
Optimalisasi Prediksi Kasus COVID-19 di Indonesia: Perbandingan Teknik Validasi 80-20 Split dan Walk-Forward dengan ARIMA

Divanda Arya Inasta Asrul^{1*}, Arief Andy Soebroto²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, 65145, Indonesia

***Email Korespondensi:**
divandaarya@student.ub.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menyajikan studi komparatif teknik validasi split 80-20 dan walk-forward dalam meramalkan kasus COVID-19 harian di Indonesia menggunakan model ARIMA. Berdasarkan kajian penelitian sebelumnya, model ARIMA telah terbukti efektif dalam berbagai konteks epidemiologi, namun studi ini menyoroti pentingnya pemilihan teknik validasi yang tepat. Penelitian ini menggunakan data dari tanggal 3 Januari 2020 hingga 18 Oktober 2023 untuk mengembangkan model prediktif yang kinerjanya diukur menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik validasi walk-forward lebih unggul dibandingkan split 80-20, dengan MAE sebesar 137.32 dan RMSE sebesar 198.23, dibandingkan dengan MAE split 80-20 sebesar 4190.92 dan RMSE sebesar 4479.15. Temuan ini mengindikasikan bahwa validasi walk-forward memberikan prediksi yang lebih akurat dan dapat diandalkan untuk skenario data yang dinamis dan tidak stasioner. Studi ini menegaskan pengaruh signifikan dari pemilihan teknik validasi terhadap kinerja model ARIMA, memberikan kontribusi baru dalam metodologi peramalan epidemiologi.

Kata Kunci : 80-20 split validation; ARIMA model; COVID-19 forecasting; epidemiological forecasting; Indonesia; walk-forward validation

Abstract

This study presents a comparative analysis of the 80-20 split and walk-forward validation techniques for forecasting daily COVID-19 cases in Indonesia using the ARIMA model. Building on previous research, the ARIMA model has proven effective in various epidemiological contexts; however, this study highlights the critical importance of selecting the appropriate validation technique. The study uses data from January 3, 2020, to October 18, 2023, to develop a predictive model evaluated using Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Squared Error (RMSE). The findings indicate that the walk-forward validation technique outperforms the 80-20 split, with MAE of 137.32 and RMSE of 198.23, compared to the 80-20 split MAE of 4190.92 and RMSE of 4479.15. These results suggest that walk-forward validation provides more accurate and reliable predictions, particularly for dynamic and non-stationary data scenarios. This study underscores the significant impact of validation technique selection on ARIMA model performance, contributing new insights into forecasting methodologies in epidemiology.

Keywords: 80-20 split validation; ARIMA model; COVID-19 forecasting; epidemiological forecasting; Indonesia; walk-forward validation

1. Pendahuluan

Pandemi COVID-19 telah menimbulkan tantangan besar bagi kesehatan masyarakat di seluruh dunia, termasuk di Indonesia, meskipun saat ini penyebarannya sudah menurun. Namun, kebutuhan untuk terus meramalkan tren kasus COVID-19 tetap penting dalam mendukung perencanaan kesehatan publik dan pengambilan keputusan kebijakan (de Araújo Morais & da Silva Gomes, 2022). Pemodelan prediksi dapat membantu pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya dalam mempersiapkan intervensi yang lebih efektif dan alokasi sumber daya yang lebih efisien, terutama ketika menghadapi potensi gelombang baru atau mutasi virus yang dapat mempengaruhi pola penyebaran.

Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) telah menjadi salah satu alat yang berharga dalam analisis epidemiologi karena kemampuannya untuk memproyeksikan tren masa depan berdasarkan data historis (Benvenuto et al., 2020)(Rob J Hyndman, 2018)(Sahai et al., 2020). Studi sebelumnya oleh Ismail et al. (2020) menunjukkan bahwa ARIMA (2,2,2) mampu memberikan prediksi yang akurat untuk kasus COVID-19 di Uni Emirat Arab, menegaskan efektivitas model ini dalam berbagai konteks epidemiologi (Ismail et al., 2020). Model ini telah diterapkan secara luas dalam berbagai studi prediksi kasus COVID-19 dan terbukti efektif dalam menangani data time series yang linear, namun teknik validasi yang digunakan dapat mempengaruhi hasil prediksi secara signifikan.

Penelitian ini mengadopsi model ARIMA dengan menggunakan pustaka statsmodels, sebuah pustaka Python yang menyediakan berbagai kelas dan fungsi untuk estimasi model statistik, uji statistik, dan eksplorasi data (Seabold & Perktold, 2010). Penggunaan statsmodels khususnya dalam konteks ARIMA memungkinkan penelitian ini untuk melakukan analisis kompleks dengan implementasi yang lebih mudah dan hasil yang konsisten.

Di Indonesia, penggunaan model peramalan yang akurat menjadi sangat penting untuk memprediksi kasus harian COVID-19, yang membantu perencanaan intervensi kesehatan (de Araújo Morais & da Silva Gomes, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan model ARIMA dalam meramalkan kasus COVID-19 harian di Indonesia dan membandingkan efektivitas dua teknik validasi: pemisahan data 80-20 dan validasi berjalan ke depan (walk-forward). Penelitian sebelumnya oleh Subagyo et al. (2022) juga menyoroti pentingnya penyesuaian model ARIMA dalam konteks lokal dengan teknik validasi yang tepat untuk mencapai prediksi yang lebih akurat (Subagyo et al., 2022).

Model ARIMA telah menunjukkan akurasi tinggi dalam studi sebelumnya, seperti di India, di mana model tersebut berhasil memprediksi tren kasus dengan baik (Jin et al., 2023). Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa ARIMA dapat memiliki keterbatasan dalam menghadapi data dengan sifat non-linear, seperti mutasi virus yang terus berubah (Jin et al., 2023). Untuk mengatasi hal ini, beberapa penelitian telah mengusulkan pendekatan hibrida, seperti menggabungkan ARIMA dengan Long Short-Term Memory (LSTM) untuk meningkatkan akurasi (Jin et al., 2023).

