



## ANALISIS HUBUNGAN EL NIÑO ATAU IOD POSITIF TERHADAP CURAH HUJAN EKSTRIM DI PESISIR BARAT SUMATERA

Sudirman<sup>1\*</sup>, Hamdi Akhsan<sup>2</sup>, Melly Ariska<sup>3</sup>, Dian Indra Pratama<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya

<sup>4</sup> Alumni Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya

\*Email: [sudirman@fkip.ac.id](mailto:sudirman@fkip.ac.id)

### Abstract

*This research aims to analyze the influence of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) and the Indian Ocean Dipole (IOD) on extreme rainfall in the West Coastal region of Sumatra. The research method involves the use of the RCLimindex software to calculate climate extreme indices and the Mann-Kendall test to analyze trends. The study utilizes data from three BMKG stations, the Fatmawati Soekarno Meteorological Station in Bengkulu, the Minangkabau Meteorological Station in West Sumatra, and the FL Tobing Meteorological Station in North Sumatra during the period 1982-2022 to analyze trends and correlations between extreme rainfall indices and the phases of El Niño and IOD. The research finds a relationship between climate phenomena and extreme rainfall events, indicating that both positive El Niño and IOD contribute to the increase in days without rain (CDD) with a very high significance level of 99% during El Niño and IOD phases, as well as a decrease in days with rain (CWD) with a significance level of 95% during El Niño, which affects the total annual rainfall (PRCPTOT) with a significance level of 80% during IOD. This research provides important insights for understanding climate variability in the West Coastal region of Sumatra.*

**Keywords:** *El Niño Southern Oscillation (ENSO), Extreme Rainfall Index, Indian Ocean Dipole (IOD), West Coas of Sumatera*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh El Niño Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) terhadap curah hujan ekstrim di wilayah Pesisir Barat Sumatra. Metode penelitian melibatkan perangkat lunak RCLimindex untuk menghitung indeks iklim ekstrim dan uji Mann-Kendall untuk menganalisis tren. Penelitian menggunakan data dari 3 stasiun BMKG yaitu Stasiun Meteorologi Fatmawati soekarno di Bengkulu, Stasiun Meteorologi Minangkabau di Sumatera Barat serta Stasiun Meteorologi FL Tobing di Sumatera Utara selama periode 1982-2022 untuk menganalisis tren dan korelasi antara indeks curah hujan ekstrim dengan fase El Niño dan IOD. Hasil penelitian mendapatkan hubungan antara fenomena iklim dan kejadian curah hujan ekstrim, bahwa El Niño dan IOD positif berkontribusi pada peningkatan hari tanpa hujan (CDD) dengan tingkat signifikansi yang sangat tinggi yaitu 99% pada El Nino maupun IOD dan penurunan hari dengan hujan (CWD) dengan tingkat signifikansi 95% dengan El Nino, yang mempengaruhi total curah hujan tahunan (PRCPTOT) dengan tingkat signifikansi 80% dengan IOD. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi pemahaman tentang variabilitas iklim di wilayah Pesisir Barat Sumatra.

**Kata kunci :** ENSO, Curah Hujan Ekstrim, IOD, Sumatera

**Cara Menulis Sitasi:** Sudirman., Akhsan, H., Melly, A., Pratama, D.I (2024). Analisis Hubungan El Niño atau Iod Positif Terhadap Curah Hujan Ekstrim di Pesisir Barat Sumatera. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika, 11 (1) halaman 81-95.

## **PENDAHULUAN**

Letak Indonesia secara geografis berada di antara dua benua yakni Asia dan Australia dan juga berada di antara dua samudera yaitu Pasifik dan India. Para ahli berpendapat bahwa Samudera India mempunyai peran yang sangat penting dalam mengendalikan iklim dunia, salah satunya di wilayah Indonesia bagian barat Sumatera (Azuga dkk., 2020). Wilayah Indonesia yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa memiliki karakteristik cuaca dengan musim kemarau yang singkat dan musim hujan yang berkepanjangan. Di berbagai wilayah Indonesia terutama di Pulau Sumatera, terdapat variasi yang signifikan dalam curah hujan dan suhu sehingga menjadikan Indonesia sebagai satu-satunya wilayah unik di kawasan ekuator, yang dikenal sebagai Benua Maritim Indonesia (BMI) (Hermawan, 2010).

BMI merupakan daerah yang memiliki suhu permukaan laut (SPL) paling hangat dibandingkan dengan daerah sekitarnya (Hidayat & Ando, 2018). Suhu permukaan laut sangat berperan penting dalam mengendalikan iklim dan cuaca, serta dapat mempengaruhi pola angin, gerak arus laut, gelombang, metabolisme biota laut, dan pola penyebaran klorofil-a. Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) terbagi dalam tiga fase, yakni fase netral fase IOD positif, dan fase IOD negatif. Fase netral IOD tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan iklim dan nilai SPL mendekati IOD positif ditunjukkan oleh nilai indeks yang berada lebih dari +0,35 sedangkan fase negatif dari fenomena ini ditunjukkan oleh nilai indeks yang kurang dari -0,35 (Tjasyono dkk., 2008).

