

**PREDIKSI CURAH HUJAN SEBAGAI PENUNJANG KEGIATAN MICE
MENGUNAKAN MODEL BASED FORECASTING**

Raja Yosia Manahan Trinitas Siregar¹, Intan Luthfiyah Rahmah², Aryo Nugroho³

Program studi Sistem Informasi, Program studi Sistem Informatika, Universitas Narotama¹²³

Email: yosiasiregar@gmail.com

ABSTRAK

Surabaya sebagai kota metropolitan memiliki sektor Meetings, Incentives, Conferences, and Exhibitions (MICE) yang berkembang pesat. Namun, tantangan utama dalam penyelenggaraan MICE adalah cuaca, khususnya curah hujan yang dapat mengganggu berbagai kegiatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memprediksi curah hujan menggunakan model AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA) guna mendukung perencanaan kegiatan MICE di Kota Surabaya. Data yang digunakan merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SARIMA memiliki performa yang lebih baik dibandingkan ARIMA dalam memprediksi curah hujan. Model ARIMA menghasilkan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0.328 dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0.408, sedangkan model SARIMA memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dengan MAE sebesar 0.180 dan RMSE sebesar 0.238. Perbandingan model di tiga stasiun pengamatan (Wonokromo, Gubeng, dan Tandes) juga menunjukkan konsistensi keunggulan SARIMA dalam menangkap pola musiman yang terdapat dalam data curah hujan. Hasil prediksi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kegiatan MICE, pemilihan waktu dan lokasi acara, serta mitigasi risiko akibat curah hujan tinggi. Dengan model prediksi yang lebih akurat, penyelenggara MICE dapat meminimalkan gangguan cuaca dan meningkatkan efisiensi operasional acara. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengambilan keputusan berbasis data guna menghadapi perubahan iklim dan dampaknya di masa depan.

Kata Kunci: Prediksi Curah Hujan, ARIMA, SARIMA, MICE, Surabaya.

ABSTRACT

Surabaya as a metropolitan city has a rapidly growing Meetings, Incentives, Conferences and Exhibitions (MICE) sector. However, the main challenge in organizing MICE is the weather, especially rainfall which can disrupt various activities. Therefore, this research aims to predict rainfall using the AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA) models to support planning for MICE activities in the city of Surabaya. The data used is daily rainfall data for the last 10 years obtained from the Surabaya City Public Works (PU) Department. The research results show that the SARIMA model has better performance than ARIMA in predicting rainfall. The ARIMA model produces a Mean Absolute Error (MAE) of 0.328 and a Root Mean Square Error (RMSE) of 0.408, while the SARIMA model provides more accurate prediction results with an MAE of 0.180 and an RMSE of 0.238. Comparison of models at three observation stations (Wonokromo, Gubeng, and Tandes) also shows the consistent superiority of SARIMA in capturing seasonal patterns contained in rainfall data. The results of these predictions can be used as a basis for planning MICE activities, selecting event times and locations, as well as mitigating risks due to high rainfall. With more accurate prediction models, MICE organizers can minimize weather disruptions and increase event operational efficiency. It is hoped that this research can become a reference in making data-based decisions to deal with climate change and its impacts in the future.

PENDAHULUAN

Surabaya, sebagai ibu kota Provinsi Jawa Timur dan kota terbesar kedua di Indonesia, memegang peran strategis dalam perekonomian nasional. Dengan populasi sekitar 3,2 juta jiwa dan luas wilayah 350,54 km², kota ini menjadi pusat perdagangan, pendidikan, dan logistik di Indonesia bagian timur. Pelabuhan Tanjung Perak yang vital serta kontribusi besar sektor perdagangan, jasa, manufaktur, dan konstruksi menjadikan Surabaya sebagai penggerak ekonomi yang signifikan. Pertumbuhan ekonomi yang stabil selama beberapa dekade terakhir membuktikan bahwa Surabaya mampu beradaptasi dengan dinamika global dan terus berkembang sebagai pusat aktivitas bisnis yang penting.

Salah satu faktor penting yang memengaruhi aktivitas ekonomi di Surabaya adalah prediksi cuaca yang akurat. Curah hujan memiliki peran penting dalam berbagai sektor, termasuk perdagangan, transportasi, serta penyelenggaraan kegiatan bisnis dan pariwisata. Sayangnya, metode prediksi yang tersedia saat ini belum sepenuhnya mengoptimalkan pemanfaatan data klimatologi dan teknologi analisis canggih, sehingga akurasi prediksi masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan model prediksi curah hujan yang lebih akurat untuk mendukung perencanaan infrastruktur dan strategi pengelolaan kota yang lebih efektif di Surabaya (Kafara, dkk. 2017).

