JURNAL PENELITIAN SAINS
Journal Home Page: http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index

Analisis regresi fase kuat *El-Niño* dan *La-Niña* terhadap curah hujan di ekuatorial Pulau Kalimantan

MUHAMMAD SUBHAN AN-NIZAMI[1]*, I WAYAN JYESTA JAYA TARUNA[1], NUR FITRI RAHMADANI[1], TIARA EMANUELLA DISERA[1], DAN GIARNO[2]

[1] Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. [2] Program Studi Klimatologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Kata kunci:
El-Niño,
La-Niña,
curah hujan,
regresi

ABSTRAK: Penelitian ini mengkaji dampak fase kuat El-Niño dan La-Niña terhadap curah hujan bulanan di wilayah ekuatorial Pulau Kalimantan, Indonesia. Analisis dilakukan menggunakan data deret waktu selama 30 tahun (1991–2020) dari delapan stasiun meteorologi serta indeks Niño 3.4. Metode yang digunakan meliputi regresi linier berganda dan perhitungan anomali curah hujan untuk mengevaluasi pengaruh ENSO. Hasil menunjukkan bahwa fase kuat El-Niño secara konsisten menurunkan curah hujan di seluruh lokasi, dengan penurunan terbesar terjadi di SM Nangapinoh (-1035,28) dan SM Pangsuma (-909,19). Sebaliknya, fase kuat La-Niña menunjukkan dampak yang bervariasi secara spasial: SM Maritim Pontianak dan SM Tebelian mengalami peningkatan signifikan (1141,26 dan 308,55), sedangkan SM Nangapinoh dan SK Kalbar mencatat penurunan curah hujan. Variasi ini mengindikasikan sensitivitas lokal yang berbeda terhadap kejadian ENSO. Temuan ini menunjukkan bahwa respons iklim di Kalimantan bervariasi, dipengaruhi faktor geografis dan dinamika atmosfer lokal. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman variabilitas hidroklimat lokal dan mendukung pengembangan sistem peringatan dini serta strategi pengelolaan sumber daya air yang lebih adaptif.

Keywords:
El-Niño,
La-Niña,
rainfall,
regression

ABSTRACT: This study investigates the impact of strong El-Niño and La-Niña phases on monthly rainfall in the equatorial region of Kalimantan Island, Indonesia. Using 30-year time series data (1991–2020) from eight meteorological stations and the Niño 3.4 index, the analysis applies multiple linear regression and rainfall anomaly calculation to examine ENSO influences. Results show that strong El-Niño phases consistently decrease rainfall across all locations, with the largest reductions observed at SM Nangapinoh (-1035.28) and SM Pangsuma (-909.19). In contrast, strong La-Niña phases exhibit spatially varied effects: SM Maritim Pontianak and SM Tebelian experienced significant increases (1141.26 and 308.55), while SM Nangapinoh and SK Kalbar recorded notable decreases. These variations highlight differing local sensitivities to ENSO events. These findings indicate that climate responses in Kalimantan vary, influenced by geographical factors and local atmospheric dynamics. This research contributes to understanding regional hydroclimatic variability and supports the development of more localized and adaptive early warning systems and water resource planning strategies.

1 PENDAHULUAN

Perubahan pola cuaca dan iklim dalam jangka panjang yang terjadi secara global telah berdampak pada berbagai sektor kehidupan [1]. Fenomena ini mencakup perubahan rata-rata dari faktor-faktor yang berkaitan dengan iklim dan berlaku untuk satu periode yang panjang, umumnya puluhan tahun atau lebih [2]. Faktor-faktor yang berkaitan dengan iklim tersebut diantaranya adalah radiasi matahari, suhu, tekanan udara, angin, kelembapan, dan curah hujan [3].

Wilayah tropis, yang terletak di antara garis khatulistiwa dan lintang 23,5° LU–23,5° LS, dikenal dengan iklimnya yang hangat dan lembap sepanjang tahun. Iklim tropis terbentuk akibat paparan langsung sinar matahari yang intens, yang menyebabkan suhu rata-rata tetap tinggi [4]. Dinamika iklim di wilayah ini sangat dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara atmosfer dan lautan yang terjadi di Samudera Pasifik. Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang berlokasi dekat Samudera Pasifik, Indonesia sangat terpengaruh oleh fluktuasi iklim yang terjadi akibat interaksi atmosfer-laut [5]. Fenomena utama yang mendominasi adalah *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), yang berperan besar dalam menentukan variabilitas curah hujan musiman hingga tahunan di Indonesia [6].