Siklus El Niño/Osilasi Selatan (ENSO) adalah variasi iklim bumi yang signifikan dari tahun ke tahun. Fenomena ini mencakup dua fase utama, yaitu El Niño (fase hangat) dan La Niña (fase dingin), yang berasal dari wilayah samudera Pasifik tropis. ENSO terjadi melalui interaksi kompleks antara laut dan atmosfer (McPhaden dkk., 2019). El Niño adalah situasi ketika suhu permukaan laut di wilayah tengah dan timur Samudra Pasifik meningkat, menyebabkan tekanan udara permukaan di Darwin lebih tinggi dibandingkan dengan Tahiti. Sementara itu, La Niña adalah fase dingin di wilayah tengah dan timur Samudra Pasifik, ditandai dengan peningkatan suhu permukaan laut di sebelah barat Pasifik, yang mengakibatkan peningkatan curah hujan di beberapa wilayah. Secara keseluruhan, dampak La Niña terhadap curah hujan di Indonesia bersifat dinamis. Pada awalnya, peningkatan curah hujan hanya terjadi di sebagian wilayah Indonesia, khususnya di wilayah selatan dan timur (Ariska dkk., 2022).

Ketika El Niño terjadi, suhu permukaan laut di Samudra Pasifik meningkat, yang mengakibatkan musim kemarau yang panjang dan kering di Indonesia. Hal ini menyebabkan kekeringan di lahan pertanian padi dan menurunkan produksi padi. Di sisi lain, ketika La Niña terjadi, cuaca menjadi lembap dengan curah hujan tinggi, yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman akibat banjir. Selain itu, intensitas serangan hama dan penyakit tanaman juga meningkat, yang pada akhirnya menurunkan produksi padi. Hal ini meningkatkan risiko ketidakstabilan pangan di Indonesia

(Ariska, dkk., 2022). Hal serupa juga dijelaskan Tjasyono (2008) bahwa Fenomena El Niño/La Niña dapat menimbulkan bencana kekeringan (*drought*), banjir (*floods*) dan bencana lain yang dapat mengacaukan dan merusak pertanian, perikanan, lingkungan, kesehatan, kebutuhan energi, kualitas udara dan sebagainya.

Meningkatnya frekuensi peristiwa cuaca atau iklim ekstrim telah mendorong perkembangan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kejadian-kejadian tersebut (Naveau, dkk., 2005). *Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices* (ETCCDMI) telah memfasilitasi proses penentuan indeks iklim ekstrim dengan menggunakan data harian temperatur dan curah hujan (Donat, dkk., 2013). ETCCDMI telah menetapkan sebanyak 27 indeks iklim ekstrim. Salah satu perangkat lunak yang sering digunakan untuk memantau perubahan dalam kondisi ekstrim dengan menghitung indeks iklim ekstrim sesuai rekomendasi ETCCDMI adalah *RCLindex* (Klein Tank, dkk., 2009).

Penelitian tentang peran aktif ENSO dan IOD secara terpisah sebagai fenomena dalam sistem iklim di kawasan tropis telah banyak dilakukan. Maslakah (2014) dalam penelitiannya mengenai tren temperatur dan curah hujan ekstrim di Surabaya mengemukakan bahwa tren temperatur ekstrim menandakan terjadinya peningkatan temperatur di Juanda Surabaya terutama temperatur minimum. Pola presipitasi mengalami perubahan di mana jumlah curah hujan tahunan semakin berkurang, namun frekuensi kejadian hujan lebat semakin meningkat selama periode 1981-2013 di Juanda Surabaya. Peningkatan frekuensi kejadian cuaca/iklim ekstrim dapat menyebabkan semakin tingginya potensi bencana alam seperti banjir dan kekeringan yang perlu diwaspadai. Selain itu, Kasihairani (2014) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa fenomena ENSO dan IOD memiliki dampak yang signifikan terhadap variasi curah hujan musiman di Indonesia. Pengaruh ENSO lebih dominan dalam memengaruhi perubahan curah hujan di wilayah - wilayah dengan tipe hujan monsun, terutama selama musim kemarau pada bulan Juni hingga September. Di sisi lain, di wilayah-wilayah dengan tipe hujan ekuatorial, IOD memiliki pengaruh yang lebih kuat dibandingkan ENSO. Secara umum, perubahan terbesar dalam curah hujan musiman, baik selama musim kemarau maupun musim hujan, terjadi ketika El Niño berdampingan dengan IOD positif, atau ketika La Niña berdampingan dengan IOD negatif.. Menyikapi musim kemarau tahun 2014, kemungkinan adanya El Niño di Pasifik semakin nyata dengan probabilitas melebihi 60%. Berdasarkan analisis sejarah, terdapat indikasi penurunan curah hujan yang mencapai 20% hingga 50% dari nilai normal di wilayah yang sensitif terhadap ENSO, terutama antara bulan Juli hingga Oktober. Penelitian yang dilakukan oleh Akhsan (2023) mengenai dinamika curah hujan ekstrim dan dampaknya terhadap kebakaran hutan dan lahan di wilayah pantai Timur Sumatera, hasilnya terdapat hubungan yang signifikan antara peningkatan indeks ENSO dan *Dipole mode Index* (DMI) dengan tren peningkatan hari kemarau yang stabil di sepanjang pantai Timur Sumatera. Ketika terjadi El Niño dan fase IOD positif, jumlah hari kering meningkat, yang berdampak pada peningkatan risiko kebakaran hutan dan lahan serta kondisi kekeringan yang lebih parah. Indeks DMI menunjukkan hubungan positif dengan jumlah hari berkecukupan *Consecutive dry days* (CDD) dan hubungan negatif dengan curah hujan dalam setahun.