Penelitian ini berfokus pada penggunaan model ARIMA murni yang didukung oleh pustaka statsmodels dan mengeksplorasi efektivitas dua teknik validasi yang berbeda dalam konteks data COVID-19 di Indonesia. Kami berhipotesis bahwa teknik validasi yang dipilih dapat mempengaruhi kinerja model dalam meramalkan tren kasus COVID-19. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam metodologi peramalan, mendukung kebijakan kesehatan yang lebih adaptif di masa depan.

2. Metode Penelitian

Dalam mendukung penelitian ini terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan permasalahan penelitian yang berisi teori-teori seperti metode penelitian yang sama tetapi objek berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Leila Ismail, Shaikhah Alhmoudi, dan Sumyah Alkatheri pada tahun 2020 dengan judul "*Time Series Forecasting of COVID-19 Infections in United Arab Emirates using ARIMA*". Penelitian ini berfokus pada prediksi infeksi COVID-19 di Uni Emirat Arab menggunakan model ARIMA. Model ARIMA (2,2,2) yang digunakan menunjukkan RMSE sebesar 9284.095 dan MAPE sebesar 6.385%, memberikan prediksi yang akurat untuk infeksi COVID-19.

Penelitian yang dilakukan oleh Asih Subagyo, Andi Sunyoto, dan Agung Budi Prasetyo pada tahun 2022 dengan judul "*Prediction of the Spread of Covid-19 in Indonesia Using the SEIRD Model and Hybrid Model with ARIMA Correction*". Penelitian ini berfokus pada penggunaan model SEIRD dan model hibrid dengan koreksi ARIMA

untuk meramalkan penyebaran COVID-19 di Indonesia. Model hybrid SEIRD dengan koreksi ARIMA memberikan prediksi akurat untuk jumlah kasus terkonfirmasi, pemulihan, dan kematian (Subagyo et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Bimo Satrio Aji, Indwiarti, dan Aniq Atiqi Rohmawati pada tahun 2021 dengan judul *"Forecasting Number of COVID-19 Cases in Indonesia with ARIMA and ARIMAX Models"*. Penelitian ini berfokus pada prediksi jumlah kasus COVID-19 di Indonesia menggunakan model ARIMA dan ARIMAX. Model ARIMAX dengan variabel eksternal Google Trends menunjukkan peningkatan akurasi dengan mengurangi MAPE sebesar 0,8% (Aji et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Hadeel I. Mustafa dan Noor Y. Fareed pada tahun 2020 dengan judul *"COVID-19 Cases in Iraq; Forecasting Incidents Using Box - Jenkins ARIMA Model"*. Penelitian ini berfokus pada penggunaan model ARIMA dengan metode Box-Jenkins untuk meramalkan kasus COVID-19 di Irak. Model ARIMA (2,1,5) yang digunakan menunjukkan prediksi yang akurat untuk 30 hari ke depan, dengan nilai prediksi yang konsisten dengan data asli (Mustafa & Fareed, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Soni Singh, Sonam Mittal, dan Sunaina Singh pada tahun 2023 dengan judul *"Analysis and Forecasting of COVID-19 Pandemic Using ARIMA Model"*. Penelitian ini berfokus pada penggunaan model ARIMA untuk memprediksi kasus COVID-19 di India, evaluasi dengan MSE dan prediksi akurat selama 15 hari ke depan. Model ARIMA yang digunakan menunjukkan hasil yang akurat dalam memprediksi jumlah kasus terkonfirmasi di masa depan dengan nilai MSE sebesar antara 2170.636098 dan 46.839689 (Singh et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Syafril Fachri Pane, Adiwijaya, Alfian Akbar Gozali, dan Mahmud Dwi Sulistiyo pada tahun 2022 dengan judul *"LSTM and ARIMA for Forecasting COVID-19 Positive and Mortality Cases in DKI Jakarta and West Java"* berfokus pada prediksi kasus positif dan kematian harian COVID-19 di DKI Jakarta dan Jawa Barat menggunakan model LSTM dan ARIMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model LSTM memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan ARIMA berdasarkan evaluasi RMSE dan MAPE. LSTM memiliki nilai RMSE sebesar 0.23 dan MAPE sebesar 0.15 untuk kasus positif di DKI Jakarta, sementara ARIMA memiliki RMSE sebesar 904.22 dan MAPE sebesar 0.64 (Pane et al., 2022).

