

Terbit online pada laman : <http://teknosi.fti.unand.ac.id/>

Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi

| ISSN (Print) 2460-3465 | ISSN (Online) 2476-8812 |



Artikel Penelitian

Analisis Risiko Banjir Berdasarkan Hasil Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode SARIMAX di Kabupaten Sumbawa

Romi Aprianto ^{a,*}, Akbar Tawaqqal ^b, Permata Ayu Dwi Puspitasari ^c

^aUniversitas Samawa, Jl. By Pass Sering Sumbawa 84380, Indonesia

^bUniversitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram 83115, Indonesia

^cSekolah Dasar Islam Terpadu Darus Sunnah, Jl. Raya By Pass Jorok Sumbawa 84316, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 13 November 2024

Revisi Akhir: 28 Oktober 2025

Diterbitkan Online: 28 Desember 2025

KATA KUNCI

banjir,
prediksi curah hujan,
SARIMAX
mitigasi bencana

KORESPONDENSI

E-mail: romiaprianto.sumbawa@gmail.com*

ABSTRACT

Penelitian ini menganalisis risiko banjir di Kabupaten Sumbawa dengan memprediksi curah hujan bulanan menggunakan model SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables) dengan memasukkan indeks Southern Oscillation Index (SOI) sebagai variabel eksogen. SARIMAX dipilih karena kemampuannya dalam menangkap pola musiman dan tren curah hujan serta mempertimbangkan pengaruh fenomena iklim global seperti El Niño dan La Niña. Data curah hujan dan SOI yang digunakan mencakup periode November 2000 hingga Oktober 2024. Hasil evaluasi model menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dengan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 37,61 mm dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 42,84 mm. Prediksi menunjukkan peningkatan curah hujan signifikan pada bulan Desember hingga Februari, yang menandakan periode risiko banjir tertinggi. Berdasarkan hasil prediksi ini, direkomendasikan beberapa langkah mitigasi, termasuk peningkatan infrastruktur penampungan air, pengelolaan waduk, penguatan sistem drainase, serta edukasi masyarakat untuk kesiapsiagaan banjir. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem mitigasi banjir yang lebih efektif di Kabupaten Sumbawa dan dapat diaplikasikan di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan memberikan dampak signifikan terhadap kehidupan masyarakat. Kabupaten Sumbawa, yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Barat, merupakan salah satu wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana banjir. Secara geografis, Kabupaten Sumbawa memiliki topografi yang beragam, mulai dari dataran rendah hingga pegunungan, dengan sejumlah sungai besar yang melintasi wilayah tersebut. Kondisi ini, ditambah dengan intensitas curah hujan yang tinggi pada musim penghujan, menjadikan Kabupaten Sumbawa sebagai daerah yang rawan terhadap bencana banjir. Dalam beberapa tahun terakhir, frekuensi kejadian banjir di Kabupaten Sumbawa menunjukkan peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat, sepanjang tahun 2018-2023 telah terjadi 42 kejadian banjir yang mengakibatkan kerugian material dan non-material yang cukup

besar. Kejadian ini menunjukkan bahwa upaya mitigasi dan sistem peringatan dini bencana banjir di Kabupaten Sumbawa masih perlu ditingkatkan. Salah satu faktor utama penyebab banjir di Kabupaten Sumbawa adalah curah hujan yang tinggi, terutama pada musim penghujan. Intensitas curah hujan yang tinggi, dikombinasikan dengan kondisi geografis dan degradasi lingkungan, dapat meningkatkan risiko terjadinya banjir [1]. Oleh karena itu, kemampuan untuk memprediksi curah hujan secara akurat menjadi sangat penting dalam upaya mitigasi bencana banjir [2].

Berbagai metode telah dikembangkan untuk memprediksi curah hujan, mulai dari metode konvensional hingga penggunaan teknologi modern berbasis kecerdasan buatan. Metode-metode konvensional seperti regresi linear dan analisis deret waktu sederhana telah lama digunakan. Namun, dengan semakin kompleksnya pola curah hujan akibat perubahan iklim, metode-

metode yang lebih baik terus dikembangkan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX). SARIMAX merupakan salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam memprediksi data time series yang memiliki pola musiman seperti curah hujan [3]. Metode ini merupakan pengembangan dari model ARIMA yang mempertimbangkan faktor musiman dan variabel eksternal yang dapat mempengaruhi variabel yang diprediksi [4]. Pemilihan metode SARIMAX dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, SARIMAX mampu menangkap pola kompleks dalam data curah hujan, termasuk tren, musiman, dan autokorelasi [5][6]. Kedua, metode ini fleksibel dalam mengakomodasi berbagai jenis data, baik data stasioner maupun non-stasioner [7][8]. Ketiga, SARIMAX dapat mengakomodasi variabel eksternal yang dapat mempengaruhi curah hujan, sehingga model yang dihasilkan menjadi lebih akurat [9][10].

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keefektifan metode SARIMAX dalam prediksi data time series. Penelitian yang dilakukan oleh Maulana dan Rosalina, 2024, meramalkan curah hujan jangka pendek di Pangeran Tasikmalaya menunjukkan bahwa model SARIMAX memberikan hasil kinerja MSE, MAE, dan MAPE dengan out sample terkecil dengan tingkat kepercayaan 95% [11]. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Nurhayati dkk, 2024 di Kalimantan Timur menunjukkan bahwa model SARIMAX lebih baik dibandingkan model NNARX dalam memprediksi pola pemanasan global berdasarkan nilai RMSE, MAE, MAPE, dan MASE. SARIMAX dapat memberikan hasil prediksi yang andal dan mudah diinterpretasikan [12]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Islam dan Imteaz, 2020 menunjukkan bahwa model ARIMAX yang dikembangkan dapat lebih baik dari model MLR dalam membantu mengatasi kesulitan dalam prediksi curah hujan musiman [13]. Ibrahim dan Musa, 2023, melakukan penelitian tentang kinerja model SARIMA dan SARIMAX dalam peramalan curah hujan di Negara Bagian Kogi Nigeria. Hasilnya adalah model SARIMAX lebih baik dari model SARIMA untuk pemodelan dan peramalan curah hujan [14]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Shah dkk, 2024 di Ahmedabad, India, yang melakukan prediksi suhu perkotaan, menunjukkan bahwa model SARIMAX mencapai RMSE sebesar 1,0265, yang menunjukkan akurasi tinggi dalam prediksi suhu perkotaan [15]. Beberapa penelitian di atas mengindikasikan bahwa metode SARIMAX dapat menjadi pilihan yang efektif dalam melakukan prediksi data time series, khususnya prediksi curah hujan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko banjir di Kabupaten Sumbawa berdasarkan hasil prediksi curah hujan menggunakan metode SARIMAX dengan mempertimbangkan variabel yang mempengaruhi curah hujan di Kabupaten Sumbawa, yaitu *Southern Oscillation Index (SOI)* dan merumuskan rekomendasi tindakan mitigasi bencana banjir di Kabupaten Sumbawa.