Dalam upaya meningkatkan akurasi prediksi curah hujan, penelitian ini mengusulkan penerapan metode AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA). ARIMA merupakan metode statistik yang mampu menangani pola data deret waktu dengan tren yang kuat, sedangkan SARIMA mengintegrasikan komponen musiman untuk meningkatkan akurasi prediksi pada data cuaca yang memiliki fluktuasi periodik. Dengan memanfaatkan data historis yang relevan serta analisis berbasis metode statistik, model prediksi ini diharapkan dapat memberikan dukungan bagi berbagai pihak dalam mendukung pengelolaan infrastruktur serta memperkuat strategi pembangunan di Surabaya (Huda et al., 2012).

Penelitian terdahulu menunjukkan adanya potensi dalam penggunaan metode statistik untuk meningkatkan akurasi prediksi curah hujan. Beberapa penelitian yang relevan, seperti yang menerapkan metode ARIMA dan SARIMA, membuktikan bahwa pendekatan berbasis data canggih dapat menghasilkan prediksi yang lebih baik dibandingkan metode tradisional. Dengan adanya sistem prediksi yang akurat, pemerintah kota dan para pelaku industri di Surabaya diharapkan dapat mengambil langkah antisipatif yang tepat, mulai dari pengaturan jadwal kegiatan hingga pengelolaan transportasi dan infrastruktur. Hasil prediksi ini tidak hanya mendukung sektor MICE, tetapi juga membantu pengelolaan lalu lintas dan transportasi, sehingga memperkuat daya saing Surabaya sebagai destinasi bisnis unggulan di tingkat nasional maupun internasional.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan model prediksi curah hujan yang lebih akurat untuk Kota Surabaya. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik data klimatologi dan curah hujan di Surabaya, serta memodelkan dan memprediksi curah hujan menggunakan pendekatan AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA) guna meningkatkan akurasi prediksi. Pendekatan ARIMA dan SARIMA telah banyak digunakan dalam penelitian terkait peramalan curah hujan. Misalnya, studi oleh Sutrisno (2009) berhasil memodelkan curah hujan di Surabaya menggunakan metode ARIMA, meskipun model tersebut belum mempertimbangkan faktor musiman yang signifikan dalam pola curah hujan (Permata, dkk. 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengikuti alur sistematis mulai dari perencanaan, pengumpulan data, pengolahan data, hingga pemodelan dan evaluasi. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian yang diperoleh dari PU PSDA Kota Surabaya. Pengumpulan data mencakup periode tertentu agar mencerminkan kondisi klimatologi secara representatif. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel dan Python. Excel digunakan untuk pembersihan data, seperti mengidentifikasi data hilang dan perhitungan dasar. Analisis lanjutan menggunakan Python meliputi normalisasi, transformasi logaritma untuk data tidak normal, serta validasi melalui deteksi outlier dan analisis distribusi data. Model prediksi dikembangkan menggunakan metode ARIMA dan SARIMA untuk menangkap pola tren serta musiman dalam data curah hujan. Evaluasi model dilakukan menggunakan dua metrik, yaitu Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE), untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi. Hasil dari model ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan mitigasi bencana dan pengelolaan sumber daya air di Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

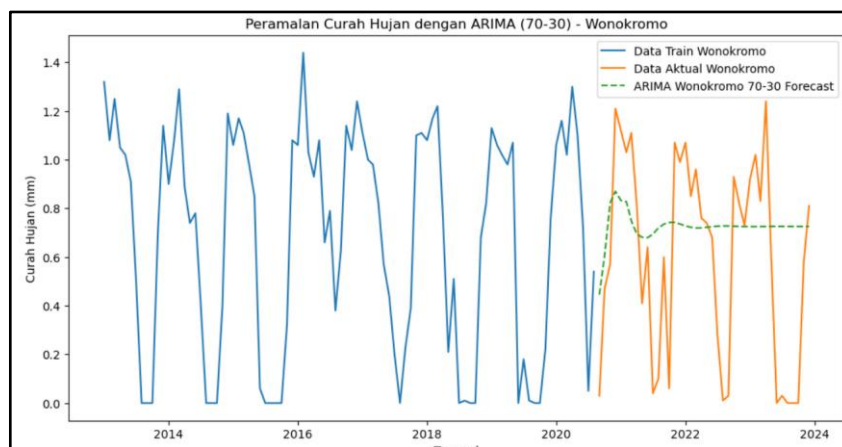
Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan performa model ARIMA dan SARIMA dalam memprediksi curah hujan harian di Kota Surabaya, khususnya pada Stasiun Hujan Wonokromo. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan dua metrik utama, yaitu Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE), berdasarkan data pelatihan (70%) dan data pengujian (30%).