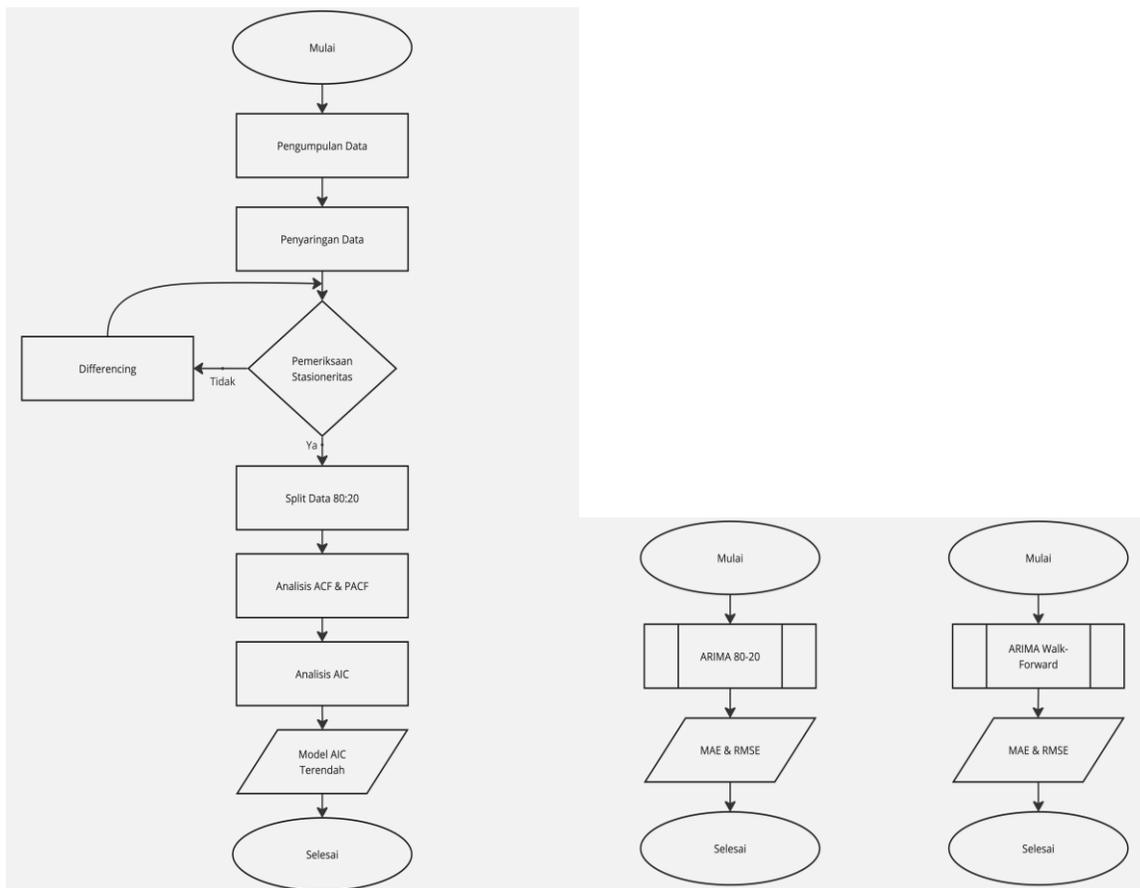
Penelitian yang dilakukan oleh Julshan Alam Ratu, Md. Abdul Masud, Md. Munim Hossain, dan Md. Samsuzzaman pada tahun 2021 berfokus pada prediksi kasus harian COVID-19 di Bangladesh menggunakan model ARIMA. Peneliti menggunakan tiga set data berbeda untuk membangun model prediksi dan menemukan bahwa model ARIMA(3,1,0) dengan drift, ARIMA(3,1,2) dengan drift, dan ARIMA(5,1,0) menunjukkan hasil yang signifikan dalam memprediksi kasus terkonfirmasi harian. Evaluasi menggunakan kriteria Akaike Information Criterion (AIC) menunjukkan bahwa model-model ini memberikan hasil yang baik dalam memprediksi tren COVID-19 di Bangladesh selama tujuh hari ke depan (Ratu et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Yunhao Shi, Kailiang Wu, dan Miao Zhang pada tahun 2022 berfokus pada prediksi tren pandemi COVID-19 di Amerika menggunakan model ARIMA. Data terkait COVID-19 diolah dan dianalisis untuk membangun model prediksi. Model ARIMA dibandingkan dengan model baselines lainnya seperti Prophet dan Random Forest, dan dievaluasi menggunakan metrik MASE, SMAPE, dan RMSE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA memberikan prediksi yang akurat dan sesuai dengan tren data aktual, serta menunjukkan kinerja yang kompetitif dalam memprediksi tren jangka pendek COVID-19 di Amerika dibandingkan model lainnya (Shi et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Hudzaifah Hasri, Siti Armiza Mohd Aris, dan Robiah Ahmad pada tahun 2023 dan bertujuan untuk membandingkan kinerja model Auto-ARIMA dan Auto-SARIMA dalam memprediksi kasus COVID-19 di Malaysia. Data COVID-19 yang digunakan diambil dari sumber terbuka Kementerian Kesehatan Malaysia, mencakup periode dari 24 Februari 2021 hingga 2 Januari 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA (3,1,2) memiliki akurasi prediksi sebesar 87,81%, lebih unggul dibandingkan model SARIMA (0,1,1)(1,0,1,7) yang memiliki akurasi sebesar 78,80%. Studi ini menyarankan bahwa penggunaan model ARIMA dapat meningkatkan ketepatan prediksi kasus COVID-19 dan mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen pandemi di Malaysia (Hasri et al., 2023).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif untuk menganalisis dan memprediksi jumlah kasus COVID-19 di Indonesia dengan model ARIMA, yang dipilih karena kemampuannya dalam mengolah dan

menganalisis data numerik besar guna mengungkap pola dan tren yang ada. Strategi yang diterapkan adalah analisis deret waktu dengan model ARIMA, yang memungkinkan identifikasi dan pemodelan hubungan antara jumlah kasus yang dilaporkan dengan waktu. Model ini dikonfigurasi dengan parameter optimal dan divalidasi menggunakan dua teknik validasi, yaitu pemisahan data 80-20 dan validasi "walk-forward", untuk memastikan keandalan prediksi. Subjek penelitian adalah data harian kasus COVID-19 di Indonesia, yang tersedia dari tanggal 3 Januari 2020 hingga 18 Oktober 2023. Penelitian dilakukan di Laboratorium Komputasi Cerdas Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Data sekunder dikumpulkan dari laporan harian kasus COVID-19 yang diterbitkan oleh WHO, yang diunduh dari <https://covid19.who.int/WHO-COVID-19-global-data.csv>. Setelah pengunduhan, dilakukan preprocessing data dengan menyortir data berdasarkan "country_code" Indonesia. Model ARIMA diimplementasikan menggunakan library statsmodels di Python, dengan parameter model dikalibrasi untuk mencapai prediksi yang akurat. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan metrik MAE dan RMSE, yang dipilih karena sensitivitasnya terhadap kesalahan prediksi serta kemampuannya dalam mengukur kinerja model secara umum.



Gambar 1. Alur Perancangan Sistem

Model ARIMA dipilih karena keahliannya dalam menganalisis data deret waktu. Konfigurasi dari model ini melibatkan pemilihan parameter autoregresi (p), differencing (d), dan moving average (q) yang ideal. Pemilihan ini dilakukan untuk memastikan bahwa model dapat merefleksikan data secara akurat. Parameter-parameter ini esensial dalam menentukan struktur memori dan tingkat integrasi model. Pengaturan yang tepat dari parameter ini meningkatkan efektivitas model dalam memprediksi tren masa depan. Proses ini memerlukan analisis mendalam terhadap data historis. Akurasi prediksi sangat bergantung pada konfigurasi awal yang benar dari model ini.