Urgensi penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Peningkatan frekuensi dan intensitas banjir di Kabupaten Sumbawa dalam beberapa tahun terakhir menuntut adanya sistem prediksi dan mitigasi yang lebih akurat. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem

1.1.1. Penentuan Parameter SARIMAX

Parameter SARIMAX ditentukan melalui analisis Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) [20]. Parameter yang perlu ditentukan adalah:

- Parameter untuk komponen non-musiman (ARIMA) yang terdiri dari p (Autoregressive), yaitu jumlah lag untuk komponen AR; d (Differencing), yaitu banyaknya perbedaan yang diterapkan pada data untuk mencapai stasioneritas; dan q (Moving Average), yaitu jumlah lag untuk komponen MA.
- Parameter untuk komponen musiman (Seasonal ARIMA) yang terdiri dari P (Seasonal Autoregressive), yaitu jumlah lag musiman untuk komponen AR; D (Seasonal Differencing), yaitu banyaknya perbedaan musiman untuk membuat data menjadi stasioner; Q (Seasonal Moving Average), yaitu jumlah lag musiman untuk komponen MA; dan s (Seasonal period), yaitu panjang siklus musiman, yang dalam kasus ini adalah 12 untuk data bulanan.

Penentuan nilai parameter awal ini dilakukan dengan observasi grafik ACF dan PACF pada data curah hujan, yang kemudian diuji untuk mendapatkan hasil terbaik dalam memodelkan pola musiman dan fluktuasi data. Mitigasi bencana banjir yang lebih efektif di Kabupaten Sumbawa. Metodologi yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi model untuk pengembangan sistem prediksi banjir di wilayah lain dengan karakteristik geografis dan iklim yang serupa. Hasil prediksi curah hujan yang akurat dapat membantu pemerintah daerah dalam merencanakan pembangunan infrastruktur yang lebih tahan terhadap bencana banjir, serta membantu masyarakat dalam mempersiapkan diri menghadapi bencana banjir.

2. METODE

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model time series untuk memprediksi curah hujan bulanan di Kabupaten Sumbawa. Metode yang digunakan adalah Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with exogenous factors (SARIMAX), yang memungkinkan prediksi data deret waktu dengan mempertimbangkan variabel eksternal untuk meningkatkan akurasi hasil prediksi [16]. Dalam penelitian ini, data curah hujan bulanan digunakan sebagai variabel target, sementara Southern Oscillation Index (SOI) dipilih sebagai variabel eksogen yang relevan karena keterkaitannya dengan pola iklim global yang memengaruhi curah hujan di Indonesia.

2.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Data curah hujan bulanan untuk Kabupaten Sumbawa dari November 2000 hingga Oktober 2024 diperoleh dari halaman <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
- Data Southern Oscillation Index (SOI): dari periode yang sama diperoleh dari halaman: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/>, sebagai indikator perubahan iklim yang berkaitan dengan fenomena El Nino dan La Nina.

2.3. Tahap Analisis Data

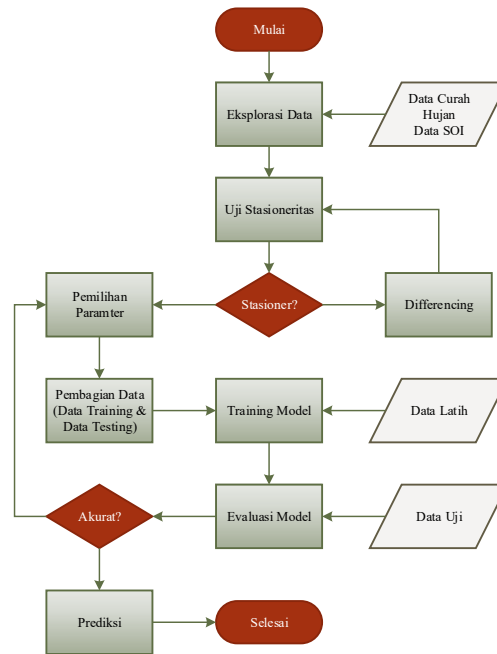
Tahapan analisis data ditunjukkan pada diagram alir di Gambar 1.

2.3.1. Eksplorasi dan Persiapan Data

Langkah awal dalam analisis adalah melakukan eksplorasi data untuk memahami pola musiman, tren, dan fluktuasi yang terdapat pada data curah hujan [17]. Data curah hujan bulanan diubah menjadi format deret waktu (time series) dengan mengatur indeks pada kolom waktu. Visualisasi awal dilakukan untuk mendeteksi pola-pola musiman dan mengidentifikasi anomali yang mungkin memengaruhi kualitas prediksi. Data SOI sebagai variabel eksogen juga dianalisis untuk memahami kaitannya dengan pola curah hujan.

2.3.2. Pengujian Stasioneritas

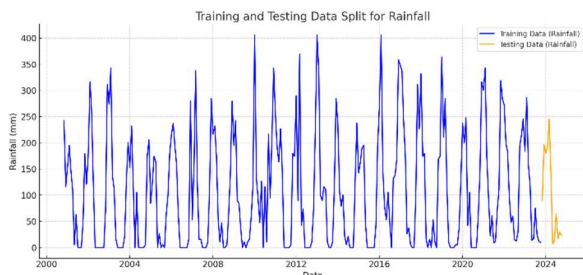
Pengujian stasioneritas dilakukan untuk memastikan bahwa data curah hujan bersifat stasioner, yaitu memiliki rata-rata dan varians yang konstan dari waktu ke waktu [18]. Uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) digunakan untuk menguji stasioneritas data. Jika data menunjukkan tren atau pola yang tidak stasioner, maka differencing diterapkan untuk membuat data menjadi stasioner. Namun, jika hasil uji menunjukkan bahwa data sudah stasioner, maka differencing tidak diperlukan [19].



Gambar 1. Diagram alir analisis data

2.3.3. Pembagian Data untuk Training dan Testing

Data dibagi menjadi dua bagian: data latih (training data) dari November 2000 hingga Oktober 2023 dan data uji (test data) dari November 2023 hingga Oktober 2024 (Gambar 2). Data latih digunakan untuk melatih model, sementara data uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja model dan mengukur akurasi prediksi [21].



Gambar 2. Pembagian data training dan data testing

2.3.4. Training Model

Model SARIMAX dilatih menggunakan data latih dengan curah hujan bulanan sebagai variabel target dan SOI sebagai variabel eksogen. Proses pelatihan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Python dan library statsmodels, yang

<https://doi.org/10.25077/TEKNOSI.v11i3.2025.207-217>

menyediakan modul untuk membangun dan mengestimasi model SARIMAX. Setelah model dilatih, parameter yang diperoleh dianalisis untuk memastikan signifikansi statistiknya terhadap pola curah hujan.

2.3.5. Evaluasi Model

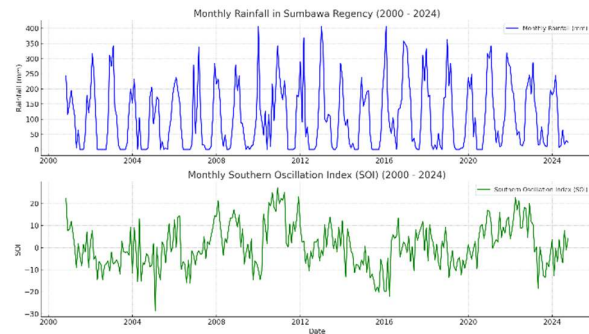
Model yang telah dilatih kemudian dievaluasi menggunakan data uji. Metrik evaluasi yang digunakan adalah Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE), yang mengukur seberapa besar kesalahan prediksi. MAE mengukur rata-rata kesalahan absolut, sedangkan RMSE menekankan pada kesalahan besar yang mungkin terjadi dalam prediksi. Nilai MAE dan RMSE yang rendah menunjukkan akurasi yang tinggi dari model [22].