Demikian juga, indeks ENSO menunjukkan hubungan positif dengan CDD. Peningkatan CDD selama peristiwa El Niño pada tahun 1997, 2015, dan 2019 memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan kebakaran hutan dan lahan di Pantai Timur Sumatera. Temuan-temuan ini memberikan wawasan yang berharga bagi pembuat kebijakan untuk mengembangkan strategi efektif dalam mengelola risiko yang terkait dengan fenomena ini.

## **METODE**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Pesisir Barat Sumatera dengan menggunakan perangkat pengukur curah hujan dan suhu yang terpasang di stasiun pengukur cuaca Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Perangkat BMKG memiliki kemampuan untuk merekam data mengenai curah hujan, suhu, dan tingkat kelembaban udara.

### **Data Penelitian**

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data harian curah hujan dan temperatur yang terekam di 3 stasiun pengamatan BMKG, yaitu SM Fatmawati Soekarno, SM Minangkabau dan SM FL Tobing selama periode 1982 hingga 2022. Secara rinci lokasi stasiun pengamatan yang digunakan pada penelitian ini tercantum pada Tabel 1 berikut ini:

*Tabel 1 Lokasi pengamatan dan ketersediaan data*

No Stasiun	Lokasi	Lintang	Bujur	Elevasi	Periode Data
96253	Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno	-3.85820	102.33670	24	1982 - 2022
	Stasiun Meteorologi Minangkabau				
	Stasiun Meteorologi FL Tobing				

### **Analisis Data**

1. Quality Control (QC) dan Tes Homogenitas (*homogeneity*)

Prosedur *Quality Control* (QC) diterapkan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses perekaman, manipulasi, pemformatan, transmisi, dan pengarsipan data. Salah satu prosedur yang dilakukan untuk memastikan hasil analisis yang akurat, penilaian ini hanya menggunakan data dari stasiun pengamatan yang memiliki setidaknya 80% tahun penuh, dimana setahun penuh didefinisikan sebagai tahun dimana data yang hilang tidak lebih dari 15 hari dan tidak ada bulan dengan lebih dari 3 hari data hilang (Aguilar dkk., 2009; Supari dkk., 2017, 2018).

## 2. Indeks Curah Hujan

Dalam penelitian ini, tidak seluruh indeks iklim ETCCDI digunakan karena ada beberapa indeks yang tidak relevan untuk wilayah Indonesia, yaitu indeks hari-hari beku (FDO), *growing season length* (GSL), *summer days* (SU25) dan *cold spell duration indicator* (CSDI). Dengan demikian hanya 11 indeks untuk curah hujan. Untuk curah hujan, indeks-indeks tersebut menunjukkan intensitas, durasi, dan frekuensi ekstrim, sementara untuk temperatur, indeks-indeks tersebut mencirikan intensitas dan frekuensi ekstrim. Tabel 2 menampilkan dengan detil indeks-indeks ekstrim yang akan dihitung dalam penelitian ini.

Tabel 2 Indeks Curah Hujan Ekstrim yang Digunakan dalam Penelitian

ID	Nama Indikator	Defenisi Indikator	Satuan
<b>Curah Hujan</b>			
PRCPTOT	<i>Annual total wet-day precipitation</i>	<i>Annual total precipitation from days <math>\geq 1</math> mm</i>	mm
SDII	<i>Simple daily intensity index</i>	<i>The ratio of annual total precipitation to the number of wet days (<math>\geq 1</math> mm)</i>	mm/day
R10	<i>Number of heavy precipitation days</i>	<i>Annual count when precipitation <math>\geq 10</math> mm</i>	days
R20	<i>Number of very heavy precipitation days</i>	<i>Annual count when precipitation <math>\geq 20</math> mm</i>	days
R50	<i>Number of extremely heavy precipitation days</i>	<i>Annual count when precipitation <math>\geq 50</math> mm</i>	days
CDD	<i>Consecutive dry days</i>	<i>Maximum number of consecutive days when precipitation <math>&lt; 1</math> mm</i>	days
CWD	<i>Consecutive wet days</i>	<i>Maximum number of consecutive days when precipitation <math>\geq 1</math> mm</i>	days
R95p	<i>Very wet day</i>	<i>Annual total precipitation from days <math>&gt; 95</math>th percentile</i>	mm
R99p	<i>Extremely wet day</i>	<i>Annual total precipitation from days <math>&gt; 99</math>th percentile</i>	mm

RX1day	<i>Max 1-day precipitation amount</i>	<i>Monthly maximum 1-day precipitation</i>	mm
RX5day	<i>Max 5-day precipitation amount</i>	<i>Monthly maximum consecutive 5-day precipitation</i>	mm

