

Analisis Prediksi Kasus DBD Berdasarkan Faktor Cuaca Dengan Multivariat ARIMA

Nanda Tria Lestari^{1*}; Arita Witanti¹

1. Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Informatika, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Jl. Raya Wates-Jogjakarta, Karanglo, Argomulyo, Sedayu, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55752, Indonesia

^{*}Email: nandatrialestari@gmail.com

Received: 03 Agustus 2023 | Accepted: 16 Oktober 2023 | Published: 17 November 2023

ABSTRACT

Indonesia is facing a severe public health issue with dengue fever (DF). Anyone, both toddlers and adults, can get dengue fever. Several weather factors, including humidity, air temperature, air pressure, and wind speed, contribute to frequent amounts of rain. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) is a time series method commonly used in research. Therefore, to add independent variables, multivariate ARIMA is used. The results of the analysis show that weather factors have a linear relationship with dengue cases, namely humidity and rainfall. The accuracy evaluation of the applied model yielded a Mean Absolute Error (MAE) value of 18.12. The prediction estimates that the number of cases will peak in April 2023 and then decline to its lowest point in December 2023. For future development, it is necessary to enhance the quality of the data used to generate more significant results. Consequently, further evaluation is essential to achieve a smaller MAE value.

Keywords: DF, Multivariate, ARIMA, Prediction, Time Series

ABSTRAK

Indonesia memiliki masalah kesehatan masyarakat yang serius dengan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Siapapun, baik balita maupun orang dewasa, dapat terserang DBD. Beberapa faktor cuaca, termasuk kelembaban, suhu udara, tekanan udara, dan kecepatan angin, berkontribusi pada jumlah hujan yang sering. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) adalah metode time series yang umum digunakan dalam penelitian. Oleh karena itu, untuk menambahkan variabel independen maka digunakan multivariat ARIMA. Hasil analisis yang menunjukkan faktor cuaca yang mempunyai hubungan linear dengan kasus DBD, yaitu kelembaban dan curah hujan. Hasil evaluasi akurasi prediksi menggunakan model yang diterapkan diperoleh nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 18,12. Prediksi memperkirakan bahwa jumlah kasus akan mencapai puncaknya pada bulan April 2023 dan kemudian akan mengalami penurunan hingga mencapai titik terendah pada bulan Desember 2023. Untuk pengembangan, diperlukan meningkatkan kualitas data yang akan digunakan agar menghasilkan data yang signifikan. Sehingga perlunya evaluasi ke depannya untuk mendapatkan nilai MAE yang lebih kecil.

Kata kunci: DBD, Multivariat, ARIMA, Prediksi, Time Series

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki masalah kesehatan masyarakat yang serius dengan penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Siapapun, baik balita maupun orang dewasa, dapat terserang DBD. Penyebab DBD antara lain adalah perubahan iklim, curah hujan, ketidakpahaman masyarakat akan pola hidup bersih dan sehat, serta kurangnya pengetahuan masyarakat akan cara pencegahan DBD [1], [2]. Penelitian ini dilakukan di Sleman. Ini karena Sleman memiliki kisaran curah hujan yang luas. Sebagian besar bulan, Sleman menerima curah hujan yang besar, dan musim kemaraunya hanya singkat. Beberapa faktor, termasuk kelembaban, suhu udara, tekanan udara, dan kecepatan angin, berkontribusi pada jumlah hujan yang sering. Demam berdarah sebagian disebabkan oleh hujan. Nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di daerah yang basah dan air yang tergenang [1].

Oleh karena itu, meskipun ada faktor lain yang berperan dalam penularan DBD, penelitian ini mengandalkan data cuaca. Sehingga diperlukannya prediksi DBD merupakan langkah awal untuk membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengambil keputusan terkait pencegahan dan pengendalian DBD. ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) adalah metode time series yang sering digunakan dalam penelitian [3]. Hasilnya menunjukkan bahwa ARIMA adalah salah satu dari metode analisis yang paling efektif untuk memahami dan memodelkan data time series yang diberikan.

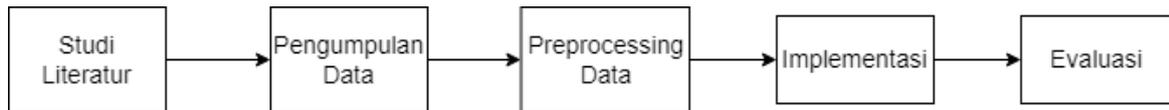
Pada tahun 2022 terdapat penelitian serupa yang membicarakan tentang bagaimana model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kasus demam berdarah yang terjadi di India. Penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi kinerja model ARIMA dengan menggunakan data bulanan dari Januari 2010 hingga Desember 2019. Studi ini menguraikan proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi model ARIMA, termasuk pemrosesan pra-data, identifikasi model, estimasi parameter, dan diagnostik. Dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2,7%, hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA berhasil memprediksi kasus demam berdarah [4].