2.3.6. Prediksi Curah Hujan

Setelah model dievaluasi dan dinyatakan layak, prediksi curah hujan dilakukan untuk periode November 2024 hingga Oktober 2025. Hasil prediksi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat dalam perencanaan mitigasi risiko banjir di Kabupaten Sumbawa.

3. HASIL

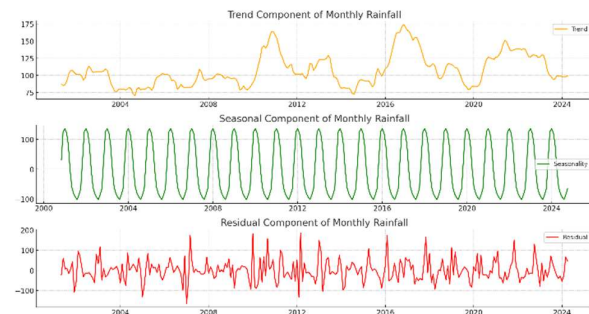
3.1. Eksplorasi Data



Gambar 3. Plot data curah hujan dan SOI

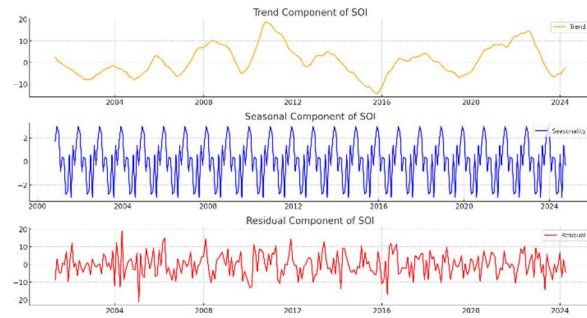
Grafik pertama pada Gambar 3 menampilkan fluktuasi curah hujan bulanan dari tahun 2000 hingga 2024. Tampak pola musiman, dengan peningkatan curah hujan pada bulan-bulan tertentu (musim hujan) dan penurunan selama musim kemarau. Grafik kedua menunjukkan variabilitas SOI bulanan dalam periode yang sama. SOI berfluktuasi dengan pola yang kompleks, memberikan indikasi perubahan iklim global yang dapat memengaruhi curah hujan, terutama melalui fenomena El Niño dan La Niña.

Grafik pertama pada Gambar 4 memperlihatkan komponen tren, yaitu arah pergerakan data curah hujan secara keseluruhan. Tren ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat fluktuasi bulanan, tidak terdapat tren naik atau turun yang konsisten secara jangka panjang dalam data ini, menandakan bahwa curah hujan cenderung stabil dari waktu ke waktu. Grafik kedua menunjukkan komponen musiman, yang menunjukkan pola berulang setiap tahun dengan siklus 12 bulan. Pola ini memperlihatkan peningkatan curah hujan pada musim hujan (sekitar Desember hingga Maret) dan penurunan selama musim kemarau (sekitar Juni hingga September). Pola musiman ini cukup stabil, menandakan siklus curah hujan yang mengikuti iklim tropis.



Gambar 4. Komponen tren, pola, dan residual curah hujan

Grafik ketiga memperlihatkan komponen residual atau sisa, yaitu variasi yang tidak dapat dijelaskan oleh komponen tren dan musiman. Fluktuasi ini mencerminkan variabilitas cuaca dan faktor-faktor eksternal lain yang memengaruhi curah hujan namun tidak tertangkap dalam pola musiman atau tren.



Gambar 5. Komponen tren, pola, dan residual pada data SOI

Grafik pertama pada Gambar 5 menunjukkan komponen tren dari SOI. Tidak terdapat tren yang konsisten dalam jangka panjang, namun terdapat pergerakan jangka menengah di mana nilai SOI mengalami peningkatan atau penurunan dalam beberapa periode tertentu. Hal ini menunjukkan adanya siklus yang mungkin terkait dengan perubahan iklim jangka menengah. Grafik kedua memperlihatkan komponen musiman dari SOI, tetapi pola musiman ini relatif lemah dan tidak memiliki siklus tahunan yang jelas. Ini menandakan bahwa SOI tidak secara langsung mengikuti pola musiman yang stabil, melainkan lebih terkait dengan fluktuasi iklim global yang tidak berulang secara teratur setiap tahun. Grafik ketiga memperlihatkan komponen residual, yang menunjukkan variabilitas yang tidak dapat dijelaskan oleh tren dan musiman. Komponen ini cukup besar, menandakan bahwa banyak variabilitas dalam SOI yang disebabkan oleh fenomena iklim global yang tidak terduga atau faktor eksternal lainnya.

3.2. Pengujian Stasioneritas

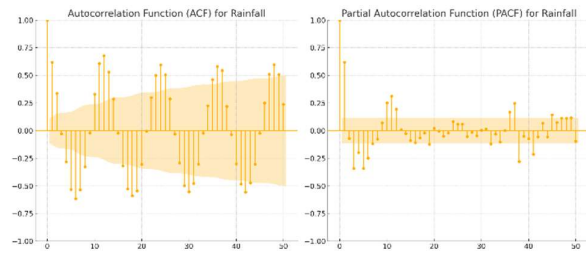
Hasil uji stasioneritas menggunakan Augmented Dickey-Fuller (ADF) pada data curah hujan dan SOI adalah sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Hasil uji stationeritas dengan ADF

	Curah Hujan	SOI
ADF Statistic	-3.195	-4.247
p-Value	0.020	0.0005
Critical Values	1%: -3.454 5%: -2.872 10%: -2.572	1%: -3.454 5%: -2.872 10%: -2.572

Untuk curah hujan, p-value sebesar 0.020, yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 5%, hasil ini menunjukkan bahwa data curah hujan bersifat stasioner. Artinya, rata-rata dan varians data curah hujan cenderung konstan dari waktu ke waktu, sehingga model prediksi dapat langsung diterapkan tanpa perlu differencing tambahan. Sedangkan untuk data SOI p-value sebesar 0.0005, yang jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 1%, data SOI juga dapat dianggap stasioner. Hasil ini menunjukkan bahwa data SOI tidak memiliki tren yang kuat dalam jangka panjang, sehingga cocok untuk analisis prediktif tanpa perlu transformasi tambahan.

3.3. Penentuan Parameter Model SARIMAX



Gambar 6. Plot ACF dan PACF

Berdasarkan plot Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) pada data curah hujan (Gambar 6), berikut adalah interpretasi untuk menentukan parameter SARIMAX:

a. Autocorrelation Function (ACF)

- Plot ACF menunjukkan peluruhan bertahap pada beberapa lag awal dan adanya puncak signifikan pada lag ke-12 (musiman tahunan), yang mengindikasikan adanya komponen moving average (MA) musiman.
- Peluruhan lambat pada lag awal menunjukkan adanya pola MA yang kuat, yang menunjukkan perlunya memasukkan nilai q dalam parameter SARIMAX.

b. Partial Autocorrelation Function (PACF)

- Plot PACF menunjukkan puncak signifikan pada lag 1, yang menunjukkan adanya komponen autoregressive (AR) pada data curah hujan.
- Terdapat juga puncak pada lag ke-12 yang mengindikasikan adanya pola musiman, sehingga akan sesuai jika memasukkan komponen musiman AR (P).

