkan Provinsi Sumatera Selatan cenderung beriklim monsunal dengan perbedaan yang jelas antara musim hujan dan kemarau (Herlinda et al., 2018). Adapun Kepulauan Bangka Belitung menunjukkan pola campuran, di mana Pulau Bangka beriklim monsunal dan Pulau Belitung beriklim ekuatorial. Variasi pola ini dipengaruhi oleh posisi geografis, arah angin dominan, serta kedekatan wilayah terhadap laut dan pegunungan (Sari et al., 2023).

Dalam konteks pengaruh iklim global, fenomena *La Niña* dan IOD negatif berperan penting dalam meningkatkan curah hujan di wilayah Sumatra bagian selatan. Penelitian Ivanda Paski (2022) mengungkap bahwa kombinasi kedua fenomena tersebut memperkuat kelembapan udara dan pembentukan awan konvektif, sehingga memicu curah hujan ekstrem yang menyebabkan banjir besar di Bengkulu pada Agustus 2022. Di Sumatera Selatan, fase *La Niña* lemah juga terbukti meningkatkan aktivitas konvektif dan pasokan uap air, menghasilkan curah hujan tinggi hingga 70,3 mm/hari di Kota Palembang Setiawan (2022). Sementara itu, di Pulau Belitung, curah hujan tinggi akibat *La Niña* dan IOD negatif diperparah oleh perubahan tutupan lahan yang meningkatkan limpasan permukaan dan risiko banjir di wilayah DAS Cerucuk (Narulita & Marganingrum, 2017). Dengan demikian, hubungan antara dinamika *La Niña* dan IOD negatif dengan variabilitas curah hujan di wilayah Sumatra bagian selatan menunjukkan bahwa kedua fenomena tersebut tidak hanya memengaruhi intensitas hujan, tetapi juga berdampak nyata terhadap peningkatan risiko bencana hidrometeorologi di tingkat regional.

Penelitian ini menganalisis pola dan tren curah hujan harian di Sumatera bagian selatan selama fase *La Niña* dan IOD negatif periode 1995–2024 menggunakan data observasi BMKG dan pendekatan *Probability Density Function* (PDF) dan Regresi Linear Sederhana. Berbeda dengan studi Beis et al. (2022) yang mengkaji distribusi dan tren curah hujan secara umum di wilayah Kupang, penelitian ini menekankan respons perubahan distribusi hujan harian termasuk hujan ekstrem terhadap kombinasi dua pengendali iklim utama secara simultan. Pendekatan ini memberikan kebaruan dalam mengungkap pengaruh dinamika iklim regional terhadap variasi intensitas hujan, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya.

METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini berlokasi di wilayah Sumatera bagian selatan, mencakup Provinsi Sumatera Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, dan Bengkulu. Data yang digunakan berupa data curah hujan dari lima stasiun BMKG yang diunduh melalui laman <https://dataonline.bmkg.go.id/>, yaitu Stasiun Meteorologi Fatmawati, Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II, Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan, Stasiun Meteorologi Depati Amir, dan Stasiun Geofisika Tanjung Pandan. Rentang waktu data yang dianalisis mencakup periode 30 tahun, mulai 1 Januari 1995 hingga 31 Desember 2024.

Tabel 1. Stasiun BMKG Data Curah Hujan Harian di Sumatera bagian Selatan

No Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur	Elevasi	Priode Data
96253	Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno	-3.85820	102.33670	24	1995-2024
96221	Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II	-2.89468	104.70129	10	1995-2024
96223	Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan	-2.92732	104.77197	11	1995-2024
96237	Stasiun Meteorologi Depati Amir	-2.17000	106.13000	0	1995-2024
96247	Stasiun Geofisika Tanjung Pandan	-2.75750	107.65000	22	1995-2024

Penelitian ini diawali dengan uji kualitas data curah hujan harian melalui pemeriksaan kelengkapan data dan deteksi pencilan menggunakan diagram kotak (*boxplot*). Data selanjutnya disaring berdasarkan indeks iklim NOAA, yaitu indeks Niño 3.4 ($\leq -0,5$ °C) untuk fase *La Niña* dan *Dipole Mode Index* (DMI $\leq -0,4$ °C) untuk fase IOD negatif, sehingga hanya data pada periode tersebut yang dianalisis. Data terpilih dikelompokkan ke dalam kelas intensitas hujan kecil (0–1 mm, 1–2 mm, 2–3 mm, dan seterusnya) untuk menghitung probabilitas kejadian hujan menggunakan pendekatan *Probability Density Function* (PDF) (Latif et al., 2024), yang selanjutnya diperhalus dengan *smoothing* rata-rata bergerak tiga kelas berturut-turut. Tren perubahan curah hujan dianalisis menggunakan regresi linear sederhana dengan tahun sebagai variabel bebas (X) dan curah hujan periode SON (September-Oktober-November) sebagai variabel terikat (Y) (Novia et al., 2018), di mana intersep (a) merepresentasikan nilai awal dan koefisien kemiringan (b) menunjukkan arah serta besarnya tren (Syarifuddin & Dharmansyah, 2023). Analisis regresi dilakukan secara terpisah untuk fase *La Niña* dan IOD negatif, dengan signifikansi tren dievaluasi berdasarkan kriteria $R^2 > 0,5$ dan $p\text{-value} < 0,05$ (Hanifa & Wiratmo, 2024).