### 3. Analisis Trend dan Besarnya Perubahan

Tren dari berbagai indikator telah dihitung dengan menerapkan uji Mann-Kendall (MK) non-parametrik pada data stasiun cuaca. Uji Mann-Kendall atau yang sering disebut sebagai uji MK non-parametrik, sering digunakan bersama dengan estimasi kemiringan garis tren untuk menentukan apakah terdapat signifikansi dalam tren indeks. Kemiringan garis tren ini berguna untuk mengidentifikasi sejauh mana besarnya tren yang sedang terjadi (Supari dkk., 2017). Uji MK juga digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana sebuah tren memiliki tingkat signifikansi. Sebuah tren dianggap signifikan atau hipotesis nol dapat ditolak, jika nilai  $Z > \pm 1,96$  pada tingkat signifikansi 5%. Jika nilai  $Z$  positif hal itu mengindikasikan adanya tren peningkatan, sedangkan nilai  $Z$  negatif menggambarkan tren penurunan (Tan dkk., 2021). Rentang signifikansi dapat diwakili melalui tingkat kepercayaan yang berbeda, yaitu 99% (tingkat kepercayaan sangat tinggi), 97.5% (tingkat kepercayaan tinggi), 95% (tingkat kepercayaan cukup), dan 90% (tingkat kepercayaan rendah). Penandaan tambahan diberikan dalam bentuk bintang, dengan bintang 4 (\*\*\*\*) untuk tingkat kepercayaan 99%, bintang 3 (\*\*\*) untuk tingkat kepercayaan 97.5%, bintang 2 (\*\*) untuk tingkat kepercayaan 95%, dan bintang 1 (\*) untuk tingkat kepercayaan 90%.

### 4. Analisis Korelasi

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis korelasi antara indeks-indeks curah hujan ekstrim di Provinsi Pesisir Barat Sumatera. Analisis korelasi ini menjadi kunci untuk mengetahui pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan ekstrim di Pesisir Barat Sumatera.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

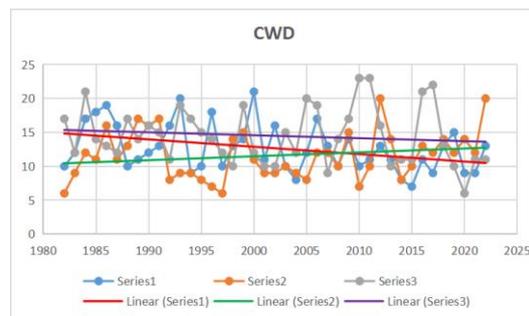
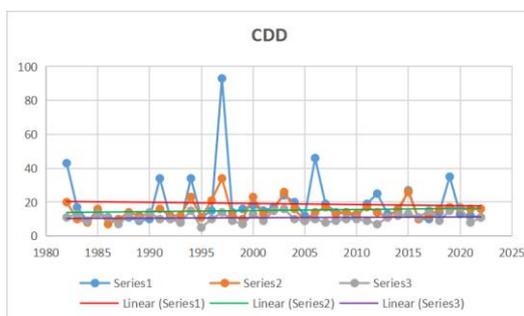
### 1. Estimasi Tren Uji Man-Kendall non-Parametrik