Sebagai fenomena interaksi atmosfer-laut terkuat di bumi, ENSO secara signifikan mempengaruhi sis-

* **Corresponding Author**: muhammadsubhanannizami@gmail.com

https://doi.org/10.56064/jps.v27i3.1233
Naskah diusulkan: 21 Juli 2025; disetujui: 2 Oktober 2025; diterbitkan: 11 November 2025
p-ISSN: 1410-7058 e-ISSN: 2597-7059 © 2025 JPS MIPA UNSRI

tem atmosfer dan lautan di Pasifik pada skala waktu antar tahun. Secara umum terdapat 2 fase dominan pada ENSO, yang dikenal sebagai El-Niño dan La-Niña. El-Niño merujuk pada periode di mana suhu permukaan laut di bagian tengah hingga timur Samudra Pasifik ekuatorial lebih hangat dari biasanya, dengan puncak yang biasanya terjadi sekitar bulan Desember. Secara khusus, ketika El-Niño terjadi, curah hujan di sebagian besar Indonesia cenderung berkurang. Sementara itu, fase yang dikenal sebagai La-Niña ditandai dengan suhu permukaan laut yang lebih dingin dari biasanya di bagian tengah dan timur Pasifik ekuatorial. Pada saat La-Niña berlangsung, wilayah Indonesia akan mengalami peningkatan curah hujan [7][8].

Kalimantan, sebagai pulau terbesar ketiga di dunia yang terletak di garis ekuator, memiliki posisi strategis untuk mengkaji dampak dari fase kuat El-Niño dan La-Niña terhadap curah hujan. Dengan luas hutan hujan tropis mencapai 70% dari total wilayahnya, Kalimantan, dengan dominasi hutan hujan tropis, berperan penting dalam siklus hidrologi regional sekaligus dalam penyerapan karbon global [9]. Perubahan pola curah hujan di wilayah ini dapat mempengaruhi tidak hanya ekosistem lokal, tetapi juga ketahanan pangan, produksi energi, dan keseimbangan ekologi global.

Studi mengenai pengaruh ENSO terhadap curah hujan di Indonesia telah banyak dilakukan, namun Sebagian besar berfokus pada Pulau Jawa (Hamada (2002) Prasetyo (2017) dan Pulau Sumatera (Irwandi (2018) Narulita (2020). Penelitian yang menyoroti wilayah ekuatorial Kalimantan masih terbatas, padahal wilayah ini memiliki karakteristik geografis unik berupa hutan hujan tropis, dataran rendah yang luas, serta peran penting dalam siklus hidrologi regional. Sidauruk (2023) misalnya, menemukan bahwa variabilitas curah hujan akibat ENSO di Kalimantan Timur dapat memicu bencana hidrometeorologi. Namun, kajian spesifik mengenai pengaruh fase kuat El-Niño dan La-Niña secara simultan di wilayah ekuatorial Kalimantan masih jarang dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fase kuat El-Niño dan La-Niña terhadap pola curah hujan di wilayah ekuatorial Pulau Kalimantan dengan menggunakan analisis regresi dan perhitungan anomali berdasarkan data 30 tahun (1991–2020). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih baik tentang variabilitas hidroklimat lokal serta mendukung pengembangan sistem peringatan dini dan strategi pengelolaan sumber daya air yang adaptif berbasis kondisi regional.

2 METODE PENELITIAN

Lokasi

Penelitian ini dilakukan di wilayah ekuatorial Pulau Kalimantan, yang direpresentasikan oleh stasiun meteorologi (SM) dan stasiun klimatologi (SK) yang terletak di antara 1° LU hingga 1° LS: SM Aji Pangeran Tumenggung Pranoto (APTP), SM Tebelian, SM Beringin, SM Supadio, SM Maritim Pontianak, SM Nangapinoh, SM Pangsuma, dan SK Kalbar.

Data

Penelitian kali ini menggunakan 2 jenis data. Data yang pertama adalah data curah hujan harian selama 30 tahun (1991-2020) pada: SM APTP, SM Tebelian, SM Beringin, SM Supadio, SM Maritim Pontianak, SM Nangapinoh, SM Pangsuma, dan Stasiun Klimatologi Kalbar. Data ini diperoleh dari link berikut: https://dataonline.bmkg.go.id/. Data kedua adalah data Indeks Niño 3.4 yang diperoleh dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Data ini diperoleh dari link berikut: https://psl.noaa.gov/data/timeseries/monthly/NINO34/.