Pra-pemrosesan data adalah langkah krusial dalam analisis deret waktu. Ini meliputi pembersihan data dari anomali atau nilai yang hilang. Selanjutnya, data disortir berdasarkan "Country" Indonesia. Transformasi tanggal dilakukan untuk memastikan bahwa data berformat konsisten dan siap untuk analisis. Langkah-langkah ini memastikan bahwa data yang masuk ke model ARIMA adalah yang paling relevan dan dapat diandalkan. Kualitas data yang diproses secara tepat akan berpengaruh langsung terhadap keakuratan hasil analisis.

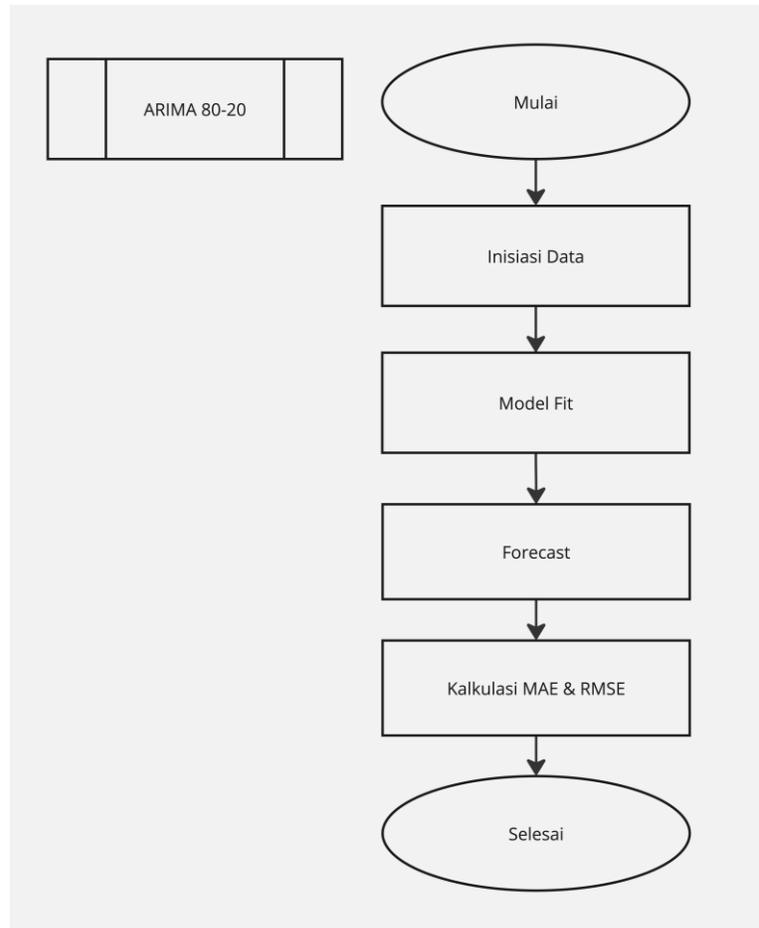
Stasioneritas adalah syarat penting dalam model ARIMA. Untuk itu, data harus diperiksa dengan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Uji ini menilai apakah data memiliki unit root, yang merupakan indikator non-stasioneritas. Jika hasil uji menunjukkan data non-stasioner, langkah Differencing akan dilakukan.

Differencing membantu dalam stabilisasi mean data seiring waktu dan mengurangi tren. Proses ini memastikan bahwa model ARIMA dapat diaplikasikan dengan tepat pada data. Pengecekan stasioneritas ini krusial untuk memastikan bahwa prediksi yang dihasilkan valid dan reliabel.

Analisis ACF dan PACF adalah bagian penting dari konfigurasi model ARIMA. ACF membantu mengidentifikasi ketergantungan umum antara observasi dalam seri waktu. Sementara itu, PACF digunakan untuk mengidentifikasi ketergantungan antara observasi yang dijelaskan oleh model. Kedua analisis ini memberikan wawasan tentang nilai-nilai awal yang potensial untuk parameter p dan q . Grafik dari ACF dan PACF digunakan untuk mengidentifikasi pola ketergantungan dalam data. Dengan informasi ini, kita bisa menentukan model ARIMA dengan struktur yang tepat. Menggunakan parameter yang tepat sangat menentukan dalam meningkatkan akurasi prediksi model.