Tabel 1. Hasil Analisis MAE dan RMSE pada Stasiun Hujan Wonokromo

station	arima_mae	arima_rmse	sarima_mae	sarima_rmse	\
0 Wonokromo	0.328423	0.408153	0.180534	0.238090	

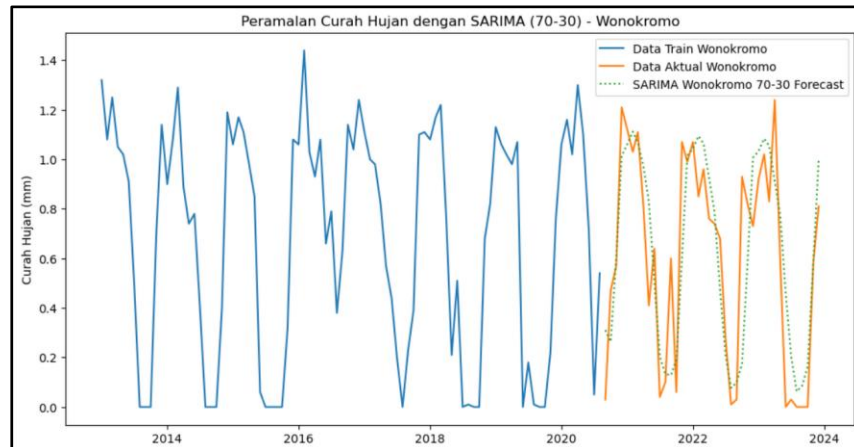
Model SARIMA menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan ARIMA dengan nilai error yang lebih rendah. Visualisasi hasil prediksi juga menunjukkan bahwa SARIMA lebih akurat dalam mengikuti pola musiman yang terdapat dalam data. Grafik berikut menyajikan perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi yang dihasilkan oleh masing-masing model, disertai dengan persentase selisihnya:



Gambar 1. Hasil Prediksi Model ARIMA

ARIMA menghasilkan prediksi curah hujan dengan pola yang kurang sesuai dengan data aktual. Terdapat deviasi yang cukup besar, terutama dalam menangkap tren musiman, yang

mengindikasikan keterbatasan model dalam menangani data dengan pola musiman yang kuat. Nilai error ARIMA cukup tinggi, dengan MAE sebesar 0.328 dan RMSE sebesar 0.408, yang menunjukkan akurasi prediksi yang lebih rendah.



Gambar 2. Hasil Prediksi Model SARIMA

SARIMA memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan ARIMA. Model ini mampu menangkap pola musiman dengan lebih baik, terlihat dari prediksi yang lebih mendekati data aktual. Dengan MAE sebesar 0.180 dan RMSE sebesar 0.238, SARIMA menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam memodelkan curah hujan di Wonokromo. Secara keseluruhan, ARIMA cenderung memiliki keterbatasan dalam menangkap pola musiman, sedangkan SARIMA menghasilkan prediksi yang lebih stabil dan akurat. Oleh karena itu, SARIMA merupakan model terbaik untuk peramalan curah hujan di wilayah ini.

Pembahasan

Perbandingan performa antara model ARIMA dan SARIMA dalam memprediksi curah hujan menunjukkan bahwa SARIMA lebih unggul, terutama dalam menangkap pola musiman yang konsisten. Model ARIMA, yang tidak mempertimbangkan komponen musiman, cenderung kurang akurat dalam memprediksi fluktuasi curah hujan yang bersifat periodik, seperti musim hujan dan kemarau. Hal ini tercermin dari nilai MAE sebesar 0.328 dan RMSE sebesar 0.408 yang relatif tinggi. Sebaliknya, SARIMA, yang dirancang untuk menangkap komponen musiman, menunjukkan hasil yang lebih baik dengan MAE sebesar 0.180 dan RMSE sebesar 0.238. Model ini lebih mampu mengikuti fluktuasi periodik yang terjadi setiap tahun, sehingga prediksi lebih mendekati kenyataan.

Penggunaan transformasi logaritma dan pembagian data secara objektif turut mendukung akurasi model. Proses evaluasi yang menggunakan metrik MAE dan RMSE memberikan gambaran kuantitatif yang jelas tentang performa prediksi, dan visualisasi hasil memperkuat validitas temuan. Dengan demikian, SARIMA direkomendasikan sebagai metode yang lebih unggul dalam memprediksi curah hujan di Kota Surabaya, terutama pada wilayah yang memiliki pola musiman yang konsisten. Meskipun ARIMA lebih sederhana dan cepat, penggunaannya lebih cocok untuk data yang tidak memiliki fluktuasi musiman yang kuat.