Metode

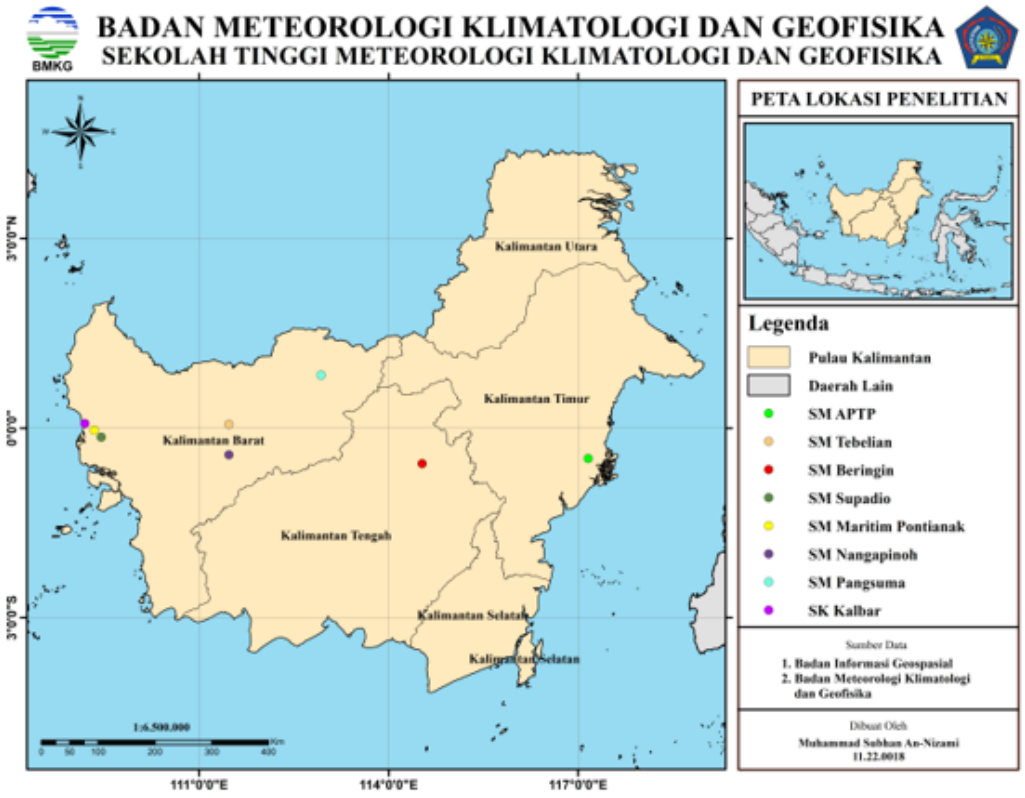
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis hubungan antara indeks Niño 3.4 di fase El-Niño kuat dan La-Niña kuat terhadap curah hujan di wilayah ekuatorial Pulau Kalimantan. Pendekatan pada penelitian ini adalah deskriptif-analitik, yang mendeskripsikan data secara sistematis dengan mengeksplorasi hubungan di antara variabel-variabel yang diteliti. Data dianalisis dengan menggunakan metode regresi untuk mengidentifikasi pola hubungan dan pengaruh antar variabel [15].

Analisis regresi digunakan untuk memodelkan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Dalam penelitian ini, digunakan regresi linear berganda untuk mengetahui sejauh mana fase El-Niño kuat dan La-Niña kuat mempengaruhi curah hujan. Pemilihan regresi linear berganda didasarkan pada kemampuannya untuk mengukur kontribusi variabel independen ganda (dalam hal ini indeks Niño 3.4 pada fase El-Niño kuat dan La-Niña kuat) terhadap variasi curah hujan sebagai variabel dependen. Metode ini sesuai digunakan karena data curah hujan menunjukkan fluktuasi antar waktu yang dipengaruhi oleh lebih dari satu fenomena iklim secara bersamaan. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan identifikasi hubungan linier yang sederhana namun informatif, sehingga dapat memberikan gambaran awal tentang pengaruh ENSO

terhadap curah hujan di wilayah penelitian dengan mempertimbangkan keterbatasan data observasi jangka panjang. Model regresi tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk [16]:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n \quad (1)$$

Jika nilai koefisien positif (+), maka terdapat hubungan searah antara variabel dependen (Y) dan variabel independen, di mana peningkatan X_1 atau X_2 diikuti oleh peningkatan Y. Sebaliknya, jika nilai koefisien negatif (-), maka terdapat hubungan berlawanan arah, di mana peningkatan X_1 atau X_2 diikuti oleh penurunan Y. Namun, jika nilai koefisien sama dengan 0, maka variabel dependen (Y) tidak dipengaruhi oleh variabel independen (X_1 dan X_2).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Untuk melihat dampak yang ditimbulkan terhadap jumlah curah hujan pada periode-periode terjadinya fase El-Niño kuat dan La-Niña kuat, akan dilakukan perhitungan penyimpangan atau anomali jumlah curah hujan pada periode-periode tersebut. Nilai anomali dihitung berdasarkan persamaan berikut [17]:

$$Anomali = RR - \overline{RR} \quad (2)$$

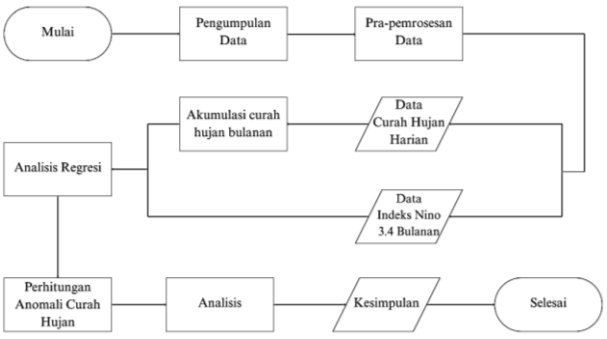
Keterangan:

RR : jumlah curah hujan bulanan

$\overline{RR}$: rata-rata curah hujan bulanan per bulan

Alur

Penelitian dilakukan dengan rangkaian proses seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