Beberapa penelitian terkait lainnya yang menggunakan metodologi atau tujuan penelitian yang serupa adalah yang pertama mengembangkan model prediksi untuk memprediksi jumlah penderita Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi DKI Jakarta dengan pendekatan regresi linear [5]. Selanjutnya membahas nilai saham dalam perdagangan sehari-hari berubah karena perubahan dalam penawaran dan permintaan. Pandemi COVID-19, menghasilkan keuntungan sebesar 10,46% pada kuartal keempat tahun 2021 pada industri kesehatan [6]. Selain itu ada juga penelitian yang berfokus untuk merencanakan produksi coklat untuk hari-hari besar seperti Hari Valentine, Natal, dan Idul Fitri dengan melihat konsumsi coklat [7].

Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian ini. Maka pada penelitian ini dilakukan prediksi DBD dengan menganalisis pengaruh faktor cuaca untuk mengetahui faktor apa saja yang mempunyai hubungan linear dengan kasus DBD. Berdasarkan hasil studi sebelumnya, menunjukkan keberhasilan penggunaan model ARIMA dalam memprediksi kasus DBD. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengambil keputusan terkait pencegahan dan penanggulangan DBD.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Pada bagian ini memaparkan secara rinci bagaimana tahapan desain penelitian yang akan diterapkan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Desain penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

Tahapan studi literatur melakukan eksplorasi penelitian-penelitian terdahulu agar penelitian yang akan digunakan dapat memperkuat kelemahan penelitian sebelumnya. Serta melakukan analisa kebutuhan dalam penelitian yang akan dilakukan. Kemudian dilakukan pengumpulan data yang mana faktor cuaca diperoleh melalui situs berikut: <http://dataonline.bmkg.go.id/> dan disimpan dalam format .xlsx, bersamaan dengan data kasus DBD yang dikumpulkan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2022.

Sebelum data diimplementasikan maka dilakukan preprocessing data yang bertujuan untuk membentuk data agar bisa digunakan dalam pembentukan model multivariat ARIMA. Kemudian, dilakukan implementasi model dan evaluasi model dengan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE).

2.1. ARIMA

Metode Box-Jenkins adalah nama lain dari teknik ARIMA. Kejadian jangka pendek dapat diprediksi secara akurat menggunakan strategi ini. Namun, akurasi akan berkurang dan cenderung mendatar ketika digunakan untuk meramalkan data jangka panjang [8]. Model *time series* yang biasanya ditampilkan dalam metode ini antara lain *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA), *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogeneous Variable* (ARIMAX) [9]:

a. *Autoregressive* (AR)

Yule pertama kali memperkenalkan model *Autoregressive* (AR) pada tahun 1926, dan Walker memperkenalkannya kembali pada tahun 1931. Model ini menunjukkan bagaimana periode data sebelumnya berdampak pada periode data saat ini. Bagian dasar model ini adalah [10], [11]:

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + e_t \tag{1}$$

b. *Moving Average* (MA)

Proses *Moving Average* (MA) yang memiliki orde Q mengimplikasikan korelasi dengan nilai sinyal dan nilai dari setiap kesalahan yang memanjang dari periode T ke periode Q. Bagian dasar dari model ini adalah [10], [11]:

$$Y_t = e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \tag{2}$$

c. *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Komponen AR(p) dan MA(q) dapat digunakan untuk membuat model *Autoregressive Moving Average* (ARMA). Menurut model ini, data sebelumnya mungkin berdampak pada nilai residu dan rentang waktu data terbaru. Komponen utama model ini adalah [9], [10]:

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \tag{3}$$

d. *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

Singkatnya, ARIMA menggabungkan dua model: *Autoregressive (AR)* dan *Moving Average (MA)*. ARIMA (p, q, d) adalah model regresi linier berdasarkan nilai p sebelumnya dan kesalahan q yang mengikuti d kali perbedaan. Bagian dasar dari model ini adalah [9], [10]:

$$(1 - B)^d Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \quad (4)$$

e. *Autoregressive Integrated Moving Average With Exogeneous Variable (ARIMAX)*

Model ARIMAX (p,d,q) ditunjukkan di bawah ini. Fungsi variabel Y dari waktu ke waktu, serta variabel independen lainnya saat ini pada waktu t, dapat diubah untuk mengubah variabel Y pada waktu t dalam model ARIMAX ini [12]:

$$(1 - B)^d Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \gamma_1 X_{t-1} + \dots + \gamma_k X_{t-k} + e_t + \alpha_1 e_{t-1} + \dots + \alpha_q e_{t-q} \quad (5)$$

Dimana:

B = differencing

Y_t = variabel dependen pada waktu t

β_i = koefisien *autoregressive*, $I = 1, 2, 3, \dots, p$

γ_i = koefisien regresi, $I = 1, 2, 3, \dots, p$

X = variabel independen

e_t = nilai galat pada waktu ke-t

α_i = parameter *moving average*, $I = 1, 2, 3, \dots, q$

e_t = nilai galat pada waktu ke-t

2.2. Evaluasi Akurasi Prediksi

Sangatlah penting untuk mengevaluasi seberapa akurat sebuah prediksi dibandingkan dengan prediksi awal [13]. Dalam menguji keakuratan, pengujian menggunakan *mean absolute error (MAE)*. MAE banyak digunakan untuk mengevaluasi kemampuan teknik prediksi dalam memprediksi *time series*. Semakin rendah nilainya, semakin baik. MAE mudah dipahami karena melaporkan ketidakakuratan mutlak [14], [15].