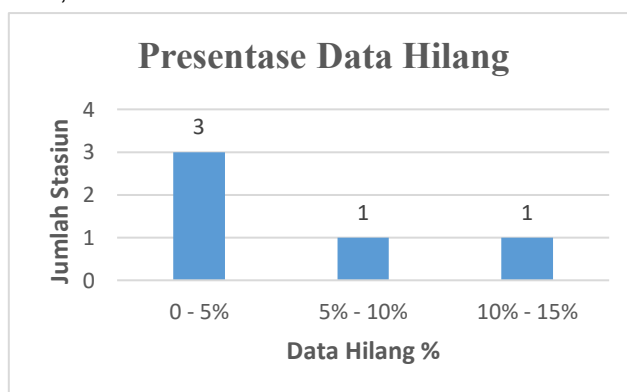
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

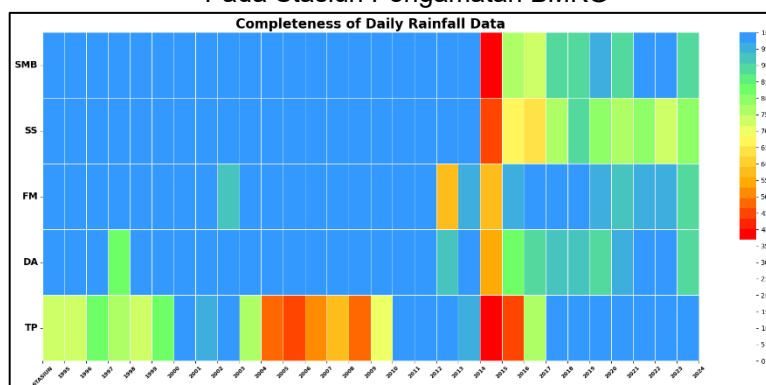
Hasil penelitian ini disajikan dalam beberapa tahapan analisis, yaitu: (1) uji kualitas data, (2) analisis sebaran intensitas curah hujan menggunakan metode *Probability Density Function* (PDF), dan (3) analisis kecenderungan tren menggunakan regresi linear sederhana pada setiap fase *La Niña* dan IOD negatif di masing-masing provinsi wilayah Sumatera bagian selatan.

1. Kualitas Data Curah Hujan

Hasil uji kelengkapan data ditampilkan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil tersebut, Stasiun Geofisika Tanjung Pandan memiliki persentase data hilang tertinggi, yaitu lebih dari 10%, Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan menunjukkan persentase kekosongan data di atas 5%. Sementara 3 stasiun lagi yaitu SM Fatmawati, SM Sultan Mahmud Badaruddin II dan SM Depati Amir Tingkat kekosongan datanya rendah, dibawah 5%.



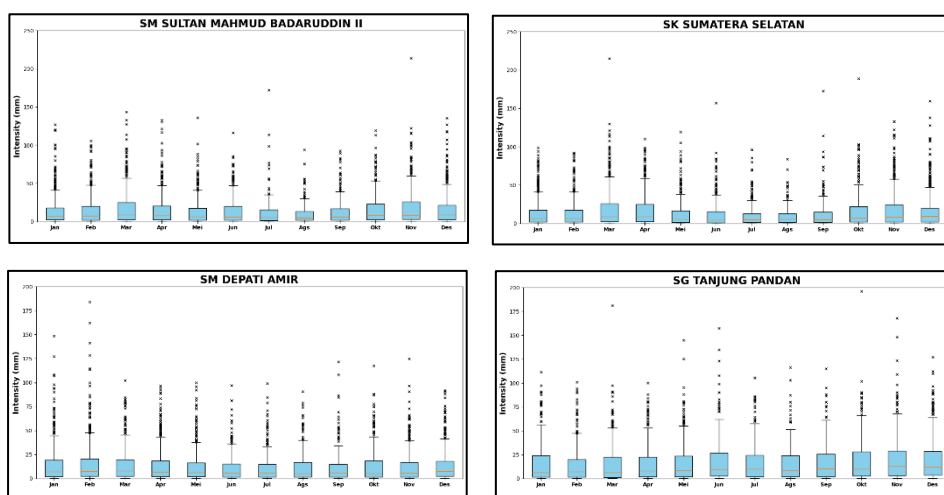
Gambar 1. Presentase Data Curah Hujan Harian yang Hilang Pada Stasiun Pengamatan BMKG



Gambar 2. Presentase Kelengkapan Data Curah Hujan Harian Pada Stasiun Pengamatan

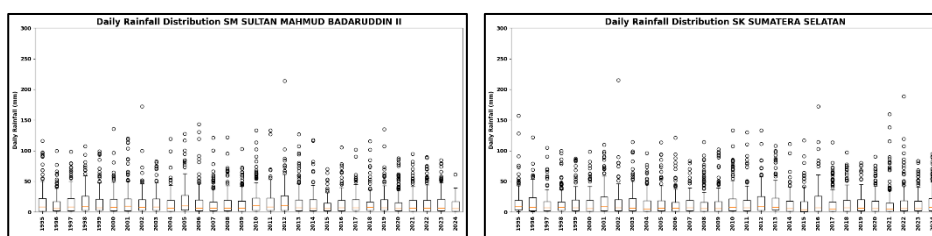
Berdasarkan gambar 2 visualisasi tingkat kelengkapan data curah hujan menunjukkan bahwa sebagian besar stasiun memiliki rekam data yang relatif utuh pada periode awal, tercermin dari dominasi warna biru dengan kelengkapan mendekati 100%. Setelah 2013, beberapa stasiun mulai mengalami fluktuasi yang lebih jelas. Stasiun SMB mempertahankan kelengkapan tinggi hingga 2013, kemudian mengalami penurunan tajam pada 2014 sebelum pulih pada tahun-tahun berikutnya. Pola serupa tampak di stasiun SS, yang menunjukkan penurunan sedang pada 2014–2017. Stasiun FM memperlihatkan degradasi kelengkapan yang lebih kuat, dengan sejumlah tahun berada pada kisaran 30–60%. Stasiun DA juga mengalami variasi signifikan, terutama pada 2013–2016, sebelum berangsur meningkat kembali. Sementara itu, stasiun TP menunjukkan kelengkapan rendah pada awal periode dan penurunan lebih lanjut hingga 2014 sebelum kembali membaik. Secara keseluruhan, meskipun beberapa stasiun menghadapi kekosongan data pada periode pertengahan, mayoritas deret waktu tetap berada pada kategori layak untuk analisis klimatologis, dengan kebutuhan verifikasi tambahan pada tahun-tahun yang menunjukkan kelengkapan rendah.