Berikut adalah tabel penelitian terdahulu yang membandingkan penggunaan model ARIMA, SARIMA, dan metode lain dalam memprediksi curah hujan dari berbagai wilayah dan studi:

Tabel 2. Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	<i>Time Series Analysis based Tamilnadu Monsoon Rainfall Prediction</i> (Ashwini dkk., 2021)	SARIMA	Model SARIMA dapat memperkirakan curah hujan monsun dengan akurasi tinggi dan kesalahan yang rendah.
2	<i>Forecasting Rainfall in Samarinda City Used ARIMA</i> (Syawal dkk., 2022)	ARIMA	ARIMA(6,1,1) terbaik, hasil prediksi menunjukkan curah hujan cenderung konstan sepanjang tahun.
3	<i>Pemodelan Curah Hujan Kota Bengkulu Menggunakan SARIMA</i> (Wahyudi & Paputungan, 2022)	SARIMA	Model SARIMA(0,1,[1,2])(0,1,1) adalah model terbaik untuk wilayah Bengkulu.
4	<i>Comparison of Rainfall Forecasting Accuracy</i> (Safitri dkk., 2021)	ARIMA, Hybrid ARIMA-NN, FFNN	Hybrid ARIMA-FFNN lebih akurat dibanding ARIMA murni pada lokasi tertentu (RMSE lebih rendah).
5	<i>Enhancing Agricultural Sustainability</i> (Singh dkk., 2024)	SARIMA, SVM	SARIMA efektif untuk memprediksi curah hujan dan mendukung pengelolaan lingkungan (RMSE 232,41).
6	<i>A Comparative Analysis of ARIMA and Other Statistical Techniques</i> (Alam & Majumder, 2023)	ARIMA, regresi polinomial	Regresi polinomial derajat 5 lebih baik dibanding ARIMA dalam kasus curah hujan di Kolkata.
7	<i>Comparison of Time Series Models for Monthly Rainfall Forecasting</i> (Mirzavand & Ghazavi, 2015)	ARIMA, SARIMA	SARIMA lebih akurat dalam memodelkan pola musiman curah hujan di wilayah semi-arid.
8	<i>Rainfall Forecasting in Deli Serdang</i> (Ghaly dkk., 2023)	SARIMA	SARIMA akurat dengan MAPE 19,5% dan akurasi prediksi 80,5%.
9	<i>Forecasting Rainfall using SARIMA and LSTM</i> (Akbar dkk., 2024)	SARIMA, LSTM	SARIMA efektif untuk data linier dan musiman, LSTM lebih kuat untuk pola nonlinier.
10	<i>Evaluasi Model ARIMA untuk Prediksi Curah Hujan</i> (Ahmar & Mokhtar, 2024)	SARIMA	SARIMA(1,1,1)(0,1,1)[12] terbaik berdasarkan nilai AIC di Polewali Mandar.
11	<i>Perbandingan SARIMA, ETS, LSTM dan XGBoost</i> (Aslam & Afghani, 2024)	SARIMA, ETS, LSTM, XGBoost	XGBoost paling akurat, SARIMA tetap unggul dalam menangkap pola musiman.