Berdasarkan analisis ACF dan PACF, berikut adalah parameter awal yang dipilih untuk model SARIMAX:

a. Non Musiman

- p 1 Komponen AR pada lag pertama
- d 0 Differencing tidak diperlukan karena data stasioner
- q 1 Komponen MA pada lag pertama

b. Musiman

- P 1 Komponen AR musiman pada lag ke-12
- D 0 Differencing musiman tidak diperlukan
- Q 1 Komponen MA musiman pada lag ke-12
- s 12 Periode musiman (12 bulan)

3.4. Pelatihan Model SARIMAX

Hasil pelatihan model SARIMAX menunjukkan parameter-parameter yang signifikan dalam memodelkan data curah hujan:

a. Parameter Non-Musiman

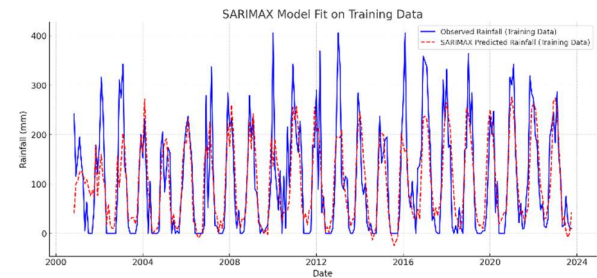
Koefisien autoregressive (AR) signifikan dengan nilai sekitar 0.9903, yang menunjukkan bahwa nilai curah hujan saat ini dipengaruhi secara kuat oleh nilai bulan sebelumnya. Koefisien moving average (MA) sekitar -0.9648 juga signifikan, menunjukkan kontribusi yang kuat dari komponen rata-rata bergerak pada model.

b. Parameter Musiman

Koefisien musiman pada lag ke-12 (siklus tahunan) sebesar 0.9993, yang menunjukkan pola musiman tahunan yang kuat dan konsisten. Koefisien MA musiman pada lag ke-12 juga signifikan dengan nilai -0.9442, menunjukkan adanya komponen musiman tambahan yang memperkuat prediksi.

c. Variabel Eksogen SOI

oefisien SOI sebesar 1.8186 signifikan secara statistik, yang menunjukkan bahwa variabel SOI memiliki dampak dalam model, dengan peningkatan SOI berkorelasi positif dengan peningkatan curah hujan.



Gambar 7. Hasil training model

Gambar 7 menunjukkan grafik hasil prediksi model SARIMAX pada data pelatihan. Observed Rainfall (Warna Biru) adalah data curah hujan yang sebenarnya pada periode pelatihan (November 2000 - Oktober 2023). Predicted Rainfall (Warna Merah Putus-putus): Ini adalah hasil prediksi model SARIMAX pada data pelatihan yang sama. Grafik ini menunjukkan bahwa prediksi model SARIMAX secara umum mengikuti pola dan fluktuasi curah hujan yang sebenarnya, termasuk pola musiman tahunan. Kesesuaian antara data yang diamati dan data yang diprediksi menunjukkan bahwa model ini mampu menangkap pola curah hujan secara akurat dalam periode pelatihan, termasuk kontribusi dari variabel eksogen SOI.

3.5. Evaluasi Model

Evaluasi model SARIMAX pada data uji memberikan hasil sebagai berikut:

a. Mean Absolute Error (MAE): 37.61 mm

Rata-rata kesalahan absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual adalah sekitar 37.61 mm, yang menunjukkan bahwa model secara umum cukup akurat dalam memprediksi curah hujan.

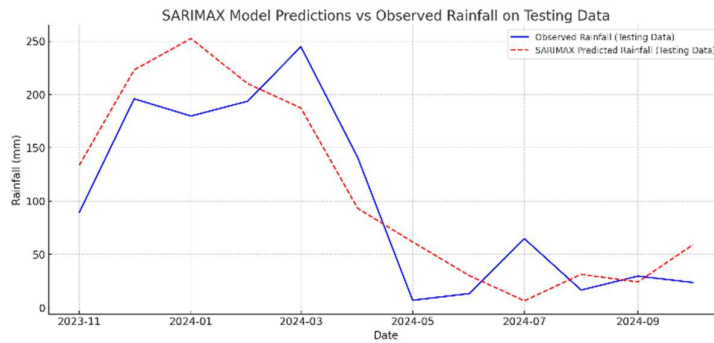
b. Root Mean Squared Error (RMSE): 42.84 mm

Nilai RMSE yang sedikit lebih tinggi menunjukkan adanya beberapa kesalahan prediksi yang lebih besar, tetapi masih berada dalam rentang yang wajar untuk data cuaca yang sering kali dipengaruhi oleh variabilitas tinggi.

Nilai MAE dan RMSE yang relatif rendah menunjukkan bahwa model SARIMAX ini cukup andal dalam memprediksi curah hujan bulanan di Kabupaten Sumbawa, termasuk mempertimbangkan variabel eksogen SOI yang membantu meningkatkan akurasi model.

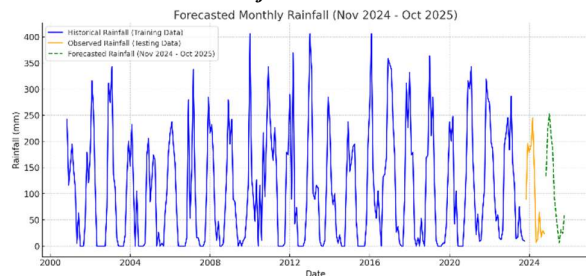
Grafik pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa model SARIMAX cukup baik dalam mengikuti pola dan fluktuasi curah hujan bulanan pada data uji, meskipun ada beberapa penyimpangan pada titik-titik tertentu.

Perbedaan kecil ini wajar dalam model cuaca, yang sering kali terpengaruh oleh variabilitas tinggi. Grafik ini mengkonfirmasi bahwa model mampu memberikan prediksi yang akurat dan cukup dekat dengan data aktual.