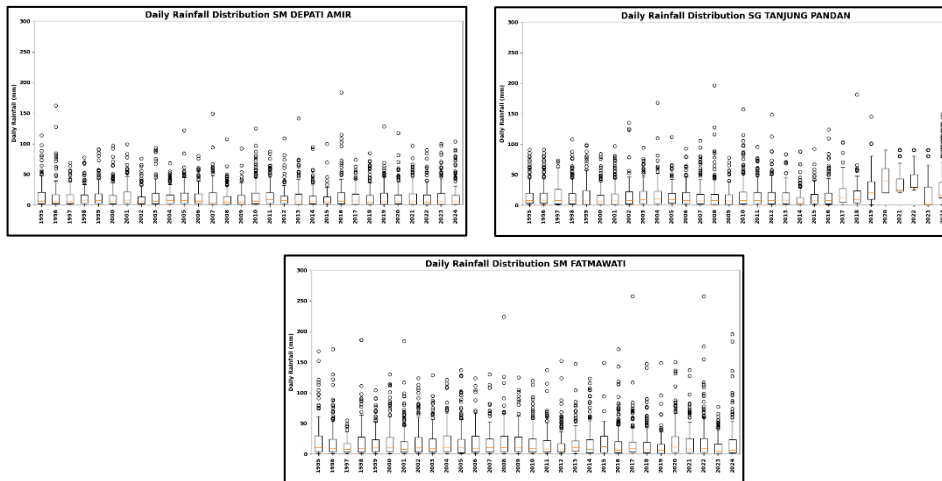
Selanjutnya, uji penyebaran nilai dilakukan melalui diagram boxplot Gambar 3. Hasil menunjukkan bahwa terdapat nilai pencilan (outlier) pada beberapa stasiun, terutama pada intensitas hujan mencapai >200 mm/hari. Stasiun yang menunjukkan outlier tertinggi adalah Stasiun Fatmawati, Sultan Mahmud Badaruddin II, dan Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan. Sementara itu, Stasiun Depati Amir dan Stasiun Geofisika Tanjung Pandan tidak menunjukkan intensitas hujan ekstrem di atas 200 mm/hari.



Gambar 3. *Boxplot* Curah Hujan Dalam Bulan

Terakhir visualisasi gambar 4 boxplot dalam tahun menunjukkan bahwa curah hujan harian di seluruh stasiun umumnya berada pada intensitas rendah hingga sedang, dengan hanya sedikit pencilan yang menandai kejadian hujan ekstrem. Stasiun Sultan Mahmud Badaruddin II, Sumatera Selatan, dan Fatmawati sesekali mencatat hujan di atas 150–250 mm/hari, sementara Depati Amir memiliki pencilan paling sedikit, mencerminkan karakter hujan yang lebih moderat. Stasiun Tanjung Pandan juga menunjukkan pola stabil dengan beberapa nilai ekstrem yang bersifat insidental. Secara keseluruhan, hujan ekstrem di Sumatera bagian selatan muncul tidak teratur dan frekuensinya rendah.



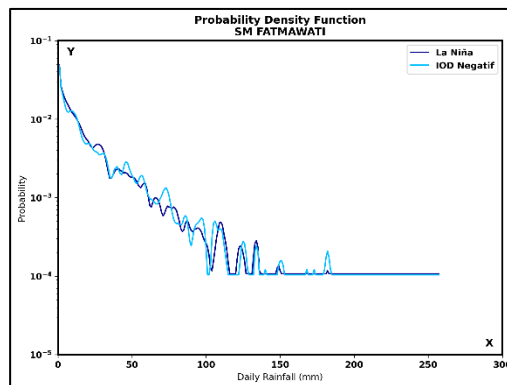


Gambar 4. *Boxplot* Curah Hujan Dalam Tahun

2. Pola Sebaran Intensitas Curah Hujan (PDF)

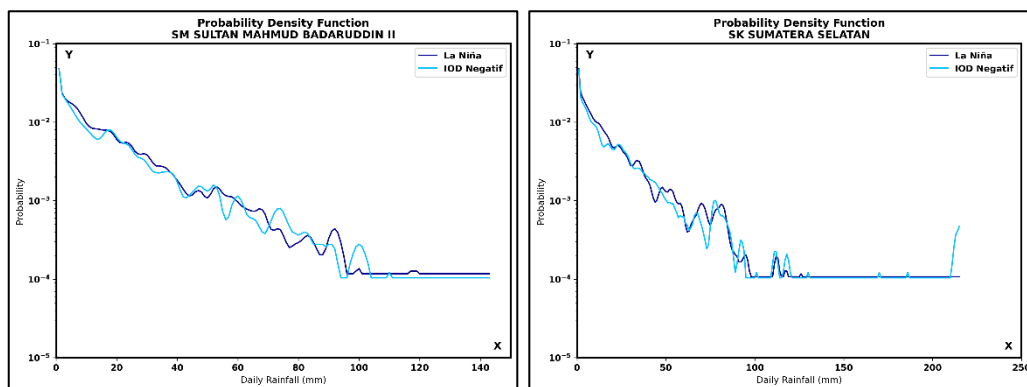
Analisis *Probability Density Function* (PDF) curah hujan harian di seluruh stasiun pengamatan menunjukkan pola yang konsisten, di mana probabilitas tertinggi pada fase *La Niña* dan IOD Negatif terkonsentrasi pada intensitas hujan ringan (0–20 mm/hari). Kedekatan kurva pada rentang ini mengindikasikan bahwa dinamika hujan ringan relatif serupa pada kedua fase iklim. Seiring meningkatnya intensitas hujan, probabilitas menurun secara bertahap hingga orde 10^{-3} pada hujan sedang (20–60 mm/hari) dan mencapai sekitar 10^{-4} pada hujan lebat hingga ekstrem (>80–120 mm/hari), tanpa pembentukan puncak tambahan pada ekor distribusi. Fluktuasi kecil pada fase IOD Negatif, khususnya pada intensitas menengah, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap pola umum distribusi. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan dominasi hujan ringan dan rendahnya peluang kejadian hujan ekstrem, serta menunjukkan bahwa pengaruh *La Niña* dan IOD Negatif terhadap karakteristik probabilitas curah hujan harian di wilayah kajian relatif serupa.