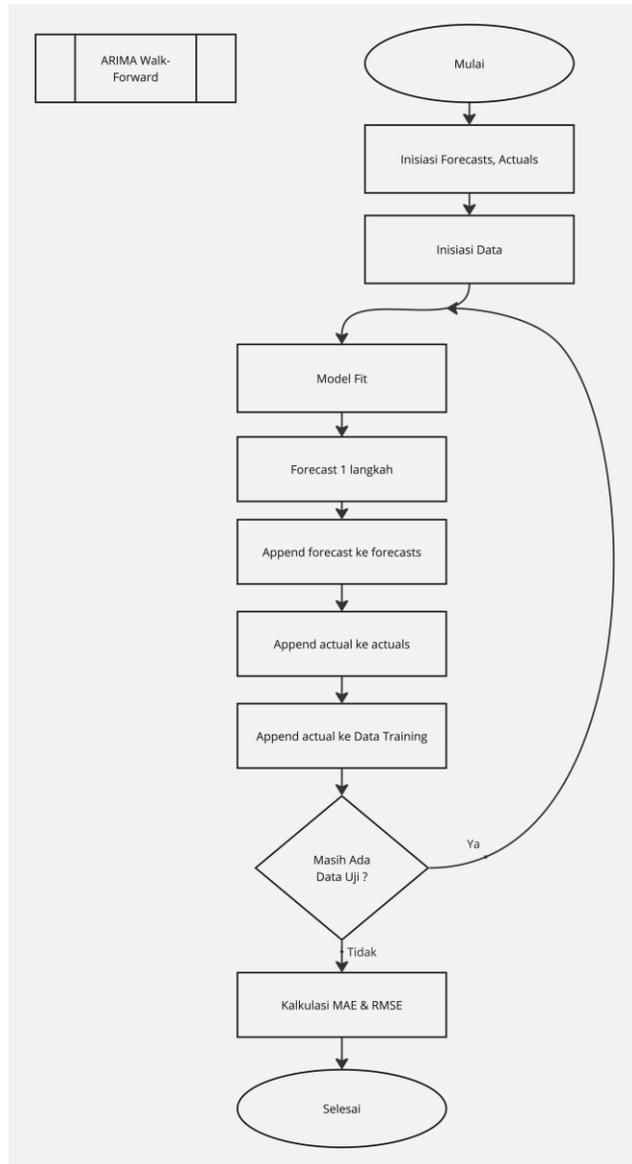
Pencarian grid dilakukan untuk mengeksplorasi berbagai kombinasi dari parameter p , d , dan q . Tujuan dari pencarian ini adalah untuk menemukan model dengan nilai Akaike Information Criterion (AIC) terendah. AIC membantu mengidentifikasi model yang memberikan keseimbangan terbaik antara kebaikan fit dan kompleksitas model. Model dengan nilai AIC terendah dipilih karena cenderung memiliki kinerja prediktif yang lebih baik. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang objektif dari kinerja model sebelum dilakukan ARIMA dengan validasi 80-20 split dan validasi walk-forward dilakukan.

Setelah pemilihan parameter p , d , dan q yang optimal dengan menggunakan Akaike Information Criterion (AIC) terendah, model ARIMA dikonfigurasi untuk memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia.



Gambar 2. Diagram Alir ARIMA 80-20

Proses dimulai dengan inisiasi data historis COVID-19 di Indonesia, yang kemudian dibagi menjadi dua set: 80% digunakan untuk pelatihan model, dan 20% digunakan untuk pengujian. Model ARIMA kemudian dikonfigurasi dan dilatih menggunakan data pelatihan, dengan parameter optimal (p , d , q) yang telah ditentukan sebelumnya melalui analisis Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF), serta pencarian grid untuk menemukan konfigurasi terbaik. Setelah proses pelatihan selesai, model digunakan untuk membuat prediksi pada data pengujian, menghasilkan perkiraan (forecast) berdasarkan pola yang telah dipelajari. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menghitung Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE), dua metrik utama yang mengukur kesalahan prediksi dengan membandingkan nilai hasil prediksi dengan nilai aktual dari data pengujian. Proses implementasi model ARIMA dengan validasi 80-20 selesai setelah kalkulasi MAE dan RMSE dilakukan, memberikan gambaran tentang seberapa baik model dapat memprediksi data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya.



Gambar 3. Diagram Alir ARIMA Walk-Forward

Proses dimulai dengan inisiasi data, forecasts, dan actuals yang akan digunakan dalam metode validasi walk-forward. List atau array untuk menyimpan hasil prediksi (forecasts) dan nilai aktual (actuals) diinisiasi untuk mendokumentasikan hasil selama proses berjalan. Data historis COVID-19 di Indonesia digunakan sebagai input dalam pelatihan dan pengujian model secara bertahap. Model ARIMA dikonfigurasi dan dilatih menggunakan subset data yang tersedia pada waktu tertentu, dan proses ini diulang setiap kali data baru ditambahkan. Setiap kali model dilatih, prediksi satu langkah ke depan (forecast 1 langkah) dilakukan berdasarkan data terbaru. Hasil prediksi ini ditambahkan ke list forecasts, sementara nilai aktual yang sesuai ditambahkan ke list actuals. Selanjutnya, nilai aktual yang baru juga ditambahkan ke set pelatihan, memperbarui data yang digunakan untuk pelatihan model pada langkah berikutnya.

Proses ini berulang hingga semua data uji telah digunakan. Jika masih ada data uji yang tersisa, model akan kembali ke langkah "Model Fit" untuk memperbarui model dengan data terbaru. Setelah seluruh data uji digunakan dan prediksi selesai dilakukan, evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE). Metrik ini menghitung kesalahan prediksi dengan membandingkan nilai prediksi dan nilai aktual dari data pengujian. Proses implementasi model ARIMA dengan

validasi walk-forward selesai setelah perhitungan MAE dan RMSE, memberikan gambaran tentang kemampuan model dalam memprediksi data secara bertahap dalam kondisi nyata yang dinamis.

Metrik evaluasi yang digunakan untuk menilai kinerja model adalah Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE). MAE mengukur rata-rata kesalahan absolut antara nilai prediksi dan aktual, sementara RMSE memberikan pengukuran yang lebih berfokus pada kesalahan besar karena ia mengkuadratkan kesalahan sebelum rata-rata dihitung. Kedua metrik ini sangat berguna untuk menilai kinerja model dalam kondisi nyata dan memberikan wawasan yang berharga tentang kualitas prediksi yang dihasilkan. Metodologi yang telah dirancang dalam bab ini meliputi langkah-langkah kritis dalam persiapan, analisis, dan evaluasi data deret waktu, yang merupakan aspek penting dalam membangun model ARIMA yang handal.

3. Hasil

Pada bagian ini, dilakukan perbandingan nilai Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) antara dua teknik validasi yang digunakan, yaitu split 80-20 dan walk-forward. Perbandingan ini bertujuan untuk menentukan teknik validasi mana yang memberikan estimasi yang lebih akurat dalam prediksi kasus harian COVID-19 menggunakan model ARIMA. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari pengujian model ARIMA dengan berbagai konfigurasi parameter (p , q) menggunakan kedua teknik validasi.