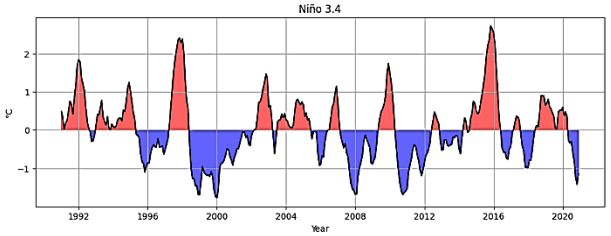
Analisis Fenomena El Niño-Southern Oscillation (ENSO)

Anomali suhu muka laut dihitung berdasarkan selisih dari suhu rata-rata. Saat terjadi anomali suhu muka laut di wilayah Niño 3.4, besarnya nilai anomali tersebut akan mempengaruhi fase ENSO yang terjadi. Fase-fase ENSO, berdasarkan anomali suhu muka laut, dapat dikategorikan dengan klasifikasi sebagai berikut [18][19][20]:

Tabel 1. Klasifikasi fase ENSO berdasarkan anomali suhu muka laut

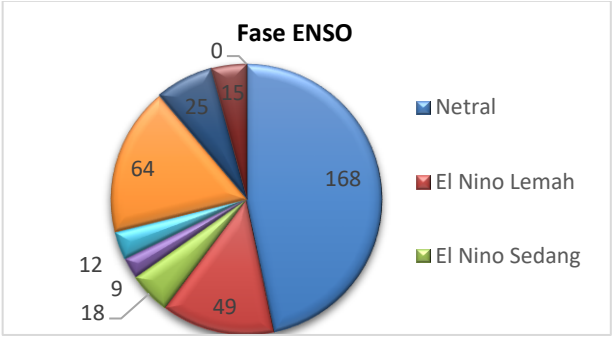
Suhu Muka Laut	Fase
+0,5°C s/d +1,0°C	El- Niño Lemah (Weak El-Niño)
+1,1°C s/d +1,5°C	El-Niño Sedang (Moderate El-Niño)
+1,5°C s/d +2°C	El-Niño Kuat (Strong El-Niño)
> +2°C	El-Niño Sangat Kuat (Very Strong El-Niño)
0,5°C s/d -0,5°C	Netral
-0,5°C s/d -1°C	La-Niña Lemah (Weak La-Niña)
-1°C s/d -1,5°C	La-Niña Sedang (Moderate La-Niña)
-1,5°C s/d -2°C	La-Niña Kuat (Strong La-Niña)
< -2°C	La-Niña Sangat Kuat (Very Strong La-Niña)

Gambar 3, menunjukkan indeks Niño 3.4 bulanan yang diplot membentuk diagram *timeseries*. Warna biru menunjukkan nilai negatif yang mengindikasikan terjadinya penurunan suhu muka laut. Sedangkan nilai positif diberi warna merah yang menunjukkan terjadinya peningkatan suhu muka laut.



Gambar 3. Grafik indeks Niño 3.4 periode 1991-2020

Gambar 4 menunjukkan frekuensi dari setiap fase ENSO yang terjadi dari periode 1991-2020 berdasarkan indeks Niño 3.4. Fase netral mendominasi dengan 168 kejadian, mencerminkan bahwa kondisi tanpa El-Niño atau La-Niña paling sering terjadi. Kejadian La-Niña memiliki frekuensi sebanyak 104 kejadian (lemah hingga kuat), lebih tinggi dibandingkan frekuensi kejadian El-Niño, yakni sebanyak 88 kejadian. Hal ini menunjukkan bahwa Pasifik tropis cenderung mengalami anomali pendinginan lebih sering dibandingkan pemanasan selama periode data. Meskipun frekuensi kejadian El-Niño lebih sedikit dibandingkan La-Niña , tetapi terdapat 12 kejadian El-Niño sangat kuat yang menandakan risiko pemanasan ekstrem yang lebih signifikan. Tidak adanya La Niña sangat kuat menunjukkan bahwa anomali pendinginan ekstrem lebih jarang dibandingkan pemanasan ekstrem.



Gambar 4. Frekuensi terjadinya fase ENSO

Berdasarkan klasifikasi pada tabel 1 dan indeks Niño 3.4 pada gambar 4, berikut adalah periode terjadinya fase El-Niño kuat dan La-Niña kuat pada tahun 1991-2000:

Tabel 2. Periode terjadinya fase El-Niño kuat dan La Niña kuat

Fase	Periode
El-Niño Kuat	Desember 1991, Januari 1992, Februari 1992, Juli 1997, Agustus 1997, Desember 2009, Januari 2010, Agustus 2015, Maret 2016
La-Niña Kuat	Desember 1998, Januari 1999, November 1999, Desember 1999, Januari 2000, Februari 2000, November 2007, Desember 2007, Januari 2008, Februari 2008, September 2010, November 2010, Desember 2010, Januari 2011

Analisis Regresi Fase El-Niño Kuat Terhadap Curah Hujan di Wilayah Equatorial Pulau Kalimantan

Dari data indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di lokasi penelitian pada periode terjadinya fase El-Niño kuat, didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