a. Provinsi Bengkulu



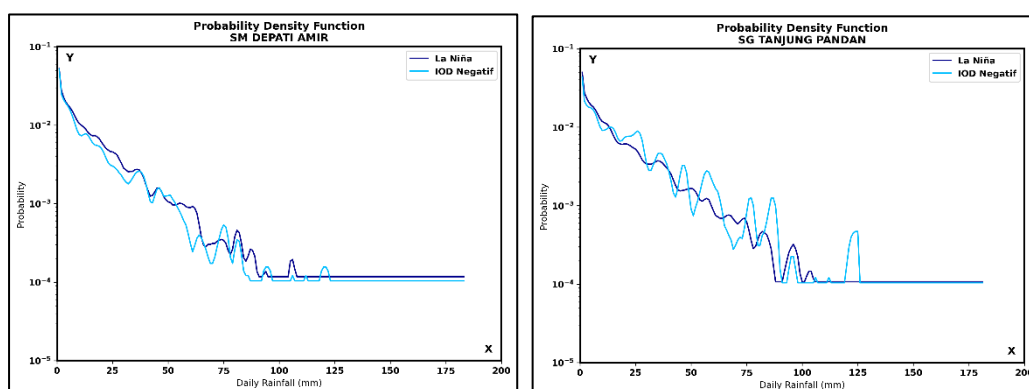
Gambar 5. Grafik PDF Curah Hujan Harian Stasiun SM Fatmawati

b. Provinsi Sumatera Selatan



Gambar 6. Grafik PDF Curah Hujan Harian Stasiun SM Sultan Mahmudbadaruddin II dan SK Sumatera Selatan

c. Kepulauan Bangka Belitung

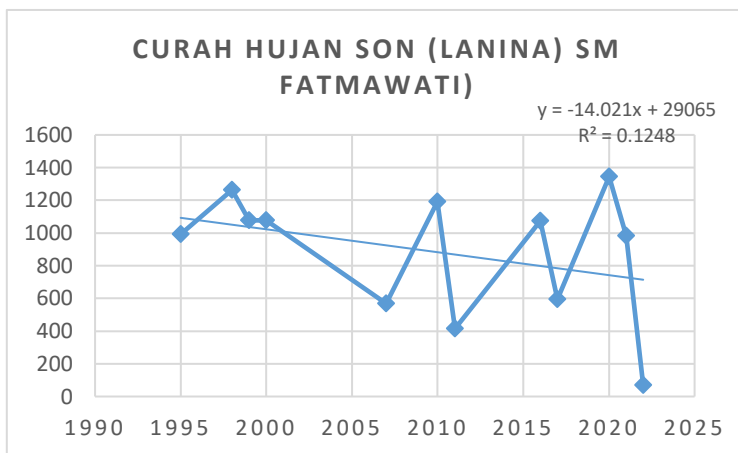


Gambar 8. Grafik PDF Curah Hujan Harian Stasiun SM Depati Amir Dan SG Tanjung Pandan

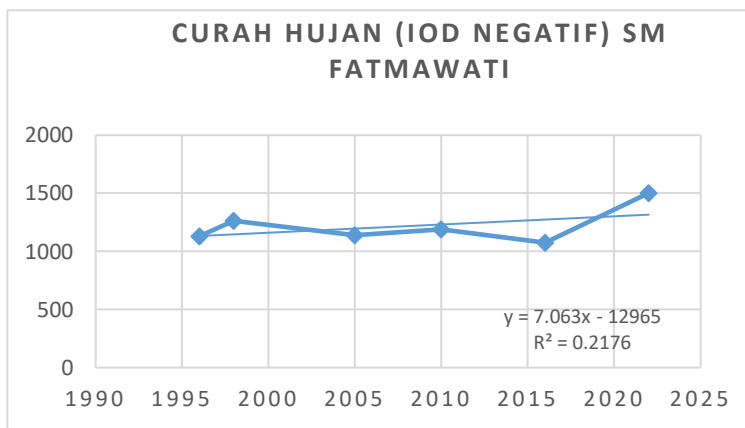
3. Tren Curah Hujan (Regresi Linear Sederhana)

Hasil analisis regresi linear antara tahun pengamatan dan curah hujan periode SON maupun tahunan pada fase *La Niña* dan IOD Negatif di seluruh stasiun menunjukkan tidak adanya tren temporal yang signifikan secara statistik. Meskipun beberapa stasiun memperlihatkan kecenderungan peningkatan atau penurunan curah hujan yang ditunjukkan oleh nilai slope positif maupun negatif, koefisien determinasi umumnya rendah hingga sedang ($R^2 < 0,5$) dan seluruh nilai p-value berada di atas tingkat signifikansi ($>0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa variabel waktu hanya menjelaskan sebagian kecil variasi curah hujan, sementara dinamika utama lebih didominasi oleh variabilitas interannual yang berkaitan dengan intensitas dan karakteristik kejadian *La Niña* dan IOD Negatif, dinamika monsun regional, serta proses konvektif dan faktor lokal. Dengan demikian, pola fluktuasi curah hujan di wilayah kajian lebih merefleksikan variabilitas alami sistem atmosfer–laut regional daripada pembentukan tren jangka panjang yang konsisten dan bermakna secara klimatologis.