Tabel 1. Perbandingan MAE dan RMSE

p	q	AIC	MAE 80-20 Split	RMSE 80-20 RMSE	Waktu Eksekusi 80-20 Split	MAE Walk-Forward	RMSE Walk-Forward	Waktu Eksekusi Walk-Forward
1	1	20293.57	4928.03	5115.84	0.0s	173.87	230.64	7.3s
1	2	20207.58	4114.66	4409.65	0.1s	136.18	197.69	25.9s
2	1	20258.21	5056.90	5220.35	0.1s	179.09	231.77	25.8s
2	2	20206.55	4190.92	4479.15	0.1s	137.32	198.23	38.3s

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa teknik validasi walk-forward secara konsisten memberikan nilai MAE dan RMSE yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik validasi split 80-20 untuk semua konfigurasi model ARIMA yang diuji. Sebagai contoh, untuk konfigurasi ARIMA dengan parameter $p=1$ dan $q=2$, nilai MAE dan RMSE yang dihasilkan oleh teknik validasi walk-forward masing-masing adalah 136.18 dan 197.69, jauh lebih rendah dibandingkan dengan teknik split 80-20 yang menghasilkan MAE sebesar 4114.66 dan RMSE sebesar 4409.65.

Disparitas ini menunjukkan bahwa teknik validasi walk-forward lebih unggul dalam menangkap dinamika data harian COVID-19 yang terus berubah, karena model diperbarui secara berkala dengan data terbaru selama periode validasi, yang meningkatkan akurasi prediksi. Sebaliknya, teknik split 80-20 lebih rentan terhadap perubahan mendadak dalam pola data, karena model hanya dilatih sekali tanpa pembaruan selama periode prediksi.

4. Pembahasan

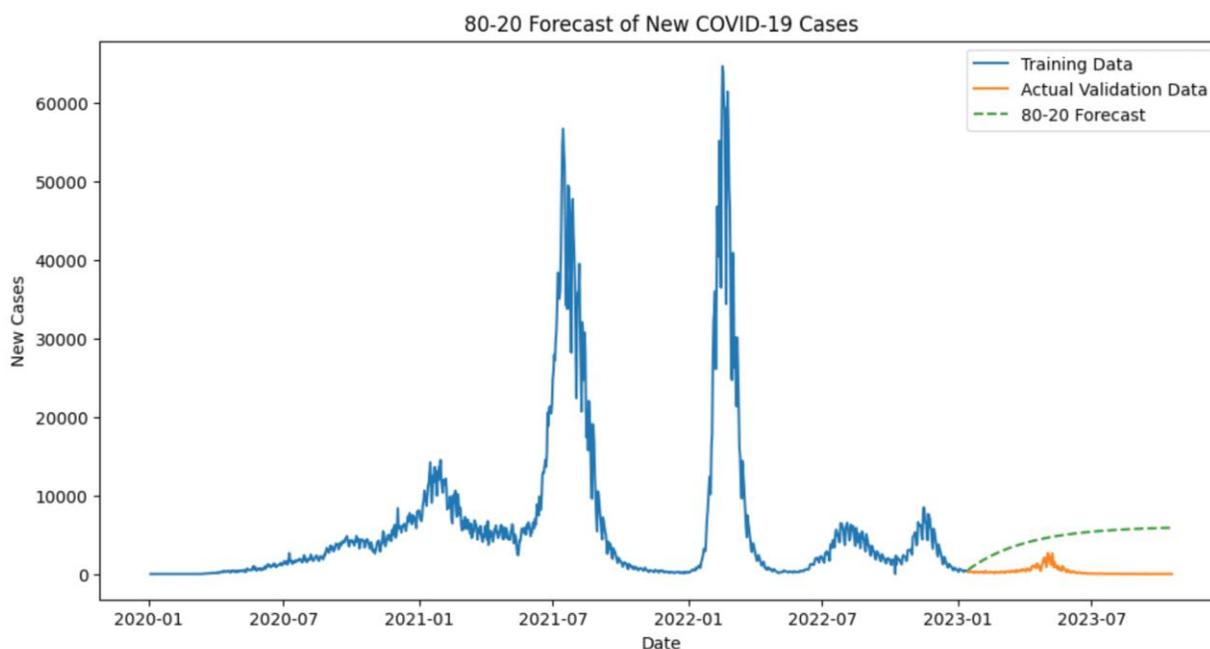
Penemuan ini sejalan dengan studi terdahulu yang menggunakan model ARIMA dalam konteks prediksi COVID-19. Misalnya, penelitian oleh Ismail et al. (2020) di Uni Emirat Arab menggunakan model ARIMA (2,2,2) untuk memprediksi infeksi COVID-19 dan menunjukkan hasil yang akurat dengan RMSE sebesar 9284.095. Meskipun studi ini menunjukkan efektivitas ARIMA, teknik validasi yang diterapkan tidak melibatkan pembaruan berkelanjutan seperti walk-forward, sehingga mungkin tidak menangkap perubahan dinamis data secara optimal.

Selanjutnya, studi oleh Subagyo et al. (2022) di Indonesia yang menggunakan model hybrid SEIRD dengan koreksi ARIMA juga menunjukkan hasil prediksi yang akurat. Namun, studi tersebut menekankan pentingnya penyesuaian model ARIMA dengan pendekatan tambahan, menyoroti kebutuhan akan metode validasi yang

mampu mengikuti perubahan data yang dinamis. Hal ini mendukung temuan bahwa teknik validasi walk-forward memberikan hasil yang lebih unggul dalam kondisi yang tidak stasioner (Subagyo et al., 2022).

Kesimpulan dari hasil ini menegaskan bahwa pemilihan teknik validasi yang tepat sangat mempengaruhi performa model prediktif. Teknik validasi walk-forward terbukti lebih andal dan memberikan estimasi yang lebih akurat, menjadikannya pilihan yang lebih cocok untuk skenario di mana data time series bersifat dinamis dan tidak stasioner, seperti dalam kasus prediksi kasus COVID-19. Penelitian ini menambah bukti baru mengenai pentingnya pemilihan teknik validasi yang tepat dalam penggunaan model ARIMA, terutama dalam konteks epidemiologi yang kompleks dan selalu berubah.