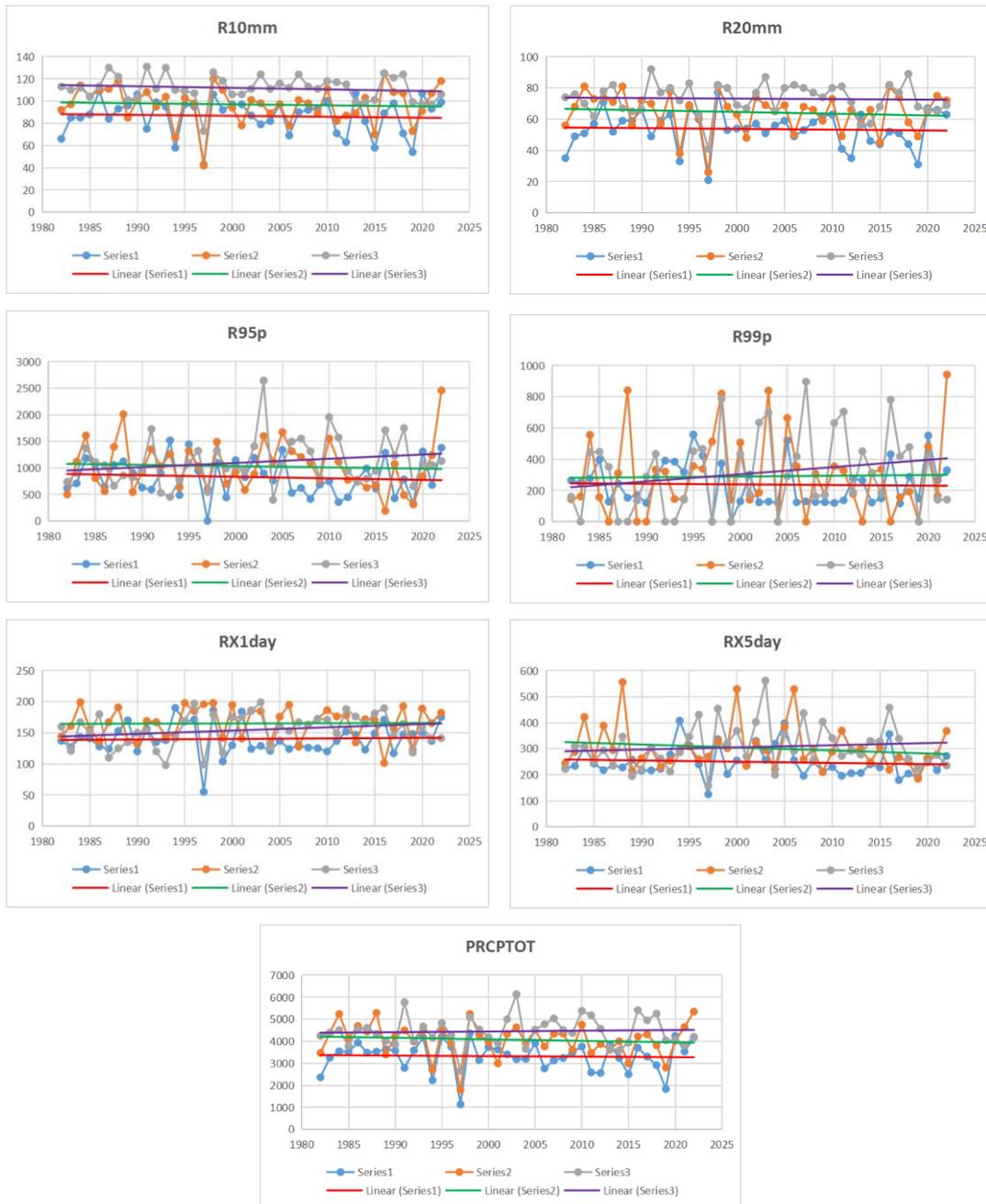
Uji Man-Kendall digunakan untuk mengevaluasi tren dari setiap indikator yang terdapat di suatu stasiun, sehingga dapat menjadi landasan untuk meramalkan kondisi iklim di beberapa tahun mendatang. Indeks-indeks yang ada di stasiun tersebut diolah dengan menghitung rata-rata menggunakan aplikasi *RCLimDex*. Hasil rata-rata ini memberikan wawasan yang bermanfaat untuk menganalisis perubahan iklim yang mungkin terjadi di masa depan. Berikut tabel hasil uji Man-Kendall yang dilakukan terhadap indeks iklim yang digunakan:

Tabel 3 Hasil uji Man-Kendall pada ketiga daerah 1982-2022

Indeks	N (1982- 2022)	Fatmawati Soekarno		Minangkabau		FL Tobing	
		Tes Z	Signific	Tes Z	Signific.	Tes Z	Signific.
CDD	41	0.53		1.66	+	0.41	
CWD	41	-2.07	*	1.28		-1.16	
PRCPTOT	41	-0.30		-0.91		0.44	
R10mm	41	-0.06		-0.73		-1.00	
R20mm	41	-0.20		-1.02		-0.24	
R95p	41	-0.85		-0.73		1.42	
R99p	41	-0.29		0.21		1.42	
RX1Day	41	0.33		0.00		1.20	
RX5Day	41	-0.94		-0.70		0.48	

Analisis uji Man-Kendall terhadap data stasiun meteorologi Fatmawati Soekarno, Minangkabau, dan FL Tobing pada periode 1982-2022 menunjukkan bahwa tidak terdapat signifikansi dalam tren data curah hujan ekstrim seperti CDD, CWD, PRCPTOT, R10mm, R20mm, R95p, R99p, RX1day, dan RX5day, kecuali untuk CWD di Fatmawati Soekarno (Bengkulu) yang menunjukkan tingkat signifikansi sebesar 90% (\*), serta tren positif pada CDD di Minangkabau. Sementara itu, dalam analisis tren suhu ekstrim, terlihat bahwa tren DTR menunjukkan tingkat signifikansi sebesar 90% (\*) di FL Tobing, 95% (\*\*) di Minangkabau, dan 97.5% (\*\*\*) di Bengkulu.





Gambar 1. Tren estimasi indeks curah hujan ekstrem selama 4 dekade. Series 1 mewakili SM Fatmawati Soekarno, Series 2 mewakili SM Minangkabau dan Series 3 Mewakili SM FL Tobing

Berdasarkan perkiraan tren untuk indeks curah hujan, dapat disimpulkan bahwa terdapat tren yang tidak signifikan karena adanya variasi pengukuran dan sifat parameter yang sangat tinggi secara spasial dan temporal. Terlebih lagi daerah tropis di mana sebagian besar curah hujan berasal dari konveksi dengan variabilitas spasial yang tinggi setiap harinya (Collischonn dkk., 2008; Prasetyo, 2021). Dari grafik diatas juga menunjukkan bahwa pada pesisir barat Pulau Sumatera memiliki curah hujan paling rendah terjadi ketika tahun 1997, hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh

Misnawati & Perdanawanti (2019) yang mendapati data curah hujan di seluruh pulau sumatera terjadi tingkat presipitasi paling rendah di tahun tersebut.