Gambar 8. Grafik evaluasi model SARIMAX

3.6. Prediksi Curah Hujan



Gambar 9. Grafik hasil prediksi curah hujan

Grafik pada Gambar 9 menunjukkan hasil prediksi curah hujan bulanan untuk periode November 2024 hingga Oktober 2025. Grafik ini memperlihatkan pola musiman yang diantisipasi oleh model SARIMAX berdasarkan data historis dan dampak variabel SOI. Model berhasil mempertahankan tren musiman yang terlihat pada data sebelumnya, mengindikasikan prediksi yang akurat dan dapat digunakan untuk perencanaan di masa depan. Nilai prediksi curah hujan bulanan November 2024 sampai Oktober 2025 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil prediksi curah hujan

Month	Rainfall Prediction (mm)
November 2024	133.48
Desember 2024	223.01
Januari 2025	252.44
Februari 2025	210.09
Maret 2025	187.29
April 2025	93.17
Mei 2025	61.68
Juni 2025	29.95
Juli 2025	6.41
Agustus 2025	31.26
September 2025	24.07
Oktober 2025	58.96

4. PEMBAHASAN

Model SARIMAX yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam memprediksi curah hujan bulanan di Kabupaten Sumbawa. Hasil evaluasi menunjukkan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 37.61 mm dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 42.84 mm, yang mencerminkan tingkat kesalahan prediksi yang relatif

rendah. Nilai RMSE yang sedikit lebih tinggi dari MAE menunjukkan adanya beberapa kesalahan prediksi yang lebih besar, namun nilai ini tetap dalam batas yang wajar untuk prediksi curah hujan, terutama mengingat banyaknya variabel eksternal yang memengaruhi data cuaca. Secara keseluruhan, model SARIMAX yang dilatih dengan variabel SOI berhasil menangkap pola musiman curah hujan yang konsisten.

Southern Oscillation Index (SOI) memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan akurasi prediksi curah hujan. Sebagai variabel eksogen, SOI memungkinkan model untuk mempertimbangkan fenomena iklim global yang dapat memengaruhi curah hujan, seperti El Niño dan La Niña. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien SOI dalam model SARIMAX signifikan secara statistik, yang berarti SOI berkontribusi terhadap prediksi curah hujan di Kabupaten Sumbawa. Ini sesuai dengan temuan dalam literatur yang menunjukkan bahwa fenomena El Niño cenderung menyebabkan penurunan curah hujan di Indonesia, sedangkan La Niña biasanya meningkatkan curah hujan [23][24]. Penggunaan SOI sebagai variabel eksogen dalam model SARIMAX terbukti efektif untuk menangkap variabilitas ini, sehingga meningkatkan akurasi prediksi secara keseluruhan. Dibandingkan dengan model SARIMA yang hanya menggunakan komponen musiman tanpa variabel eksogen, model SARIMAX menunjukkan performa yang lebih baik. Model tanpa variabel eksogen cenderung kurang akurat dalam memprediksi fluktuasi yang disebabkan oleh fenomena iklim global, sehingga rentan terhadap kesalahan prediksi pada periode dengan variasi curah hujan yang tinggi. Penggunaan SOI sebagai variabel eksogen membuat model SARIMAX lebih responsif terhadap perubahan iklim global yang berdampak langsung pada pola curah hujan di Indonesia. Dengan demikian, SARIMAX tidak hanya memberikan prediksi yang lebih akurat tetapi juga memberikan wawasan lebih dalam mengenai pengaruh variabel iklim terhadap curah hujan.

Hasil prediksi menunjukkan peningkatan curah hujan yang signifikan pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025, yang menandai periode dengan risiko banjir tertinggi. Curah hujan yang tinggi pada bulan-bulan ini dapat meningkatkan risiko luapan air di daerah rawan, terutama di dataran rendah dan area di dekat aliran sungai yang memiliki kapasitas penampungan terbatas. Di sisi lain, bulan-bulan seperti Juni hingga September 2025 diprediksi memiliki curah hujan yang rendah, sehingga risiko banjir menurun pada periode tersebut, meskipun pemantauan infrastruktur dan saluran drainase tetap diperlukan

untuk memastikan kesiapan menghadapi puncak curah hujan berikutnya. Wilayah dataran rendah dan daerah dekat aliran sungai di Kabupaten Sumbawa menjadi perhatian khusus. Daerah-daerah ini berpotensi mengalami banjir akibat luapan sungai atau genangan air di dataran rendah. Sistem drainase di wilayah perkotaan dan kapasitas penampungan waduk harus dipastikan memadai, terutama jika terjadi peningkatan curah hujan mendekati atau melebihi kapasitas. Waduk dan tanggul memerlukan pemantauan dan pengaturan debit air secara berkala sebelum puncak musim hujan untuk menghindari risiko banjir yang lebih besar. Dari segi sosial-ekonomi, banjir yang dipicu oleh curah hujan tinggi dapat berdampak luas. Curah hujan berlebihan pada musim tanam dapat merusak lahan pertanian, yang berpotensi menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani dan mengancam ketahanan pangan di daerah [25]. Banjir juga berpotensi merusak infrastruktur penting, seperti jalan dan jembatan, yang mengakibatkan gangguan mobilitas dan distribusi barang [26]. Selain itu, risiko kesehatan masyarakat dapat meningkat karena banjir sering kali membawa dampak berupa penyakit berbasis air, seperti diare, demam berdarah, dan infeksi kulit [27]. Untuk mengurangi risiko, beberapa langkah mitigasi dapat diterapkan berdasarkan hasil prediksi ini. Peningkatan infrastruktur seperti waduk, tanggul, dan saluran drainase menjadi prioritas agar mampu menampung volume air yang lebih tinggi selama puncak musim hujan. Selain itu, penggunaan prediksi untuk peringatan dini dapat membantu masyarakat bersiap menghadapi kemungkinan banjir. Pelepasan air waduk secara bertahap sebelum puncak musim hujan dapat mengurangi risiko luapan air, sementara adaptasi pola tanam di sektor pertanian memungkinkan petani menghindari periode tanam yang berisiko tinggi.

Berdasarkan analisis risiko banjir dari hasil prediksi curah hujan, beberapa rekomendasi tindakan mitigasi dapat diterapkan di Kabupaten Sumbawa untuk mengurangi dampak bencana banjir. Peningkatan kapasitas infrastruktur penampungan air menjadi prioritas utama, termasuk pengerukan saluran air secara berkala dan pembangunan tanggul tambahan di sepanjang sungai untuk mencegah luapan air ke pemukiman. Pengelolaan dan pengaturan pelepasan air waduk secara bertahap, terutama pada musim hujan, sangat penting untuk mengurangi tekanan pada sistem penampungan. Selain itu, pengembangan sistem peringatan dini berbasis prediksi cuaca perlu diimplementasikan agar masyarakat di daerah rawan dapat menerima informasi tentang potensi banjir melalui media sosial, pesan teks, atau sirene di wilayah yang rentan, sehingga meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Di area perkotaan, penguatan sistem drainase perlu dilakukan untuk mencegah genangan air selama hujan lebat, termasuk menjaga saluran drainase tetap bersih dan meningkatkan kapasitas drainase sesuai prediksi pola curah hujan. Edukasi kepada masyarakat mengenai langkah pencegahan dan evakuasi, juga penting dilakukan melalui sosialisasi rutin, meliputi informasi tentang menjaga kebersihan saluran air, jalur evakuasi, dan tindakan penyelamatan saat banjir. Di sisi tata guna lahan, penggunaan lahan di sekitar sungai dan dataran rendah perlu diatur agar terhindar dari pembangunan pemukiman di zona rawan banjir, dengan menetapkan zona risiko banjir dan mendorong pembangunan di wilayah yang lebih aman. Adaptasi pola tanam di sektor pertanian juga dapat membantu mengurangi kerugian ekonomi akibat banjir, dengan menyesuaikan waktu tanam berdasarkan prediksi curah hujan, khususnya menghindari bulan-bulan dengan curah hujan ekstrem. Terakhir, pemerintah