SM APTP

$$Y = 555.7155 - 264.0359\,X \quad (3)$$

SM Tebelian

$$Y = 628.9955 - 227.2036\,X \quad (4)$$

SM Beringin

$$Y = 1017.0014 - 422.8204\,X \quad (5)$$

SM Supadio

$$Y = 1103.4764 - 494.3473\,X \quad (6)$$

SM Maritim Pontianak

$$Y = 776.4028 - 388.4731\,X \quad (7)$$

SM Nangapinoh

$$Y = 2130.4480 - 1035.2814\,X \quad (8)$$

SM Pangsuma

$$Y = 1788.1578 - 909.1856\,X \quad (9)$$

SM Kalbar

$$Y = 997.4931 - 470.9401 \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan tersebut terlihat bahwa di semua lokasi menunjukkan hubungan negatif antara indeks Niño 3.4 dan curah hujan pada periode terjadinya fase El-Niño kuat. Temuan ini mencerminkan pengaruh khas dari fenomena El-Niño, di mana pemanasan anomali di Pasifik Tengah-Timur menyebabkan pergeseran pusat konveksi awan ke wilayah timur, sehingga mengurangi pembentukan awan hujan di kawasan Indonesia, termasuk Pulau Kalimantan.

Dampak paling besar terjadi di SM Nangapinoh (-1035.28) dan SM Pangsuma (-909.18). Keduanya berada di pedalaman, jauh dari sumber kelembapan laut, sehingga penurunan suplai uap air akibat El-Niño lebih terasa. Sebaliknya, SM APTP (-264.03) dan SM Tebelian (-227.20) mencatat penurunan paling kecil, kemungkinan karena faktor lokal seperti tutupan hutan yang lebat dan pengaruh angin darat–laut yang masih cukup kuat Kurniadi (2021).

Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh El-Niño di Pulau Kalimantan bersifat spasial dan tidak homogen, sehingga pendekatan prediksi curah hujan di wilayah ini harus mempertimbangkan variabilitas lokal, bukan hanya indikator global. Temuan ini memiliki implikasi penting bagi pengembangan model prediksi hidrometeorologi yang lebih akurat di wilayah ekuatorial Indonesia.

Gambar 5 menunjukkan diagram anomali curah hujan di lokasi penelitian pada saat terjadinya fase El-Niño kuat.

Sebagian besar lokasi menunjukkan anomali negatif, namun pada SM Nangapinoh dan SM Pangsuma terdapat fluktuasi besar, termasuk anomali positif pada beberapa periode. Kondisi ini diduga berkaitan dengan pengaruh lokal seperti topografi dataran rendah pedalaman dan variasi angin regional yang sesekali masih mampu mendukung pembentukan awan. Anomali negatif terbesar tercatat di SM Pangsuma pada Desember 1991 (-383.19), sedangkan anomali positif terbesar terjadi di SM Nangapinoh pada Maret 2016 (+347.66).

Analisis Regresi Fase La-Niña Kuat Terhadap Curah Hujan di Wilayah Equatorial Pulau Kalimantan

Dari data indeks Niño 3.4 dan curah hujan bulanan di lokasi penelitian pada periode terjadinya fase La-Niña kuat, didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