a. Provinsi Bengkulu

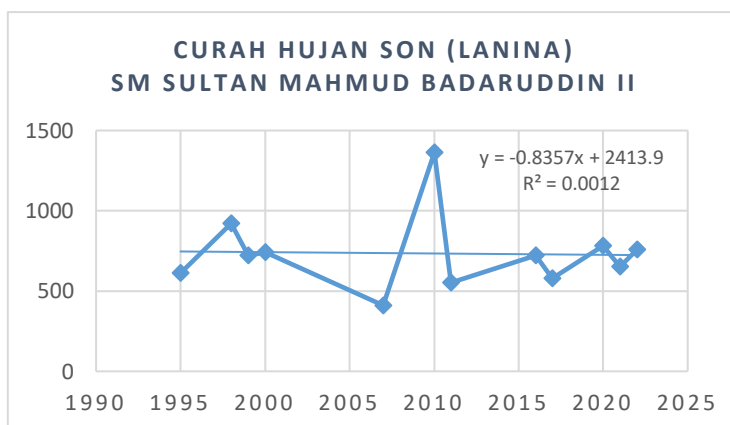


Gambar 10. Grafik Regresi Linear *La Niña* SM Fatmawati

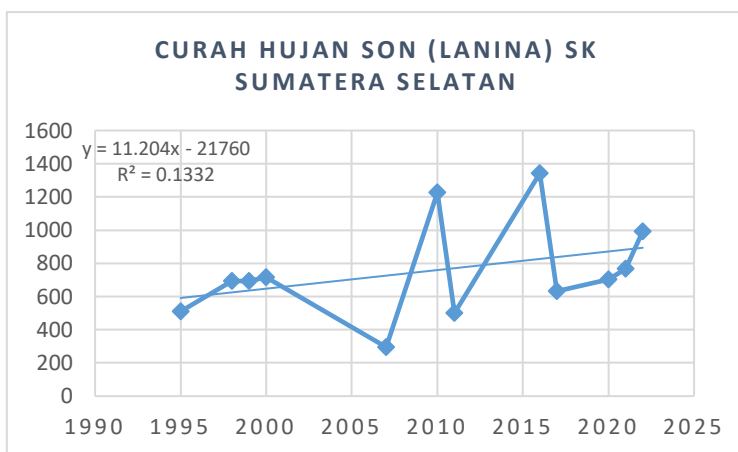


Gambar 11. Grafik Regresi Linear IOD Negatif SM Fatmawati

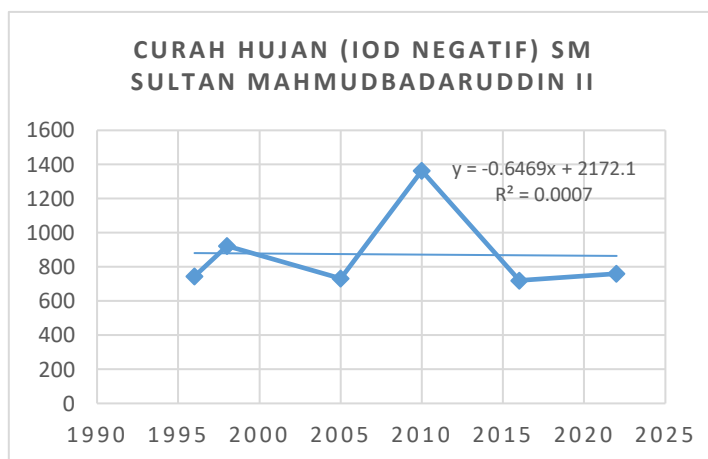
b. Provinsi Sumatera Selatan



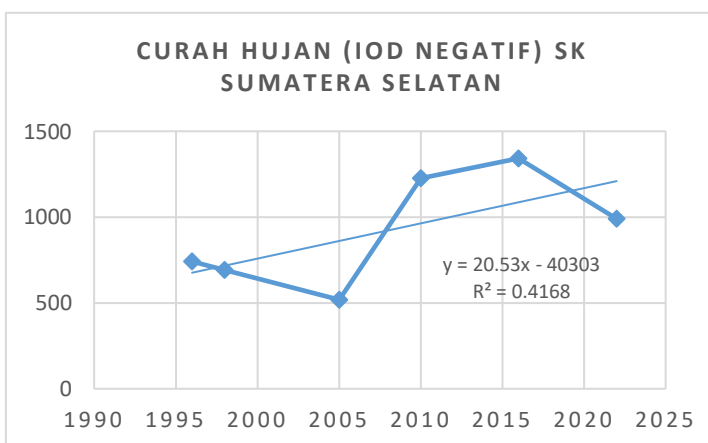
Gambar 12. Grafik Regresi Linear *La Niña* SM Sultan Mahmud Badaruddin II