### 3. Korelasi Curah Hujan Ekstrim dengan ENSO dan IOD

#### 3.1 Korelasi Curah Hujan Ekstrim dengan IOD

Korelasi antara indeks DMI dan indeks curah hujan ekstrim diidentifikasi melalui penghitungan rata-rata dari beberapa bulan yang telah dilakukan sebelumnya. Korelasi rata-rata dari indeks DMI terhadap indeks curah hujan ekstrim memberikan nilai sebagai berikut:

Tabel 4 Tabel korelasi Pearson one tile untuk DMI dan Indeks Curah Hujan Ekstrim

Stasiun	N (tahun)	CDD	CWD	PRCPTOT	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1Da y	RX5Da y
SM										
Fatmawati Soekarno	40	0.564	- 0.385	-0.352	-0.299	-0.259	-0.386	-0.286	-0.054	0.24
SM Minangkabau	40	0.454	0.077	-0.242	-0.201	-0.236	-0.101	0.002	0.05	-0.106
SM FL Tobing	40	0.239	0.003	0.102	-0.043	-0.032	0.096	0.146	0.044	0.019

Tingkat signifikansi dari korelasi untuk setiap indeks ditetapkan berdasarkan tingkat kepercayaan sebesar 20% (sangat rendah) 10% (rendah), 5% (cukup), 2% (tinggi), dan 1% (sangat tinggi). Tingkat kepercayaan ini direpresentasikan dengan bintang 1 (\*), bintang 2 (\*\*), bintang 3 (\*\*\*), bintang 4 (\*\*\*\*) dan bintang 5 (\*\*\*\*\*). Untuk N=40 adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Tabel R kritis korelasi Pearson one tile

n	20% (*)	10% (**)	5% (***)	2% (****)	1% (*****)
40	0.202	0.257	0.304	0.358	0.393

Dengan demikian, signifikansinya ditunjukkan pada tabel 6 dibawah ini

Tabel 6 Tingkat Signifikasi korelasi indeks DMI dengan Indeks curah hujan ekstrem per stasiun

Stasiun	N (tahun)	CDD	CWD	PRCPTO T	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1Da y	RX5Da y
SM	40	***** *	*****	*****	**	**	*****	**		*

Stasiun	N (tahun)	CDD	CWD	PRCPTO T	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1Da y	RX5Da y
Fatmawati Soekarno SM	40	****		*		*				
Minangkabau SM FL Tobing	40	*								

Dari tabel 6 dapat diketahui korelasi antara DMI dengan jumlah hari Tanpa hujan berturut-turut (CDD) memiliki korelasi pada tingkat signifikansi sangat tinggi untuk data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dan Stasiun Meteorologi Minangkabau, kemudian memiliki korelasi pada tingkat signifikansi rendah untuk Stasiun Meteorologi FL Tobing.

Untuk korelasi antara DMI dengan jumlah hari dengan hujan berturut-turut (CWD) memiliki signifikansi yang tinggi untuk data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno. Sedangkan untuk kedua stasiun lainnya tidak signifikan. Begitupun dengan curah hujan total selama 1 tahun (PRCPTOT) memiliki tingkat signifikansi yang tinggi untuk data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dan tingkat signifikansi yang sangat rendah untuk Stasiun Meteorologi Minangkabau. Sedangkan untuk Stasiun Meteorologi FL Tobing tidak signifikan.

Untuk korelasi antara DMI dengan indeks curah hujan lainnya (R10mm, R20mm, R95p, dan R99p) memiliki tingkat signifikansi yang rendah untuk Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno pada indeks R10mm, R20mm dan R99p serta signifikansi yang sangat tinggi pada indeks R95p. Pada Stasiun Meteorologi Minangkabau hanya indeks R20mm yang memiliki signifikansi pada tingkat sangat rendah, sedangkan pada Stasiun Meteorologi FL Tobing semua indeks tidak signifikan.

Untuk korelasi antara DMI dengan RX1day dan RX5day hanya terdapat signifikansi pada tingkat sangat rendah untuk Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno pada indeks RX5day, sedangkan sisanya tidak signifikan.

### 3.2 Korelasi Curah Hujan Ekstrim dengan ENSO

Korelasi antara indeks NINO 3.4 dan indeks curah hujan ekstrim diidentifikasi melalui penghitungan rata-rata dari beberapa bulan yang telah dilakukan sebelumnya. Korelasi rata-rata dari indeks NINO 3.4 terhadap indeks curah hujan ekstrim memberikan nilai sebagai berikut:

Tabel 7 Tabel korelasi Pearson one tile untuk NINO 3.4 dan Indeks Curah Hujan Ekstrim

Stasiun	N (tahun)	CDD	CWD	PRCPTOT	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1Da y	RX5Da y
SM Fatmawati Soekarno	40	0.541	- 0.207	-0.029	-0.138	-0.019	0.172	0.27	0.066	0.197
SM Minangkabau	40	0.423	- 0.238	0.047	0.072	0.078	0.057	0.08	-0.079	-0.287
SM FL Tobing	40	0.145	- 0.185	0.13	0.145	0.185	-0.047	-0.037	-0.109	0.148

Dengan demikian, tingkat signifikansinya adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Tingkat Signifikasi korelasi indeks NINO 3.4 dengan Indeks curah hujan ekstrem per stasiun

Stasiun	N (tahun)	CDD	CWD	PRCPTOT	R10mm	R20mm	R95p	R99p	RX1Da y	RX5Da y
SM Fatmawati Soekarno	40	***** *	*					**		
SM Minangkabau	40	***** *	*							**
SM FL Tobing	40									

Tabel 8 menunjukkan korelasi antara NINO 3.4 dengan jumlah hari tanpa hujan berturut-turut (CDD) memiliki korelasi pada tingkat signifikansi sangat tinggi untuk data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dan Stasiun Meteorologi Minangkabau, kemudian untuk Stasiun Meteorologi FL Tobing tidak signifikan.