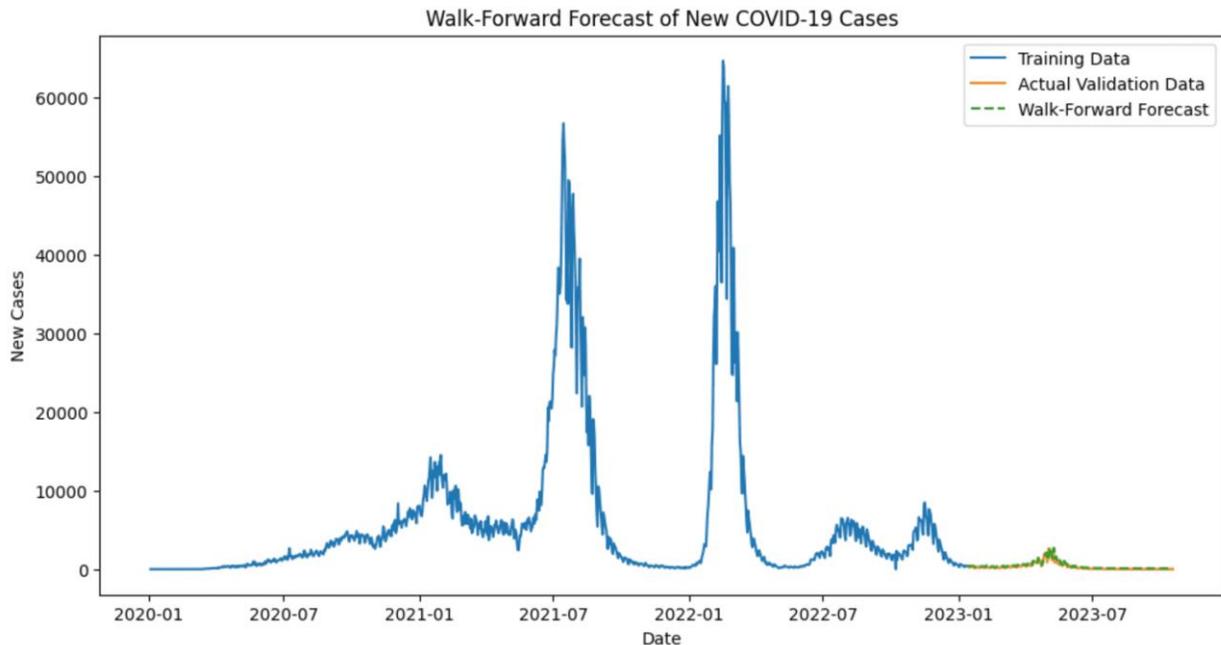
Grafik yang menunjukkan hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual dianalisis untuk memahami bagaimana model ARIMA berperilaku seiring waktu. Berikut adalah beberapa poin penting dari analisis grafik:



Gambar 4. Grafik Validasi Split 80-20

Grafik ini menggambarkan hasil prediksi kasus COVID-19 baru di Indonesia menggunakan teknik validasi split 80-20 dengan model ARIMA. Kurva biru mewakili data pelatihan yang digunakan untuk melatih model, sementara kurva oranye menunjukkan data validasi aktual yang digunakan untuk menguji akurasi model prediksi. Garis hijau putus-putus merepresentasikan prediksi yang dihasilkan oleh model ARIMA berdasarkan data pelatihan.

Dari grafik, dapat diamati bahwa model ARIMA cukup berhasil dalam mengikuti pola umum tren kasus COVID-19 selama periode pelatihan. Namun, pada periode validasi, prediksi model mulai menyimpang dari nilai aktual, khususnya terlihat pada akhir periode prediksi, di mana model cenderung memperkirakan peningkatan kasus yang lebih besar dibandingkan data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model mengalami kesulitan dalam menangkap perubahan mendadak dalam tren data, yang kemungkinan disebabkan oleh sifat dinamis dan ketidakpastian tinggi dalam data COVID-19. Discrepansi ini mengindikasikan bahwa teknik validasi split 80-20 mungkin kurang mampu mengakomodasi perubahan pola data dalam jangka panjang, sehingga model memiliki batasan dalam memprediksi fluktuasi mendadak pada data kasus harian.



Gambar 5. Grafik Validasi Walk-Forward

Grafik ini menampilkan hasil prediksi kasus COVID-19 baru di Indonesia menggunakan teknik validasi walk-forward dengan model ARIMA. Garis biru menunjukkan data pelatihan yang digunakan untuk melatih model secara bertahap, sedangkan garis oranye merepresentasikan data aktual dari validasi yang digunakan untuk mengevaluasi model. Garis hijau putus-putus menunjukkan prediksi (forecast) yang dihasilkan model setelah setiap pembaruan data.

Dari grafik ini, dapat dilihat bahwa teknik validasi walk-forward memungkinkan model untuk menyesuaikan diri dengan perubahan tren yang terjadi secara lebih dinamis dibandingkan dengan teknik validasi split 80-20. Model secara berkelanjutan diperbarui dengan data terbaru, sehingga mampu menangkap perubahan tren dengan lebih akurat dan menghasilkan prediksi yang lebih mendekati nilai aktual, terutama pada periode akhir data. Teknik ini efektif dalam mengakomodasi fluktuasi dan dinamika data harian, yang terbukti dari kesesuaian prediksi dengan data aktual, khususnya pada fase tren menurun dan peningkatan kecil yang muncul. Validasi walk-forward ini memberikan fleksibilitas yang lebih baik dalam merespon perubahan mendadak pada data, menunjukkan bahwa pendekatan ini unggul dalam skenario di mana data bersifat dinamis dan berfluktuasi.