Gambar 13. Grafik Regresi Linear *La Niña* SK Sumatera Selatan

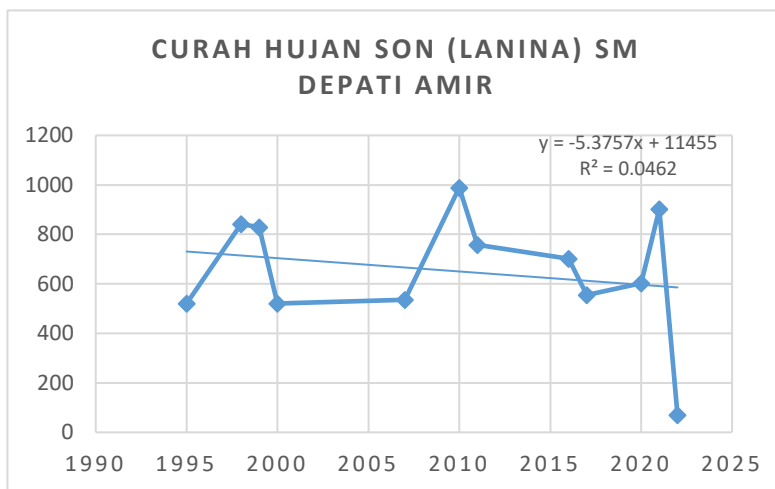


Gambar 14. Grafik Regresi Linear IOD Negatif SM Sultan Mahmud Badaruddin II

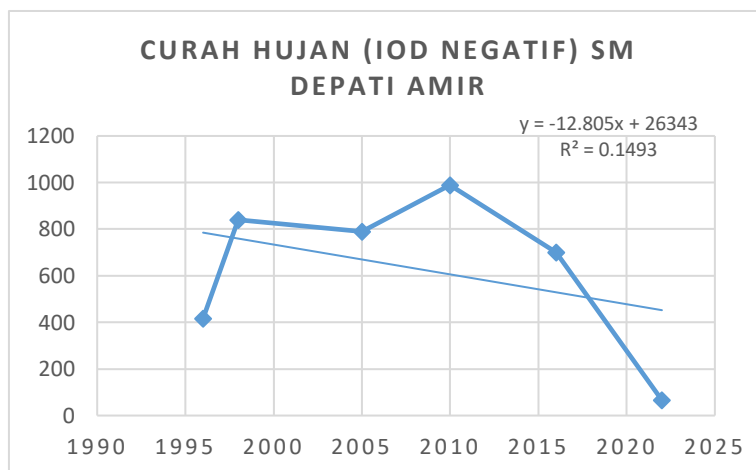


Gambar 15. Grafik Regresi Linear IOD Negatif SK Sumatera Selatan

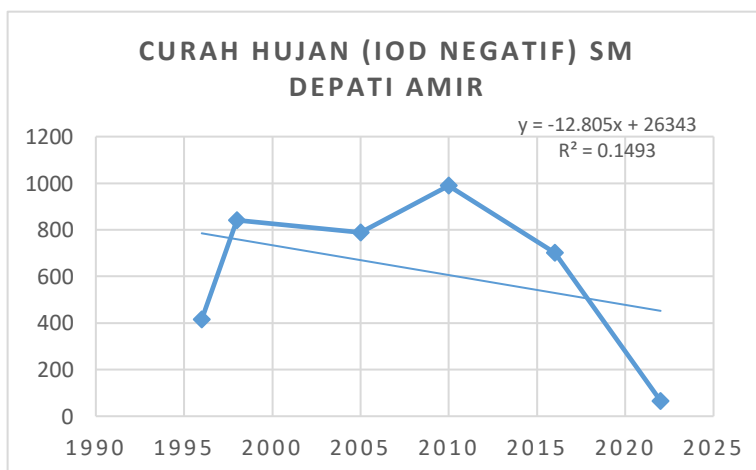
c. Kepulauan Bangka Belitung



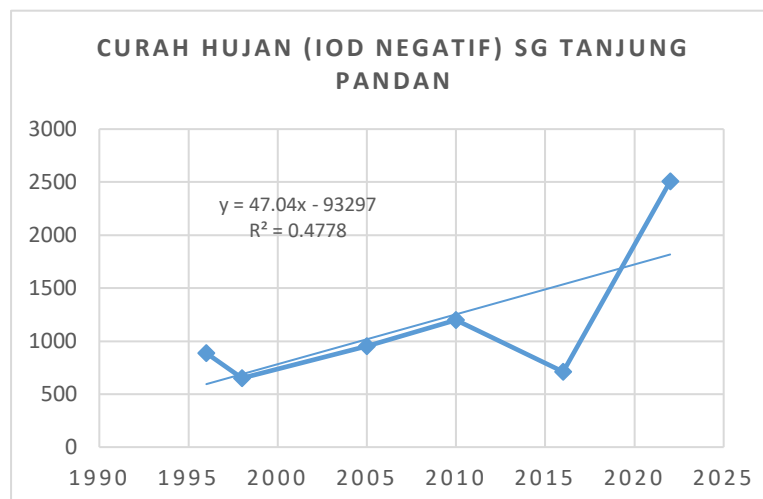
Gambar 16. Grafik Regresi Linear *La Niña* SM Depati Amir



Gambar 17. Grafik Regresi Linear *La Niña* SG Tanjung Pandan



Gambar 18. Grafik Regresi Linear IOD Negatif SM Depati Amir



Gambar 19. Grafik Regresi Linear IOD Negatif SG Tanjung Pandan

Pembahasan

Hasil analisis *Probability Density Function* (PDF) curah hujan harian menunjukkan bahwa pada seluruh stasiun pengamatan, probabilitas kejadian hujan tertinggi pada fase *La Niña* dan IOD Negatif terkonsentrasi pada intensitas hujan ringan (0–20 mm/hari). Kedekatan kurva PDF pada rentang intensitas rendah mengindikasikan bahwa mekanisme atmosfer yang mengontrol hujan ringan relatif serupa pada kedua fase iklim. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan di Indonesia lebih dominan tercermin pada perubahan frekuensi hujan ringan dibandingkan peningkatan kejadian hujan ekstrem, serta bersifat regional dan musiman (As-syakur et al., 2014; (Puryajati et al., 2021).

Seiring meningkatnya intensitas hujan, probabilitas kejadian menurun secara bertahap hingga mencapai orde 10^{-3} pada hujan sedang (20–60 mm/hari) dan sekitar 10^{-4} pada hujan lebat hingga ekstrem (>80–120 mm/hari), tanpa pembentukan puncak tambahan pada ekor distribusi. Pola ekor distribusi yang halus dan memanjang menunjukkan rendahnya peluang kejadian hujan ekstrem secara klimatologis. Hasil ini sejalan dengan temuan Aldrian & Dwi Susanto (2003) yang menyatakan bahwa fenomena ENSO dan IOD tidak selalu memicu peningkatan hujan ekstrem di seluruh wilayah Indonesia, melainkan sangat dipengaruhi oleh dinamika monsun regional dan kondisi atmosfer lokal. Fluktuasi kecil yang muncul pada fase IOD Negatif, khususnya pada intensitas hujan menengah, juga dilaporkan dalam studi sebelumnya sebagai respons terhadap variasi intensitas kejadian IOD antar-tahun (Millenia & Helmi, 2022).