Untuk korelasi antara NINO 3.4 dengan jumlah hari dengan hujan berturut-turut (CWD) menunjukkan tingkat signifikansi yang sangat rendah untuk data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dan Stasiun Meteorologi Minangkabau, kemudian untuk Stasiun Meteorologi FL Tobing tidak signifikan.

Kemudian korelasi antara NINO 3.4 dengan indeks curah hujan menunjukkan signifikansi pada tingkat rendah untuk R99p pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dan RX5Day pada Stasiun Meteorologi Minangkabau. Sisanya tidak signifikan.

### 3.3 Korelasi Indeks DMI dan Indeks Nino 3.4 dengan Rata-rata Keseluruhan Indeks Curah Hujan Ekstrim

Untuk koefisien korelasi pearson one tile rata-rata keseluruhan indeks curah hujan ekstrem didapatkan hasil sebagaimana tabel berikut:

*Tabel 9 Indeks korelasi DMI dan NINO 3.4 terhadap indeks curah hujan ekstrim rata-rata*

INDEKS	DMI	NINO 3.4
CDD	0.568 (*****)	0.532 (*****)
CWD	-0.14	-0.347 (***)
PRCPTOT	-0.21 (*)	0.06
R10mm	-0.24 (*)	0.016
R20mm	-0.247 (*)	0.096
R95p	-0.157	0.073
R99p	0.015	0.112
RX1Day	0.034	-0.065
RX5Day	-0.127	-0.002

Dapat dilihat pada tabel 12 apabila diambil rerata keseluruhan dengan mengambil derajat kebebasan N-1 maka terdapat dignifikasi yang sangat tinggi pada indeks CDD, baik korelasinya dengan DMI maupun NINO 3.4. kemudian juga terdapat tingkat signifikansi yang cukup antara CWD dengan NINO 3.4, serta signifikansi yang sangat rendah antara DMI dengan PRCPTOT, R10mm, dan R20mm. Hal ini berarti dalam rentang waktu 4 (empat) dekade telah berlangsung ENSO dan IOD berkorelasi dengan penurunan CWD, peningkatan CDD, penurunan PRCPTOT, Penurunan R10mm/day dan R20mm/day di Bagian Pesisir Barat Pulau Sumatera.

## **KESIMPULAN**

Pada hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan analisis data iklim dari Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno, Minangkabau, dan FL Tobing dalam rentang waktu 1982-2022, karakteristik curah hujan ekstrim di wilayah Pesisir Barat Sumatera dalam kurun 100 tahun ke depan dapat dijelaskan sebagai berikut: (a) RX5day, yang merupakan indikator curah hujan ekstrim dalam lima hari berturut-turut, diperkirakan mengalami penurunan sebesar 47.23 mm di Bengkulu, 115.58 mm di Minangkabau, dan kenaikan sebesar 52.59 mm di FL Tobing. (b) RX1day, yang menunjukkan curah hujan ekstrim harian, diperkirakan akan meningkat sebesar 8.77 mm di Bengkulu, 3.66 mm di Minangkabau, dan 52.38

mm di FL Tobing. (c) Curah hujan > 99p (R99p) diharapkan mengalami penurunan sebanyak 40 mm di Bengkulu, sementara bertambah sebesar 47 mm di Minangkabau dan 461 mm di FL Tobing. (d) R95p (curah hujan > 95p) diperkirakan mengalami penurunan sebanyak 291 mm di Bengkulu, 239 mm di Minangkabau, dan kenaikan sebesar 749 mm di FL Tobing. (e) Curah hujan intensitas sedang (R20mm) diharapkan menjadi lebih pendek 4.9 hari/abad di Bengkulu, 10.9 hari/abad di Minangkabau, dan 3.3 hari/abad di FL Tobing. (f) R10mm (curah hujan dengan intensitas ringan) juga diperkirakan mengalami penurunan selama 8.4 hari di Bengkulu, 9.2 hari di Minangkabau, dan 13.9 hari di FL Tobing. (g) Jumlah curah hujan total dalam satu tahun (PRCPTOT) diperkirakan mengalami penurunan sebanyak 249 mm/abad di Bengkulu, 690.6 mm/abad di Minangkabau, dan kenaikan sebesar 319.39 mm/abad di FL Tobing. (h) CWD atau deret hari-hari basah juga dipengaruhi oleh penurunan R20mm dan R10mm, menyebabkan berkurangnya deret hari-hari basah sebanyak 10 hari/abad di Bengkulu, 4 hari/abad di Minangkabau, dan peningkatan 5 hari/abad di FL Tobing. (i) Dinamika pada CWD berdampak pada CDD atau deret hari tanpa hujan, diperkirakan menjadi 6 hari lebih singkat di Bengkulu, 6 hari lebih lama di Minangkabau, dan 2 hari lebih lama di FL Tobing dibandingkan dengan kondisi saat ini.