5. Kesimpulan

Penelitian ini telah mengevaluasi kinerja model ARIMA dalam memprediksi kasus harian COVID-19 di Indonesia menggunakan dua teknik validasi, yaitu split 80-20 dan walk-forward. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA mampu memberikan prediksi yang baik, namun teknik validasi walk-forward secara signifikan memberikan hasil yang lebih akurat dan konsisten dibandingkan dengan split 80-20. Teknik walk-forward berhasil menghasilkan nilai MAE dan RMSE yang lebih rendah, yaitu sebesar 137.31 dan 198.23, dibandingkan dengan teknik split 80-20 yang menghasilkan MAE dan RMSE sebesar 4190.92 dan 4479.15. Temuan ini mengindikasikan bahwa validasi walk-forward lebih efektif dalam menangkap perubahan tren data secara dinamis, sehingga lebih reliabel untuk peramalan kasus harian COVID-19 di Indonesia.

Meskipun model ARIMA dengan parameter $p=2$ dan $q=2$ menunjukkan nilai AIC yang sedikit lebih rendah, performa prediksi yang lebih baik dihasilkan oleh model dengan parameter $p=1$ dan $q=2$, menunjukkan pentingnya pemilihan konfigurasi model yang tepat berdasarkan tujuan prediksi. Penggunaan model ARIMA

(2,2) dalam penelitian ini juga menunjukkan fleksibilitas model dalam menangani data time series dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi.

Implikasi dari penelitian ini bagi praktisi dan pembuat kebijakan adalah bahwa model ARIMA dengan teknik validasi walk-forward dapat menjadi alat bantu yang lebih handal dalam merencanakan strategi intervensi kesehatan masyarakat, terutama dalam situasi pandemi atau ketika data bersifat dinamis dan berubah cepat. Namun, penting untuk diingat bahwa model prediksi tidak dapat sepenuhnya menggantikan penilaian ahli dan analisis situasi yang menyeluruh.

Untuk penelitian di masa mendatang, disarankan untuk mengeksplorasi teknik validasi walk-forward dalam kombinasi dengan model prediktif lainnya, serta menguji efektivitasnya pada dataset dengan karakteristik berbeda atau dalam konteks epidemiologi lain. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk memperkuat temuan ini dan memastikan bahwa teknik yang digunakan dapat diterapkan secara luas dalam berbagai skenario prediksi.

Referensi

- Aji, B. S., Indwiarti, & Rohmawati, A. A. (2021). Forecasting Number of COVID-19 Cases in Indonesia with ARIMA and ARIMAX Models. *2021 9th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 71–75. <https://doi.org/10.1109/ICoICT52021.2021.9527453>
- Benvenuto, D., Giovanetti, M., Vassallo, L., Angeletti, S., & Ciccozzi, M. (2020). Application of the ARIMA model on the COVID-2019 epidemic dataset. *Data in Brief*, 29, 105340. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105340>
- de Araújo Morais, L. R., & da Silva Gomes, G. S. (2022). Forecasting daily Covid-19 cases in the world with a hybrid ARIMA and neural network model. *Applied Soft Computing*, 126, 109315. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109315>
- Hasri, H., Mohd Aris, S. A., & Ahmad, R. (2023). Comparison of Auto ARIMA and Auto SARIMA Performance in COVID-19 Prediction. *2023 IEEE 2nd National Biomedical Engineering Conference (NBEC)*, 106–110. <https://doi.org/10.1109/NBEC58134.2023.10352616>
- Ismail, L., Alhmoudi, S., & Alkatheri, S. (2020). Time Series Forecasting of COVID-19 Infections in United Arab Emirates using ARIMA. *2020 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, 801–806. <https://doi.org/10.1109/CSCI51800.2020.00150>
- Jin, Y.-C., Cao, Q., Wang, K.-N., Zhou, Y., Cao, Y.-P., & Wang, X.-Y. (2023). Prediction of COVID-19 Data Using Improved ARIMA-LSTM Hybrid Forecast Models. *IEEE Access*, 11, 67956–67967. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3291999>
- Mustafa, H. I., & Fareed, N. Y. (2020). COVID-19 Cases in Iraq; Forecasting Incidents Using Box - Jenkins ARIMA Model. *2020 2nd Al-Noor International Conference for Science and Technology (NICST)*, 22–26. <https://doi.org/10.1109/NICST50904.2020.9280304>
- Pane, S. F., Adiwijaya, Sulistiyo, M. D., & Gozali, A. A. (2022). LSTM and ARIMA for Forecasting COVID-19 Positive and Mortality Cases in DKI Jakarta and West Java. *2022 Seventh International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIC56845.2022.10006959>
- Ratu, J. A., Masud, Md. A., Hossain, Md. M., & Samsuzzaman, Md. (2021). Forecasting the COVID-19 Pandemic in Bangladesh Using ARIMA Model. *2021 3rd International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/STI53101.2021.9732576>
- Rob J Hyndman. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Sahai, A. K., Rath, N., Sood, V., & Singh, M. P. (2020). ARIMA modelling & forecasting of COVID-19 in top five affected countries. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 1419–1427. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.07.042>
- Seabold, S., & Perktold, J. (2010). *Statsmodels: Econometric and Statistical Modeling with Python*. 92–96. <https://doi.org/10.25080/Majora-92bf1922-011>
- Shi, Y., Wu, K., & Zhang, M. (2022). COVID-19 Pandemic Trend Prediction in America Using ARIMA Model. *2022 International Conference on Big Data, Information and Computer Network (BDICN)*, 72–79. <https://doi.org/10.1109/BDICN55575.2022.00022>

- Singh, S., Mittal, S., & Singh, S. (2023). Analysis and Forecasting of COVID-19 Pandemic Using ARIMA Model. *2023 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication, Embedded and Secure Systems (ACCESS)*, 143–148. <https://doi.org/10.1109/ACCESS57397.2023.10199278>
- Subagyo, A., Sunyoto, A., & Prasetio, A. B. (2022). Prediction of the Spread of Covid-19 in Indonesia Using the SEIRD Model and Hybrid Model with ARIMA Correction. *2022 1st International Conference on Smart Technology, Applied Informatics, and Engineering (APICS)*, 199–204. <https://doi.org/10.1109/APICS56469.2022.9918765>