perlu memastikan kesiapan logistik dan sumber daya tanggap darurat, seperti perahu karet, tenda, dan bantuan medis, untuk mempercepat respons dan evakuasi di wilayah risiko tinggi. Implementasi tindakan-tindakan ini diharapkan mampu mengurangi dampak negatif dari banjir, menjaga keselamatan masyarakat, serta mendukung keberlanjutan ekonomi dan infrastruktur di Kabupaten Sumbawa.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model prediksi curah hujan bulanan di Kabupaten Sumbawa menggunakan metode SARIMAX dengan mempertimbangkan Southern Oscillation Index (SOI) sebagai variabel eksogen. Hasil evaluasi model menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 37.61 mm dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 42.84 mm. Model ini mampu menangkap pola musiman dan dampak fenomena iklim global, seperti El Niño dan La Niña, yang memengaruhi curah hujan di wilayah Kabupaten Sumbawa. Prediksi menunjukkan bahwa bulan Desember hingga Februari memiliki curah hujan tertinggi, sehingga menjadi periode dengan risiko banjir yang lebih tinggi. Dengan memahami prediksi ini, berbagai langkah mitigasi dapat direncanakan, termasuk peningkatan kapasitas penampungan air, pengelolaan waduk, penguatan sistem drainase, dan edukasi masyarakat tentang kesiapsiagaan banjir. Penggunaan prediksi ini dalam perencanaan mitigasi risiko banjir berpotensi mengurangi dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan akibat banjir, serta mendukung ketahanan masyarakat terhadap bencana iklim. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan bagi upaya pengurangan risiko banjir di Kabupaten Sumbawa, dan pendekatan ini dapat diterapkan di wilayah lain yang menghadapi risiko banjir serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rajkhowa and J. Sarma, "Climate change and flood risk, global climate change," in *Elsevier eBooks*, 2021, pp. 321–339. doi: [10.1016/b978-0-12-822928-6.00012-5](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822928-6.00012-5).
- [2] R. Aprianto, P. A. D. Puspitasari, S. Fitriyanto, and A. Tawaqqal, "Analisis Potensi Bencana Banjir Berdasarkan Hasil Prediksi Curah Hujan di Kabupaten Sumbawa," *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, vol. 16, no. 2, pp. 124–133, 2024, doi: [10.30599/jti.v16i2.3436](https://doi.org/10.30599/jti.v16i2.3436).
- [3] S. Mulla, C. B. Pande, and S. K. Singh, "Times Series Forecasting of Monthly Rainfall using Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average with EXogenous Variables (SARIMAX) Model," *Water Resources Management*, vol. 38, no. 6, pp. 1825–1846, Mar. 2024, doi: [10.1007/s11269-024-03756-5](https://doi.org/10.1007/s11269-024-03756-5).
- [4] V. K. A. R. Deepti, and F. Basith, *Forecasting the Consumer Price Index using SARIMAX Modeling*. 2024, pp. 477–483. doi: [10.1109/icici62254.2024.00083](https://doi.org/10.1109/icici62254.2024.00083).
- [5] M. M. Fathi, A. G. Awadallah, A. M. Abdelbaki, and M. Haggag, "A new Budyko framework extension using time series SARIMAX model," *Journal of Hydrology*, vol. 570, pp. 827–838, Jan. 2019, doi: [10.1016/j.jhydrol.2019.01.037](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.037).
- [6] G. Airlangga, "Advanced Forecasting of Maize Production using SARIMAX Models: An Analytical Approach," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 8, no. 1, p. 361, Jan. 2024, doi: [10.30865/mib.v8i1.7268](https://doi.org/10.30865/mib.v8i1.7268).
- [7] A. Ampountolas, "Modeling and Forecasting Daily Hotel Demand: A Comparison Based on SARIMAX, Neural Networks, and GARCH Models," *Forecasting*, vol. 3, no. 3, pp. 580–595, Aug. 2021, doi: [10.3390/forecast3030037](https://doi.org/10.3390/forecast3030037).