2. Berdasarkan analisis data iklim dari Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno, Minangkabau, dan FL Tobing dalam rentang waktu 1982-2022. ENSO dan IOD berkorelasi dengan penurunan CWD, peningkatan CDD, penurunan PRCPTOT, Penurunan R10mm/day dan R20mm/day di Bagian Pesisir Barat Pulau Sumatera

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, E., Barry, A. A., Brunet, M., Ekan, L., Fernandes, A., Massoukina, M., Mbah, J., Mhanda, A., do Nascimento, D. J., Peterson, T. C., Uamba, O. T., Tomou, M., & Zhang, X. (2009). Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955-2006. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 114(2). <https://doi.org/10.1029/2008JD011010>
- Akhsan, H., Irfan, M., Supari, S., & 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), 403–413. <https://doi.org/10.26554/sti.2023.8.3.403-413>
- Ariska, M., Akhsan, H., Muslim, M., Sudirman, & Kistiono. (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. *JIFP (Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya)*, 6(2), 31–41. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/>
- Ariska, M., Akhsan, H., Romadoni, M., & Fena siska putriyani. (2022). Prediksi Perubahan Iklim Ekstrim di Kota Palembang dan Kaitannya dengan Fenomena El Niño-Southern Oscillation

- (ENSO) Berbasis Machine Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 6(2), 79–86.
- Azuga, N. A., Galib, M., & Elizal. (2020). Analyzing the Effect of Indian Ocean Dipole Phenomenon To the Anomalies Distribution of Sea Surface Temperature in West Sumatera. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(3), 260–270. <https://doi.org/10.31258/ajaoas.3.3.260-270>
- Collischonn, B., Collischonn, W., & Tucci, C. E. M. (2008). Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. *Journal of Hydrology*, 360(1–4), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.07.032>
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., Willett, K. M., Aguilar, E., Brunet, M., Caesar, J., Hewitson, B., Jack, C., Klein Tank, A. M. G., Kruger, A. C., Marengo, J., Peterson, T. C., Renom, M., Oria Rojas, C., Rusticucci, M., ... Kitching, S. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(5), 2098–2118. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50150>
- Hermawan, E. (2010). Pengelompokan Pola Curah Hujan Yang Terjadi di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2).
- Hidayat, R., & Ando, K. (2018). Variabilitas Curah Hujan Indonesia dan Hubungannya dengan ENSO/IOD: Estimasi Menggunakan Data JRA-25/JCDAS. *Agromet*, 28(1), 1. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.28.1.1-8>
- Kasihairani, D., Virgianto, R. H., & Risnyah, S. (2014). Dampak El Niño Southern Oscillation Dan Indian Ocean Dipole Mode Terhadap Variabilitas Curah H .... *Seminar Sains Atmosfer*.
- Klein Tank, A. M. ., Zwiers, F. W., & Zhang, X. (2009). *Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*.
- Maslakah, F. A. (2014). TREN TEMPERATUR DAN HUJAN EKSTRIM DI JUANDA SURABAYA TAHUN 1981-2013. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 16(3), 135–143.
- McPhaden, M. J., Lee, T., & McClurg, D. (2019). El Niño and its relationship to changing background conditions in the tropical Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(4), 2447–2455. <https://doi.org/10.1029/2011GL048275>
- Misnawati, ., & Perdanawanti, M. (2019). Trend of Extreme Precipitation over Sumatera Island for 1981-2010. *Agromet*, 33(1), 41–51. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.33.1.41-51>
- Naveau, P., Nogaj, M., Ammann, C., Yiou, P., Cooley, D., & Jomelli, V. (2005). Méthodes statistiques pour l'analyse des extrêmes climatiques. *Comptes Rendus - Geoscience*, 337(10–11), 1013–1022. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.04.015>
- Prasetyo, S. (2021). Synoptic and Mesoscale Analysis of Extreme Rainfall Event in Cilacap Meteorological Station, Indonesia on December 7, 2018. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*,

5(2), 121–131. <https://doi.org/10.24198/jiif.v5i2.31258>

- Supari, Tangang, F., Juneng, L., & Aldrian, E. (2017). Observed changes in extreme temperature and precipitation over Indonesia. *International Journal of Climatology*, 37(4), 1979–1997. <https://doi.org/10.1002/joc.4829>
- Supari, Tangang, F., Salimun, E., Aldrian, E., Sopaheluwakan, A., & Juneng, L. (2018). ENSO modulation of seasonal rainfall and extremes in Indonesia. *Climate Dynamics*, 51(7), 2559–2580. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-4028-8>
- Tan, M. L., Juneng, L., Tangang, F. T., Chung, J. X., & Radin Firdaus, R. B. (2021). Changes in temperature extremes and their relationship with ENSO in Malaysia from 1985 to 2018. *International Journal of Climatology*, 41(S1), E2564–E2580. <https://doi.org/10.1002/joc.6864>
- Tjasyono, B. H., Lubis, A., Juaeni, I., & Woro Harijono, S. B. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik Dan India Ekuatorial Terhadap Curah Hujan Di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2), 83–95.