Hasil analisis regresi linear antara tahun pengamatan dan curah hujan periode SON maupun tahunan pada fase *La Niña* dan IOD Negatif menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan atau penurunan curah hujan di beberapa stasiun, seluruh hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p\text{-value} > 0,05$) dengan nilai koefisien determinasi yang umumnya rendah ($R^2 < 0,5$). Hal ini mengindikasikan bahwa variabel waktu hanya mampu menjelaskan sebagian kecil variasi curah hujan, sementara variasi utama lebih didominasi oleh variabilitas interannual yang berkaitan dengan intensitas dan karakteristik kejadian ENSO dan IOD, dinamika monsun regional, serta proses konvektif dan faktor lokal. Temuan ini memperkuat hasil penelitian skala nasional yang menunjukkan bahwa hubungan linier antara indeks iklim dan curah hujan lokal di Indonesia sering kali lemah dan tidak konsisten antarwilayah (Nurdiati et al., 2022).

Dominasi variabilitas interannual dibandingkan tren temporal linear menunjukkan bahwa karakteristik curah hujan di wilayah kajian lebih merefleksikan fluktuasi alami sistem atmosfer laut regional daripada perubahan iklim jangka panjang yang bersifat sistematis. Kondisi ini telah banyak dilaporkan dalam kajian ENSO dan IOD di Indonesia, yang menekankan bahwa respons curah hujan sangat dipengaruhi oleh interaksi antarfenomena iklim, intensitas kejadian, serta faktor geografis dan

topografi lokal (Renitasari et al., 2023).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah stasiun pengamatan yang digunakan relatif terbatas sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan keragaman spasial curah hujan di wilayah kajian. Kedua, durasi data pengamatan meskipun mencakup beberapa dekade, masih belum memadai untuk mengidentifikasi tren perubahan iklim jangka panjang secara robust. Ketiga, penelitian ini belum memasukkan faktor iklim lain seperti Madden–Julian Oscillation (MJO), anomali suhu muka laut regional, serta perubahan penggunaan lahan yang diketahui turut memengaruhi variabilitas curah hujan harian dan ekstrem. Keterbatasan ini perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil analisis.

Secara ilmiah, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan PDF efektif dalam menggambarkan karakteristik probabilitas curah hujan harian secara rinci, khususnya dalam mengidentifikasi dominasi hujan ringan dan rendahnya peluang kejadian ekstrem pada fase *La Niña* dan IOD Negatif, yang tidak selalu terungkap melalui analisis berbasis rata-rata. Selain itu, hasil regresi menegaskan bahwa penggunaan tren linear pada skala lokal perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena kuatnya pengaruh variabilitas interannual. Secara operasional, temuan ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan informasi iklim berbasis probabilitas untuk mendukung sistem peringatan dini hujan ekstrem serta perencanaan adaptasi sektor terkait, khususnya di wilayah dengan respons ENSO–IOD yang lemah secara statistik. Pendekatan PDF yang diterapkan juga berpotensi direplikasi di wilayah lain di Indonesia untuk memperkaya pemahaman karakteristik hujan harian dalam konteks variabilitas iklim regional.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan dengan mempertimbangkan keterbatasan penelitian, dapat disimpulkan bahwa karakteristik curah hujan harian di wilayah kajian selama fase *La Niña* dan IOD Negatif didominasi oleh hujan berintensitas ringan, dengan peluang kejadian hujan sedang hingga ekstrem yang relatif rendah. Analisis PDF menunjukkan konsistensi pola distribusi probabilitas antarstasiun, sementara hasil regresi linear mengindikasikan bahwa kecenderungan perubahan curah hujan terhadap waktu tidak signifikan secara statistik. Hal ini menegaskan bahwa variabilitas curah hujan lebih banyak dipengaruhi oleh dinamika interannual sistem atmosfer–laut regional dibandingkan oleh tren temporal jangka panjang.

Namun demikian, interpretasi hasil ini perlu dilakukan secara hati-hati mengingat keterbatasan jumlah stasiun pengamatan, durasi data yang belum sepenuhnya representatif untuk mendeteksi perubahan iklim jangka panjang, serta belum dipertimbangkannya faktor iklim lain seperti Madden–Julian Oscillation (MJO), anomali suhu muka laut regional, dan perubahan penggunaan lahan. Oleh karena itu, temuan penelitian ini lebih mencerminkan pola variabilitas curah hujan pada skala regional dan temporal tertentu, bukan sebagai representasi perubahan iklim yang bersifat menyeluruh.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya, serta keluarga dan rekan penulis yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abram, N. J., Hargreaves, J. A., Wright, N. M., Thirumalai, K., Ummenhofer, C. C., & England, M. H. (2020). Palaeoclimate Perspectives On The Indian Ocean Dipole. *Quaternary Science Reviews*, 237(C), 106302. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106302>
- Akhsan, H., Irfan, M., & Iskandar, I. (2023). *El Niño* Southern Oscillation (Enso), Indian Ocean Dipole (Iod), And The Rise Of Extreme Temperatures In Eastern Sumatra: Exploring Climate Change Dynamics. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(2), 600–608. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.3084>
- Aldrian, E., & Dwi Susanto, R. (2003). Identification Of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia And Their Relationship To Sea Surface Temperature. *International Journal Of Climatology*, 23(12), 1435–1452.