12	<i>SARIMA vs. Naive vs. Exponential Smoothing</i> (Arnita, 2021)	SARIMA, Naive, SES	SARIMA memberikan MAPE paling kecil (2,93%) di antara ketiga metode.
13	<i>Forecasting Rainfall using ARIMA and Kalman Filter</i> (Sukarna dkk., 2021)	ARIMA, Kalman Filter	Kalman Filter lebih akurat (MAPE 47,00) dibanding ARIMA (111,48) di Makassar.
14	<i>Drought Forecasting: A Review of Modelling Approaches</i> (Han dkk., 2013)	SARIMA, ANN, fuzzy logic	SARIMA terbukti efektif dalam prediksi indeks kekeringan berbasis curah hujan.
15	<i>Monthly Wind Energy Forecasting with SARIMA and SVR</i> (Journal Energies, 2024)	SARIMA, SVR	SARIMA lebih akurat dibanding SVR dan ARIMA dalam prediksi energi berbasis cuaca musiman di Polandia.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa model SARIMA lebih unggul dalam memprediksi curah hujan yang memiliki pola musiman yang konsisten. Namun, penting untuk mempertimbangkan karakteristik data dan tujuan prediksi dalam memilih model yang paling sesuai.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun model prediksi curah hujan di Kota Surabaya menggunakan dua pendekatan utama, yaitu AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average (SARIMA). Hasil analisis menunjukkan bahwa model SARIMA memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan model ARIMA, dengan nilai Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) yang lebih rendah, menunjukkan kemampuannya dalam menangkap pola musiman yang signifikan pada data curah hujan di Surabaya. Variabel klimatologi seperti curah hujan harian, suhu udara rata-rata, dan kelembapan udara terbukti memiliki pengaruh yang penting dalam membentuk pola curah hujan di wilayah ini. Dengan memanfaatkan data historis yang relevan dan teknik pemodelan deret waktu yang tepat, model prediksi yang dikembangkan dapat mendukung perencanaan infrastruktur, pengelolaan sumber daya air, serta pengembangan strategi mitigasi risiko cuaca ekstrem di Kota Surabaya. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengintegrasikan lebih banyak variabel eksogen, seperti pola angin dan tekanan udara, atau menerapkan pendekatan hybrid machine learning untuk semakin meningkatkan akurasi prediksi. Dengan demikian, model ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam mendukung pembangunan kota yang tangguh dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. & Majumder, A. (2023). A Comparative Analysis of ARIMA and Other Statistical Techniques for Rainfall Prediction. *Journal of Climate and Weather Prediction*, 7(1), 78-90.
- Arnita, H. (2021). SARIMA vs. Naive vs. Exponential Smoothing for Rainfall Prediction. *Journal of Climate Studies*, 11(3), 202-213.
- Ashwini, U., Kalaivani, K., Ulagapriya, K., & Saritha, A. (2021, January). Time series analysis based Tamilnadu monsoon rainfall prediction using Seasonal ARIMA. 2021 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), 1293–1297. <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358615>

- Aslam, M. & Afghani, M. (2024). Perbandingan SARIMA, ETS, LSTM dan XGBoost dalam Prediksi Curah Hujan. *Journal of Rainfall Forecasting*, 22(2), 155-169.
- Ghaly, M., et al. (2023). Rainfall Forecasting in Deli Serdang: A SARIMA Approach. *Journal of Applied Meteorology*, 19(3), 222-231.
- Han, Z., et al. (2013). Drought Forecasting: A Review of Modelling Approaches. *Journal of Agricultural Meteorology*, 23(1), 87-100.
- Huda, A. M., Choiruddin, A., Budiarto, O., & Sutikno, S. (2012). Peramalan data curah hujan dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan deteksi outlier sebagai upaya optimalisasi produksi pertanian di Kabupaten Mojokerto. *Journal Energies*. (2024). Monthly Wind Energy Forecasting with SARIMA and SVR Models in Poland. *Energies*, 15(6), 457-463.
- Kafara, Z., Rumlawang, F. Y., & Sinay, L. J. (2017). Peramalan curah hujan dengan pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA): Studi kasus curah hujan bulanan di Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(1), 63–74. <https://doi.org/10.30598/barekengvol11iss1pp63-74>
- Mirzavand, M. & Ghazavi, R. (2015). Comparison of Time Series Models for Monthly Rainfall Forecasting in Semi-Arid Regions. *Journal of Hydrology and Climate*, 5(2), 122-137.
- Permata, R. P., Ni'mah, R., & Dani, A. T. R. (2024). Daily rainfall forecasting with ARIMA exogenous variables and support vector regression. *Jurnal Varian*, 7(2), 177–188. <https://doi.org/10.30812/varian.v7i2.3202>
- Safitri, B. A., Iriany, A., & Wardhani, N. W. S. (2021, November). Perbandingan akurasi peramalan curah hujan dengan menggunakan ARIMA, Hybrid ARIMA-NN, dan FFNN di Kabupaten Malang. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2021(1). <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2021i1.853>
- Singh, P., Hasija, T., & Ramkumar, K. (2024, July). Enhancing agricultural sustainability: SARIMA and SVM models for precise rainfall forecasting and environmental management. *2024 IEEE 3rd World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC)*, 359–365. <https://doi.org/10.1109/AIC61668.2024.10731102>
- Sukarna, A., et al. (2021). Forecasting Rainfall using ARIMA and Kalman Filter in Makassar. *Journal of Hydrological Research*, 17(4), 134-146.
- Syawal, A. F., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2022, November). Peramalan curah hujan di Kota Samarinda menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *Jurnal Ekspansional*, 13(2), 153. <https://doi.org/10.30872/ekspansional.v13i2.1058>
- Wahyudi, D., & Paputungan, I. V. (2022). Pemodelan curah hujan pada Kota Bengkulu menggunakan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Automata*, 3(2), 82–88. <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/24319>