SM APTP

$$Y = -59.1806 - 162.7324\,X \quad (11)$$

SM Tebelian

$$Y = 846.2810 + 308.5470\,X \quad (12)$$

SM Beringin

$$Y = 191.6794 - 72.7732\,X \quad (13)$$

SM Supadio

$$Y = -505.5522 - 488.3584\,X \quad (14)$$

SM Maritim Pontianak

$$Y = 2028.4172 + 1141.2564\,X \quad (15)$$

SM Nangapinoh

$$Y = -577.9069 - 583.2371\,X \quad (16)$$

SM Pangsuma

$$Y = 863.9683 + 272.5784\,X \quad (17)$$

SM Kalbar

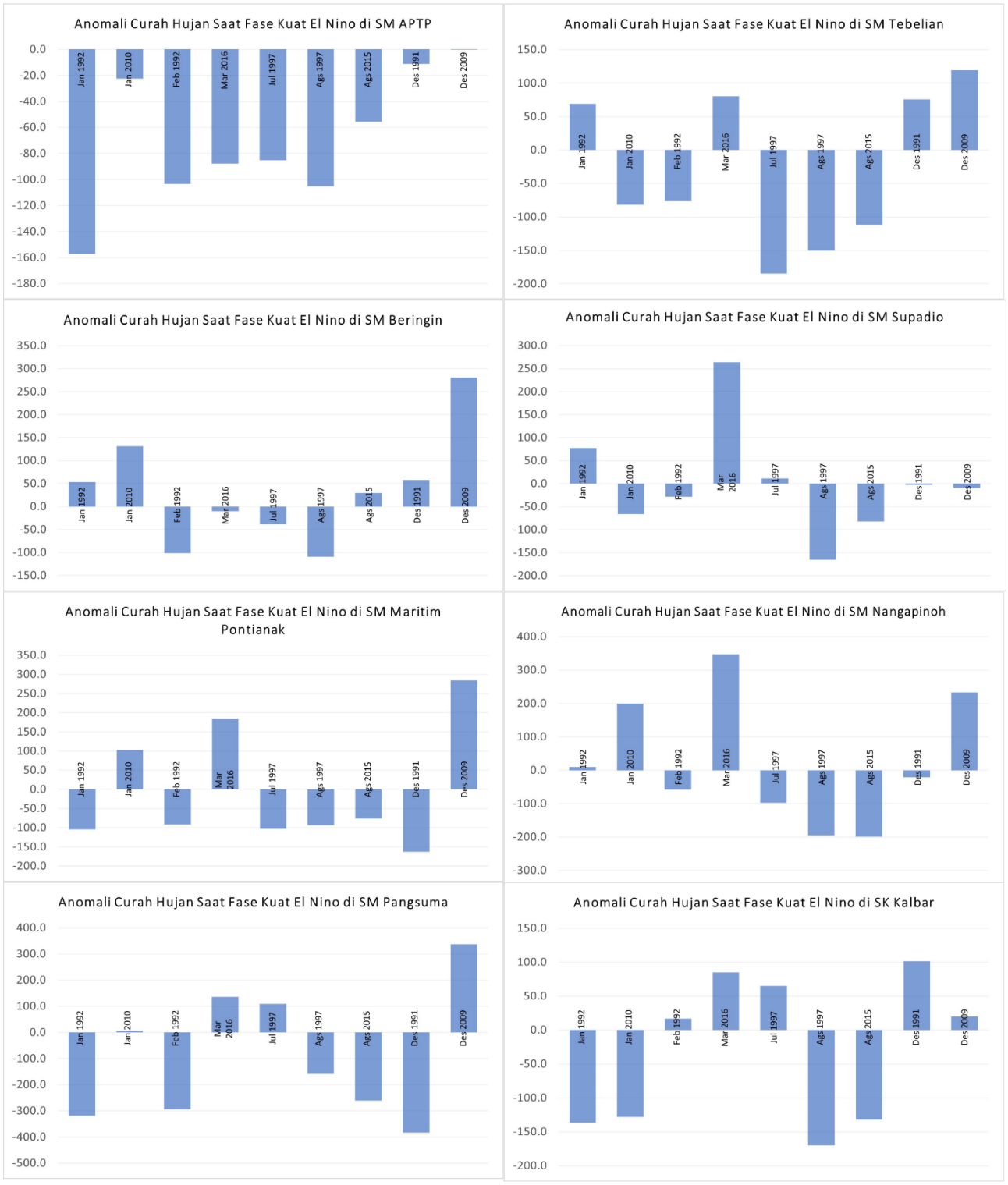
$$Y = -587.7510 - 536.0165\,X \quad (18)$$

Hasil menunjukkan pola yang lebih bervariasi dibanding fase El-Niño. Beberapa lokasi, seperti SM Maritim Pontianak (+1141.26), SM Tebelian (+308.55), dan SM Pangsuma (+272.57), mencatat hubungan positif yang kuat. Peningkatan curah hujan di SM Maritim Pontianak kemungkinan diperkuat oleh posisinya yang dekat dengan Selat Karimata dan pengaruh angin baratan dari Laut Cina Selatan yang menguat saat La-Niña.