- [8] A. L. M. Serrano *et al.*, “Statistical Comparison of Time Series Models for Forecasting Brazilian Monthly Energy Demand Using Economic, Industrial, and Climatic Exogenous Variables,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 13, p. 5846, Jul. 2024, doi: [10.3390/app14135846](https://doi.org/10.3390/app14135846).
- [9] C. McHugh, S. Coleman, D. Kerr, and D. McGlynn, *Forecasting Day-ahead Electricity Prices with A SARIMAX Model*. 2019. doi: [10.1109/ssci44817.2019.9002930](https://doi.org/10.1109/ssci44817.2019.9002930).
- [10] F. R. Alharbi and D. Csala, “A Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Factors (SARIMAX) Forecasting Model-Based Time Series Approach,” *Inventions*, vol. 7, no. 4, p. 94, Oct. 2022, doi: [10.3390/inventions7040094](https://doi.org/10.3390/inventions7040094).
- [11] A. A. Maulana and H. Rosalina, “Implementasi Metode Sarimax Untuk Prediksi Curah Hujan Jangka Pendek Di Pagerageung, Tasikmalaya,” *Jurnal Sumber Daya Air*, vol. 20, no. 1, pp. 39–50, May 2024, doi: [10.32679/jsda.v20i1.874](https://doi.org/10.32679/jsda.v20i1.874).
- [12] S. S. Nurhayati, A. F. Khasanah, D. A. Revanadilla, T. B. Herindra, and F. Kartiasih, “Prediksi Pemanasan Global di Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan SARIMAX dan Neural Network,” *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JustIN)*, vol. 12, no. 3, p. 394, Jul. 2024, doi: [10.26418/justin.v12i3.74946](https://doi.org/10.26418/justin.v12i3.74946).
- [13] F. Islam and M. A. Imteaz, “Use of Teleconnections to Predict Western Australian Seasonal Rainfall Using ARIMAX Model,” *Hydrology*, vol. 7, no. 3, p. 52, Aug. 2020, doi: [10.3390/hydrology7030052](https://doi.org/10.3390/hydrology7030052).
- [14] A. Ibrahim and A. O. Musa, “On The Performance Of Sarima And SARIMAX Model In Forecasting Monthly Average Rainfall In Kogi State, Nigeria,” *Fudma Journal of Sciences*, vol. 7, no. 6, pp. 24–31, Dec. 2023, doi: [10.33003/fjs-2023-0706-2095](https://doi.org/10.33003/fjs-2023-0706-2095).
- [15] V. Shah *et al.*, “Forecasting Maximum Temperature Trends with SARIMAX: A Case Study from Ahmedabad, India,” *Sustainability*, vol. 16, no. 16, p. 7183, Aug. 2024, doi: [10.3390/su16167183](https://doi.org/10.3390/su16167183).
- [16] B. Chatuanramthanghaka, S. Deb, and Ksh. R. Singh, *Short - Term Load Forecasting for IEEE 33 Bus Test System using SARIMAX*. 2023, pp. 275–280. Doi: [10.1109/icidea59866.2023.10295066](https://doi.org/10.1109/icidea59866.2023.10295066).
- [17] M. Zeynoddin and H. Bonakdari, “Investigating methods in data preparation for stochastic rainfall modeling: A case study for Kermanshah synoptic station rainfall data, Iran,” *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*, Jun. 2019, doi: [10.22126/arww.2019.1130](https://doi.org/10.22126/arww.2019.1130).
- [18] A. Repel, V. Jothiprakash, M. Zelenáková, H. Hlavatá, and I. Minea, “Temporal Analysis of Daily and 10 Minutes of Rainfall of Poprad Station in Eastern Slovakia,” *Hydrology*, vol. 7, no. 2, p. 32, Jun. 2020, doi: [10.3390/hydrology7020032](https://doi.org/10.3390/hydrology7020032).
- [19] A. Dixit and S. Jain, “Contemporary Approaches to Analyze Non-stationary Time-series: Some Solutions and Challenges,” *Recent Advances in Computer Science and Communications*, vol. 16, no. 2, Feb. 2022, doi: [10.2174/2666255815666220523125447](https://doi.org/10.2174/2666255815666220523125447).
- [20] T. Feng *et al.*, “The comparative analysis of SARIMA, Facebook Prophet, and LSTM for road traffic injury prediction in Northeast China,” *Frontiers in Public Health*, vol. 10, Jul. 2022, doi: [10.3389/fpubh.2022.946563](https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.946563).
- [21] X. Niu, “Analyzing and Predicting Temperature Data in Baoji: A SARIMA Model Approach,” *Journal of Progress in Engineering and Physical Science*, vol. 2, no. 3, pp. 67–89, Sep. 2023, doi: [10.56397/jpeps.2023.09.08](https://doi.org/10.56397/jpeps.2023.09.08).
- [22] Z. Song, Y. Guo, Y. Wu, and J. Ma, “Short-term traffic speed prediction under different data collection time intervals using a SARIMA-SDGM hybrid prediction model,” *PLoS ONE*, vol. 14, no. 6, p. e0218626, Jun. 2019, doi: [10.1371/journal.pone.0218626](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218626).
- [23] B. Yuniasih, W. N. Harahap, and D. A. S. Wardana, “Anomali Iklim El Nino dan La Nina di Indonesia pada 2013-2022,” *Agroista Jurnal Agroteknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 136–143, Feb. 2023, doi: [10.55180/agi.v6i2.332](https://doi.org/10.55180/agi.v6i2.332).
- [24] M. Sidauruk, H. J. R. Saragih, S. T. Utomo, P. Widodo, and K. Kusuma, “Rainfall Variability in East Kalimantan from Impact of El Nino and La Nina for Effort Disaster Prevention to Support National Security,” *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, vol. 38, no. 2, p. 431, May 2023, doi: [10.52155/ijpsat.v38.2.5341](https://doi.org/10.52155/ijpsat.v38.2.5341).
- [25] G. Geethapriyan, “Analysis of Extreme Rainfall and its Impacts of Rice Production in Krishnagiri District,” *Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*, vol. 07, no. 09, pp. 1–11, Sep. 2023, doi: [10.55041/ijrsrem25642](https://doi.org/10.55041/ijrsrem25642).
- [26] Y. Alabbad, J. Mount, A. M. Campbell, and I. Demir, “Assessment of transportation system disruption and accessibility to critical amenities during flooding: Iowa case study,” *The Science of the Total Environment*, vol. 793, p. 148476, Jun. 2021, doi: [10.1016/j.scitotenv.2021.148476](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148476).
- [27] S. Sarkar, “Pakistan floods pose serious health challenges,” *BMJ*, p. o2141, Sep. 2022, doi: [10.1136/bmj.o2141](https://doi.org/10.1136/bmj.o2141).

BIODATA PENULIS



Romi Aprianto

Dosen dan Peneliti pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Samawa Sumbawa. Menyelesai S2 Ilmu Fisika dari Universitas Gadjah Mada. Fokus melakukan penelitian di bidang Machine Learning, Data Science, Data Analysis, dan Forecasting.

Akbar Tawaqqal



Dosen dan Peneliti pada Program Studi Teknik Industri Universitas Mataram. Menyelesaikan studi S2 Teknik Industri dari Universitas Brawijaya Makang. Fokus penelitiannya di bidang forecasting.

Permata Ayu Dwi Puspitasari



Guru dan Peneliti di SDIT Darus Sunnah Sumbawa. Menyelesaikan studi S1 Pendidikan Fisika dari Universitas Samawa Sumbawa. Fokus penelitiannya di bidang forecasting dan lingkungan.

LAMPIRAN

Data historis curah hujan bulanan dan SOI Kabupaten Sumbawa dari November 2000 sampai Oktober 2024

Datetime	Rainfall (mm)	SOI
Nov-00	242,58	22,4
Dec-00	116,02	7,7
Jan-01	152,93	8,4
Feb-01	195,12	11,9
Mar-01	147,66	6,7
Apr-01	110,74	0,3
May-01	5,27	-9
Jun-01	63,28	1,8
Jul-01	0	-3,7
Aug-01	0	-8,2
Sep-01	0	1,4
Oct-01	47,46	-1,9
Nov-01	179,3	7,2
Dec-01	121,29	-9,1
Jan-02	179,3	2,7
Feb-02	316,41	7,7
Mar-02	258,4	-5,2
Apr-02	116,02	-3,8
May-02	0	-14,5
Jun-02	0	-6,3
Jul-02	0	-7,6
Aug-02	0	-14,6
Sep-02	0	-8,2
Oct-02	0	-7,4
Nov-02	73,83	-6
Dec-02	311,13	-10,6
Jan-03	274,22	-2
Feb-03	342,77	-7,4
Mar-03	137,11	-6,8
Apr-03	110,74	-5,5
May-03	15,82	-7,4
Jun-03	0	-12
Jul-03	0	2,9
Aug-03	0	-1,8
Sep-03	0	-2,2
Oct-03	21,09	-1,9
Nov-03	126,56	-3,4
Dec-03	200,39	9,3
Jan-04	152,93	-11,6
Feb-04	232,03	9,1
Mar-04	116,02	0,2
Apr-04	0	-15,4
May-04	105,47	13,1
Jun-04	0	-15,2
Jul-04	0	-6,9
Aug-04	0	-7,6
Sep-04	0	-2,8
Oct-04	5,27	-3,7
Nov-04	174,02	-8,6
Dec-04	205,66	-8
Jan-05	84,38	1,8
Feb-05	126,56	-28,6
Mar-05	174,02	0,2
Apr-05	163,48	-11,2
May-05	0	-14,5