<https://doi.org/10.1002/Joc.950>

- Ariska, M., Akhsan, H., Muslim, M., Sudirman, S., & Kistiono, K. (2022). Pengaruh *El Niño* 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 (Jifp)*, 6(2), 31–41. <https://doi.org/10.19109/Jifp.V6i2.13520>
- As-Syakur, A. R., Wayan, I., Adnyana, S., Mahendra, S., & Wayan, I. (2014). Observation Of Spatial Patterns On The Rainfall Response To Enso And Iod Over Indonesia Using Trmm Multisatellite Precipitation Analysis (Tmpa). *International Journal Of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/Joc.3939>
- Beis, D. S., Pattipeilohy, W. J., & Hadi, A. S. (2022). Identifikasi Penurunan Tren Curah Hujan, Cdd Dan Cwd Di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur Identification Of Decreasing Trends In Rainfall, Cdd And Cwd In Kupang City, East Nusa Tenggara. *Buletin Gaw Bariri*, 3(1), 8–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.31172/Bgb.V3i1.62>
- Hanifa, R., & Wiratmo, J. (2024). Enso And Iod Influence On Extreme Rainfall In Indonesia : Historical And Future Analysis. *Agromet*, 38(2), 78–87. <https://doi.org/10.29244/J.Agromet.38.2.78-87>
- Herlinda, S., Agustiana, S., Wandri, R., & Asmono, D. D. (2018). Performance Of Oil Palm In Dry Sesason In South Sumatera : Effect Of Water Deficit On Plant Phenology. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 67–73.
- Ivanda Paski, J. (2022). Analisis Dinamika Atmosfer Kejadian Banjir Di Bengkulu 21 Agustus 2022. 3(5), 10–19. *Atmosfer Kejadian Banjir Di Bengkulu 21 Agustus 2022. Buletin Meterologi, Klimatologi Dan Geofisika*, 3(5), 10–19.
- Latif, Y., Fan, K., Wang, G., & Paluš, M. (2024). Cross-Scale Causal Information Flow From The El Niño–Southern Oscillation To Precipitation In Eastern China. *Earth System Dynamics*, 15(6), 1509–1526. <https://doi.org/10.5194/esd-15-1509-2024>
- Mardiansyah, W., Setiabudidaya, D., Khakim, M. Y. N., Yustian, I., Dahlan, Z., & Iskandar, I. (2018). On The Influence Of Enso And Iod On Rainfall Variability Over The Musi Basin, South Sumatra. *Science And Technology Indonesia*, 3(4), 157. <https://doi.org/10.26554/Sti.2018.3.4.157-163>
- Millenia, Y. W., & Helmi, M. (2022). Analisis Mekanisme Pengaruh Iod, Enso Dan Monsun Terhadap Suhu Permukaan Laut Dan Curah Hujan Di Perairan Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Indonesian Journal Of Oceanography*, 04(04), 87–98.
- Millenia, Y. W., Helmi, M., & Maslukah, L. (2023). Analisis Mekanisme Pengaruh Iod, Enso Dan Monsun Terhadap Suhu Permukaan Laut Dan Curah Hujan Di Perairan Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Indonesian Journal Of Oceanography*, 4(4), 87–98. <https://doi.org/10.14710/Ijoce.V4i4.14414>
- Narulita, I., & Marganingrum, D. (2017). Analisis Curah Hujan, Perubahan Tutupan Lahan Dan Penyusunan Kurva Idf Untuk Analisis Peluang Banjir: Studi Kasus Das Cerucuk, Pulau Belitung. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 8(2), 57–70. <https://doi.org/10.34126/Jlbg.V8i2.171>
- Nova, M., Gara, I., Dwiridal, L., & Nugroho, S. (2019). Analisis Karakteristik Periode Ulang Curah Hujan Dengan Metode Iwai Kadoya Untuk Wilayah Sumatera Barat. *Pillar Of Physics*, 12, 47–52.
- Nurdiati, S., Bukhari, F., Julianto, M. T., Sopaheluwakan, A., Aprilia, M., Fajar, I., Septiawan, P., & Najib, M. K. (2022). The Impact Of *El Niño* Southern Oscillation And Indian Ocean Dipole On The Burned Area In Indonesia. *Terrestrial, Atmospheric And Oceanic Sciences*, 33(16). <https://doi.org/10.1007/S44195-022-00016-0>
- Puryajati, A. D., Wirasatriya, A., Maslukah, L., Sugianto, D. N., Ramdani, & Jalil, R. A. (2021). The Effect Of Enso And Iod On The Variability Of Sea Surface Temperature And Rainfall In The Natuna Sea. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science Paper*, 4–12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/750/1/012020>
- Putra, R. M., Alfiandy, S., & Haq, B. E. A. (2020). Identifikasi Pengaruh El Nino Southern Oscillation (Enso), Indian Ocean Dipole (Iod), And Madden Julian Oscillation (Mjo) Terhadap Intensitas Curah Hujan Bulanan Di Indonesia Berbasis Machine Learning. *Buletin Meteo Ngurah Rai*, 6(2), 1–8.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Curah Hujan Di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57–67.
- Ramadhan, M., Tri Anggraeny, F., & Aji Putra, C. (2024). Klasifikasi Curah Hujan Harian Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 3863–3869.

<https://doi.org/10.36040/Jati.V8i3.9817>

- Renitasari, Supriyatno Widagdo, & Rudi Siap Bintoro. (2023). Karakteristik Curah Hujan Monsunal Pada Periode Enso Dan Iod (Studi Kasus: Lampung, Surabaya Dan Jayapura). *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 5(1), 21–33. <https://doi.org/10.30649/Jrkt.V5i1.69>
- Sari, S. P., Koedam, N., Pamungkas, A., Muftiadi, M. R., & Van Coillie, F. (2023). Unveiling The Diversity Of Bangka Island's Mangroves: A Baseline For Effective Conservation And Restoration. *Forests*, 14(8), 1666. <https://doi.org/10.3390/F14081666>
- Setiawan, A. (2022). Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Lebat Penyebab Banjir Di Kota Palembang (Studi Kasus Tanggal 13 September 2021). *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 11(2), 69. <https://doi.org/10.24198/Jme.V11i2.37887>
- Sisca Ayu Renitasari, Supriyatno Widagdo, & Rudi Siap Bintoro. (2023). Karakteristik Curah Hujan Monsunal Pada Periode Enso Dan Iod (Studi Kasus: Lampung, Surabaya Dan Jayapura). *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 5(1), 21–33. <https://doi.org/10.30649/Jrkt.V5i1.69>
- Syarifuddin, A., & Dharmansyah, F. (2023). Analisis Perubahan Tren Linier Curah Hujan Di Kota Sorong Papua Barat: Analysis Of Changes In Rainfall Linear Tren In Sorong. *Buletin Meterologi*, 4(1), 22–28. http://Balai2bmgk.id/Index.Php/Buletin_Mkg/Article/View/43%0ahttp://Balai2bmgk.id/Index.Php/Buletin_Mkg/Article/Download/43/35