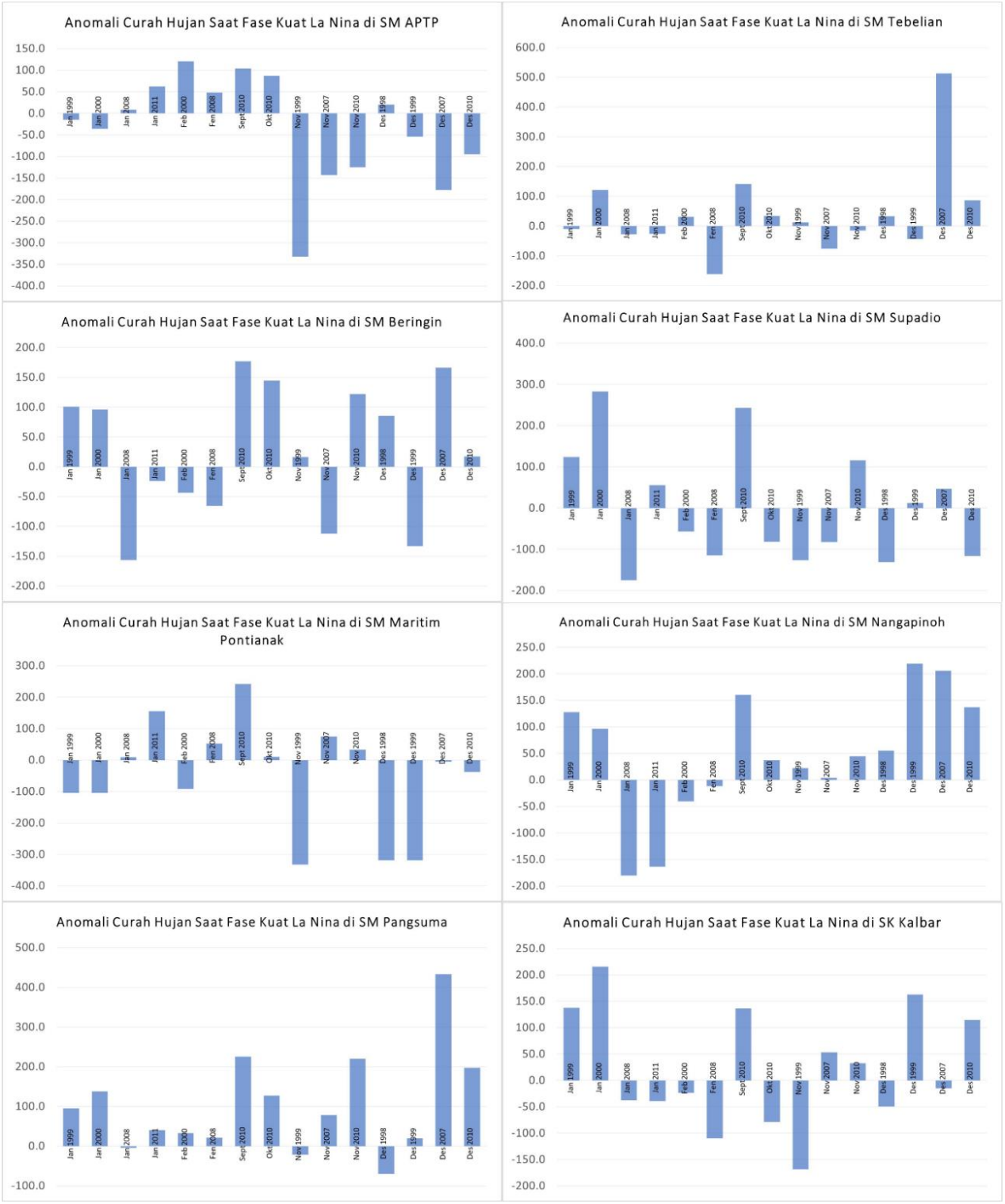
Sebaliknya, SM Nangapinoh (–583.23) dan SK Kalbar (–536.02) menunjukkan penurunan curah hujan. Kondisi ini bisa dijelaskan oleh faktor lokal, seperti efek bayangan hujan akibat orografi serta perubahan sirkulasi regional yang membatasi distribusi uap air. Temuan ini berbeda dengan Sidauruk (2023) yang melaporkan peningkatan

curah hujan di Kalimantan Timur, menandakan adanya variasi respons spasial di Kalimantan.

Gambar 6 menunjukkan diagram anomali curah hujan di lokasi penelitian pada saat terjadinya fase La-Niña kuat.



Gambar 5. Anomali curah hujan saat fase El-Niño kuat di lokasi penelitian



Gambar 6. Anomali curah hujan saat fase La-Niña kuat di lokasi penelitian

Sebagian besar lokasi mencatat anomali positif, misalnya Desember 2007 di SM Tebelian (+512.52). Namun, anomali negatif juga muncul, seperti di SM Maritim Pontianak pada November 1999 (–383.19) dan di SK Kalbar pada Januari 2008. Stasiun seperti SM Beringin dan SM APTP relatif stabil dengan anomali kecil, sementara SM Supadio dan SM Pangsuma menunjukkan fluktuasi besar.

Secara keseluruhan, fase La-Niña memperkuat curah hujan musiman di banyak lokasi, tetapi di beberapa daerah justru menimbulkan penurunan signifikan. Hal ini menegaskan bahwa respon curah hujan di Kalimantan sangat dipengaruhi faktor geografis lokal selain kondisi global ENSO.

4 KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase kuat El-Niño secara konsisten memiliki hubungan negatif dengan curah hujan di seluruh lokasi penelitian di wilayah ekuatorial Pulau Kalimantan. Temuan ini sejalan dengan teori dasar ENSO, di mana pemanasan anomali di wilayah Pasifik Tengah-Timur menyebabkan pergeseran pola konveksi dan melemahkan pembentukan awan di wilayah Indonesia. Lokasi seperti SM Nangapinoh dan SM Pangsuma menunjukkan dampak yang paling signifikan, dengan koefisien regresi masing-masing -1035.2814 dan -909.1856, mencerminkan kerentanan tinggi terhadap penurunan curah hujan selama fase kuat El-Niño.

Sebaliknya, fase kuat La-Niña menunjukkan pola yang lebih kompleks dan bervariasi. Beberapa lokasi, seperti SM Maritim Pontianak, SM Tebelian, dan SM Pangsuma, menunjukkan hubungan positif yang signifikan terhadap curah hujan dengan koefisien regresi terbesar berturut-turut 1141.2564, 308.5470, dan 272.5784. Sementara itu di lokasi lain justru mencatat penurunan seperti pada SM Nangapinoh dan SM Klimat yang mencatat koefisien regresi negatif terbesar, masing-masing -583.2371 dan -536.0165. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh La-Niña lebih dipengaruhi oleh faktor lokal, seperti topografi, sirkulasi angin regional, dan pola musiman.

Variabilitas dampak ENSO di Pulau Kalimantan menegaskan perlunya pendekatan spasial dalam kajian iklim Indonesia. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman curah hujan tropis, khususnya di wilayah ekuatorial yang masih kurang dikaji, serta menekankan pentingnya sistem peringatan dini berbasis data lokal yang adaptif terhadap karakteristik wilayah.