Jun-05	26,37	2,6
Jul-05	0	0,9
Aug-05	5,27	-6,9
Sep-05	0	3,9
Oct-05	63,28	10,9
Nov-05	100,2	-2
Dec-05	179,3	0,1
Jan-06	216,21	12,7
Feb-06	237,3	0,1
Mar-06	195,12	13,8
Apr-06	158,2	14,4
May-06	63,28	-9,8
Jun-06	0	-6,3
Jul-06	0	-7,6
Aug-06	0	-15,9
Sep-06	0	-5,8
Oct-06	0	-16
Nov-06	15,82	-1,4
Dec-06	279,49	-3,5
Jan-07	52,73	-7,8
Feb-07	152,93	-2,7
Mar-07	337,5	-1,4
Apr-07	121,29	-3
May-07	15,82	-2,7
Jun-07	15,82	5
Jul-07	0	-5
Aug-07	0	2,7
Sep-07	0	1,4
Oct-07	10,55	5,4
Nov-07	110,74	9,2
Dec-07	284,77	14,4
Jan-08	216,21	14,1
Feb-08	232,03	21,3
Mar-08	174,02	12,2
Apr-08	52,73	4,5
May-08	10,55	-3,5
Jun-08	47,46	4,2
Jul-08	0	2,2
Aug-08	0	9,1
Sep-08	5,27	13,5
Oct-08	63,28	13,4
Nov-08	142,38	17,1
Dec-08	279,49	13,3
Jan-09	195,12	9,4
Feb-09	242,58	14,8
Mar-09	89,65	0,2
Apr-09	84,38	8,6
May-09	36,91	-7,4
Jun-09	0	-2,3
Jul-09	10,55	1,6
Aug-09	0	-5
Sep-09	10,55	3,9
Oct-09	15,82	-14,7
Nov-09	58,01	-6
Dec-09	116,02	-7
Jan-10	406,05	-10,1
Feb-10	131,84	-14,5
Mar-10	94,92	-10,6
Apr-10	47,46	15,2
May-10	126,56	10
Jun-10	0	1,8

Jul-10	116,02	20,5
Aug-10	10,55	18,8
Sep-10	216,21	24,9
Oct-10	94,92	18,3
Nov-10	210,94	16,4
Dec-10	342,77	27,1
Jan-11	253,12	19,9
Feb-11	189,84	22,3
Mar-11	163,48	21,4
Apr-11	226,76	25,1
May-11	147,66	2,1
Jun-11	0	0,2
Jul-11	0	10,7
Aug-11	0	2,1
Sep-11	0	11,7
Oct-11	5,27	7,3
Nov-11	179,3	13,8
Dec-11	174,02	23
Jan-12	290,04	9,4
Feb-12	89,65	2,5
Mar-12	369,14	2,9
Apr-12	42,19	-7,1
May-12	73,83	-2,7
Jun-12	0	-10,4
Jul-12	0	-1,7
Aug-12	0	-5
Sep-12	0	2,6
Oct-12	10,55	2,4
Nov-12	73,83	3,9
Dec-12	221,48	-6
Jan-13	406,05	-1,1
Feb-13	337,5	-3,6
Mar-13	100,2	10,5
Apr-13	89,65	0,3
May-13	116,02	8,4
Jun-13	110,74	13,9
Jul-13	10,55	8,1
Aug-13	0	-0,5
Sep-13	0	3,9
Oct-13	10,55	-1,9
Nov-13	116,02	9,2
Dec-13	284,77	0,6
Jan-14	237,3	12,2
Feb-14	105,47	-1,3
Mar-14	79,1	-13,3
Apr-14	100,2	8,6
May-14	21,09	4,4
Jun-14	5,27	-1,5
Jul-14	21,09	-3
Aug-14	0	-11,4
Sep-14	0	-7,6
Oct-14	0	-8
Nov-14	126,56	-10
Dec-14	237,3	-5,5
Jan-15	142,38	-7,8
Feb-15	163,48	0,6
Mar-15	189,84	-11,2
Apr-15	195,12	-3,8
May-15	47,46	-13,7
Jun-15	0	-12
Jul-15	0	-14,7

Aug-15	0	-19,8
Sep-15	0	-17,8
Oct-15	0	-20,2
Nov-15	42,19	-5,3
Dec-15	195,12	-9,1
Jan-16	268,95	-19,7
Feb-16	406,05	-19,7
Mar-16	147,66	-4,7
Apr-16	79,1	-22
May-16	52,73	2,8
Jun-16	105,47	5,8
Jul-16	47,46	4,2
Aug-16	0	5,3
Sep-16	131,84	13,5
Oct-16	137,11	-4,3
Nov-16	168,75	-0,7
Dec-16	358,59	2,6
Jan-17	348,05	1,3
Feb-17	337,5	-2,2
Mar-17	242,58	5,1
Apr-17	174,02	-6,3
May-17	26,37	0,5
Jun-17	36,91	-10,4
Jul-17	5,27	8,1
Aug-17	0	3,3
Sep-17	0	6,9
Oct-17	94,92	9,1
Nov-17	311,13	11,8
Dec-17	226,76	-1,4
Jan-18	332,23	8,9
Feb-18	174,02	-6
Mar-18	179,3	10,5
Apr-18	15,82	4,5
May-18	0	2,1
Jun-18	15,82	-5,5
Jul-18	0	1,6
Aug-18	52,73	-6,9
Sep-18	10,55	-10
Oct-18	0	3
Nov-18	168,75	-0,1
Dec-18	174,02	9,3
Jan-19	363,87	-0,6
Feb-19	210,94	-13,5
Mar-19	284,77	-6,8
Apr-19	116,02	-1,3
May-19	10,55	-9
Jun-19	0	-10,4
Jul-19	0	-5,6
Aug-19	0	-4,4
Sep-19	5,27	-12,4
Oct-19	5,27	-5,6
Nov-19	36,91	-9,3
Dec-19	126,56	-5,5
Jan-20	237,3	1,3
Feb-20	200,39	-2,2
Mar-20	247,85	-5,2
Apr-20	42,19	-0,5
May-20	105,47	2,8
Jun-20	0	-9,6
Jul-20	0	4,2
Aug-20	0	9,8

Sep-20	0	10,5
Oct-20	58,01	4,2
Nov-20	142,38	9,2
Dec-20	316,41	16,9
Jan-21	300,59	16,5
Feb-21	342,77	11,5
Mar-21	174,02	-0,3
Apr-21	95,01	2
May-21	21,97	3,6
Jun-21	61,23	2,6
Jul-21	8,7	15,9
Aug-21	11,91	4,6
Sep-21	72,1	9,3
Oct-21	110,18	6,7
Nov-21	318,78	12,5
Dec-21	283,03	13,8
Jan-22	272,49	4,1
Feb-22	197,95	8,2
Mar-22	183,58	13,8
Apr-22	96,56	22,6
May-22	47,88	17,1
Jun-22	59,97	21,2
Jul-22	14,95	8,7
Aug-22	12,07	9,1
Sep-22	29,79	18,3
Oct-22	193,85	17,7
Nov-22	215,56	4,6
Dec-22	245,84	20
Jan-23	183,54	11,8
Feb-23	286,65	10,5
Mar-23	158,28	-2
Apr-23	119,71	0,3
May-23	14,05	-18,5
Jun-23	16,9	0,2
Jul-23	75,1	-4,3
Aug-23	24,4	-12,7
Sep-23	11,57	-13,6
Oct-23	9,78	-6,8
Nov-23	89,15	-8,6
Dec-23	195,88	-2,4
Jan-24	179,74	3,7
Feb-24	193,65	-12,6
Mar-24	244,77	-0,3
Apr-24	140,94	-6,3
May-24	6,9	3,6
Jun-24	13,21	-3,1
Jul-24	64,68	-6,9
Aug-24	16,48	7,8
Sep-24	29,57	-1
Oct-24	23,58	4,2