REFERENSI

[1] J. Julismin, "Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia," *JURNAL GEOGRAFI*, vol. 5, no. 1, hlm. 39–46, Feb 2013, doi: 10.24114/jg.v5i1.8083.

[2] P. A. Dirmeyer, D. Niyogi, N. de Noblet-Ducoudré, R. E. Dickinson, dan P. K. Snyder, "Impacts of land use change on climate," *Int. J. Climatol*, vol. 30, no. 13, hlm. 1905–1907, 2010.

[3] T. K. Manik, "Klimatologi Dasar; Unsur Iklim dan Proses Pembentukan Iklim," 2014. [Daring]. Tersedia pada: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:192901565

[4] F. I. Syamsudin, "Analisis Pengaruh Aktivitas Matahari Terhadap Perubahan Iklim," dalam *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 2018, hlm. 179–183.

[5] B. T. Hk., Ruminta, A. F. Lubis, I. Juaeni, dan S. B. Harijono, "Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia," 2010. [Daring]. Tersedia pada: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129153147

[6] A. Kurniadi, E. Weller, S. Min, dan M. Seong, "Independent ENSO and IOD impacts on rainfall extremes over Indonesia," *International Journal of Climatology*, vol. 41, no. 6, hlm. 3640–3656, Mei 2021, doi: 10.1002/joc.7040.

[7] B. T. Hk. dan B. Bannu, "Dampak Enso pada Faktor Hujan di Indonesia," 2009. [Daring]. Tersedia pada: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:128895190

[8] F. S. Graham dan J. N. Brown, "El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation," dalam *Encyclopedia of Natural Resources: Air*, CRC Press, 2014, hlm. 1023–1030. doi: 10.1081/e-enra-120047617.

[9] E. P. Ningsih, "Peran Hutan dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Analisis Penyerapan Karbon oleh Hutan Hujan Tropis," *Journal of Horizon*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–5, Mei 2024, doi: 10.62872/5mqjxv79.

[10] J.-I. Hamada, M. D YAMANAKA, J. Matsumoto, S. Fukao, P. A. Winarso, dan T. Sribimawati, "Spatial and temporal variations of the rainy season over Indonesia and their link to ENSO," *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, vol. 80, no. 2, hlm. 285–310, 2002, doi: https://doi.org/10.2151/jmsj.80.285.

[11] Y. Prasetyo dan F. Nabilah, "Pattern analysis of El Nino and La Nina phenomenon based on sea surface temperature (SST) and rainfall intensity using oceanic Nino Index (ONI) in West Java Area," dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, hlm. 12041.

[12] H. Irwandi, N. Pusparini, J. Y. Ariantono, R. Kurniawan, C. A. Tari, dan A. Sudrajat, "The influence of ENSO to the rainfall variability in North Sumatra Province," dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, hlm. 12055. doi: 10.1088/1757-899X/335/1/012055.

[13] I. Narulita, R. Rahayu, E. Kusratmoko, S. Supriatna, dan M. Djuwansah, "Ancaman kekeringan meteorologis di pulau Kecil tropis akibat pengaruh El-Nino Dan Indian Ocean dipole (IOD) positif, studi kasus: Pulau Bintan," *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, vol. 10, no. 3, hlm. 127–138, 2020.

[14] M. Sidauruk, H. Juni Risma Saragih, S. Tri Utomo, dan P. Widodo, "Rainfall Variability In East Kalimantan From Impact Of El Nino And La Nina To Effort Disaster Prevention To Support National Security," *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*

(IJPSAT, vol. 38, no. 2, hlm. 431–440, 2023, [Daring]. Tersedia pada: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov.

[15] M. Ariska, A. Darmawan, H. Akhsan, S. Supari, M. Irfan, dan I. Iskandar, "Pemodelan Numerik Hubungan Pola Curah Hujan Wilayah Equatorial di Pulau Sumatera Terhadap Fenomena ENSO dan IOD," *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 11, no. 02, Jul 2023, doi: 10.23960/2Fjtaf.v11i2.6593.

[16] S. Sugiyono, "Statistika untuk penelitian," 2007, *Alfabeta*.

[17] S. Agustarini *dkk.*, "Analisis anomali curah hujan periode musim hujan saat terjadi la-nina Di NTB," *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, vol. 2, no. 2, hlm. 11–17, 2022.

[18] E. Aldrian, "Pembagian iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan dengan metoda 'double correlation,'" *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, vol. 2, no. 1, hlm. 11–18, 2001.

[19] E. Yulihastin, "Mekanisme Interaksi Monsun Asia dan Enso," *Berita Dirgantara*, vol. 11, no. 3, 2010.

[20] E. Y. Handoko, R. B. Filaili, dan . Y., "Analisa Fenomena ENSO di Perairan Indonesia Menggunakan Data Altimetri TOPEX/POSEIDON dan JASON SERIES Tahun1993 – 2018," *Geoid*, vol. 14, no. 2, hlm. 43, Sep 2019, doi: 10.12962/j24423998.v14i2.3892.