Rumus MAE adalah sebagai berikut:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (6)$$

Dimana:

y_i = nilai aktual

\hat{y}_i = nilai prediksi

n = jumlah observasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan hubungan linear antara variabel kasus DBD dan faktor cuaca maka digunakan analisis korelasi. Analisis korelasi digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara variabel kasus DBD dengan faktor cuaca. Dengan demikian, dapat diketahui

apakah terdapat hubungan linear positif, negatif, atau tidak ada hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Curah Hujan	Suhu	Kelembaban	Lama Penyinaran	Kecepatan Angin
0.3093435	0.1372712	0.3843386	-0.1620926	-0.2087307

Gambar 2. Analisis Korelasi

Hasil analisis korelasi diatas menunjukkan nilai untuk hubungan linear antara faktor cuaca dan kasus DBD. Kelembaban memiliki nilai yang paling tinggi diantara variabel lain, diikuti dengan curah hujan. Sedangkan suhu memiliki nilai rendah. Untuk lama penyinaran dan kecepatan angin bernilai negatif. Dari gambar 2 disimpulkan bahwa variabel yang memiliki hubungan linear dengan kasus DBD adalah kelembaban dan curah hujan. Namun, perlu diingat bahwa korelasi tidak selalu menunjukkan hubungan sebab-akibat. Faktor lain seperti kebersihan lingkungan dan upaya pencegahan juga dapat mempengaruhi kasus DBD.

Suhu juga memiliki nilai yang positif akan tetapi nilainya sangat rendah sehingga hubungan linearnya sangat lemah. Sedangkan untuk lama penyinaran dan kecepatan angin memiliki nilai negatif sehingga hubungan linearnya juga lemah, meskipun lemah kedua variabel ini bertolak belakang dengan variabel yang lain. Meningkatnya lama penyinaran dan kecepatan angin maka korelasinya terjadi penurunan pada kasus DBD.

Selanjutnya akan melakukan analisis untuk prediksi kasus DBD dengan variabel independen dengan ARIMA menggunakan pendekatan multivariat atau ARIMAX. Pendekatan multivariat atau ARIMAX digunakan untuk memprediksi kasus DBD dengan variabel independen. Dengan menggunakan metode ini, kita dapat mengambil keuntungan dari hubungan antara variabel independen dan kasus DBD untuk membuat prediksi yang lebih akurat. Dengan demikian, kita dapat memperoleh informasi yang berharga dalam mengatasi masalah DBD dan mengambil langkah-langkah pencegahan.

Implementasi ARIMAX pada gambar 3 hingga gambar 5 memberikan analisis yang berguna sebelum melakukan prediksi.

```
Series: trainDBD
Regression with ARIMA(1,0,0) errors

Coefficients:
      ar1  intercept    xreg
    0.8141    44.0567    2.9104
s.e.  0.0819    15.4689    3.2783

sigma^2 = 566.8:  log likelihood = -260.57
AIC=529.14  AICc=529.91  BIC=537.31
```

Gambar 3. Hasil Model ARIMAX

```
Box-Ljung test

data: residual
X-squared = 0.001081, df = 1, p-value = 0.9738
```

Gambar 4. Hasil L-Jung Box

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	-1.740906	23.17205	15.25352	-41.7822	56.11787	1.045529	-0.004242626

Gambar 5. Hasil *Residual Diagnostic*

Berdasarkan implementasi menggunakan ARIMAX hasil gambar model ARIMAX tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa data yang digunakan memiliki permasalahan dalam performanya. Meskipun demikian, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan model yang paling optimal. Sebelum melakukan prediksi yang akan datang, akan dilakukan evaluasi akurasi prediksi untuk mengukur kualitas prediksi. Pada evaluasi akurasi prediksi menggunakan MAE yang merupakan bagian dari matrik evaluasi. Dengan MAE, semakin kecil nilai MAE, maka semakin baik kualitas prediksi.

Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
58	16.14369	-14.366239	46.65362	-30.51722	62.80460
59	24.22203	-15.120178	63.56423	-35.94668	84.39073
60	29.08963	-15.145126	73.32439	-38.56159	96.74086
61	29.67581	-17.523004	76.87463	-42.50855	101.86017
62	35.93119	-13.133573	84.99596	-39.10689	110.96928
63	35.49554	-14.767786	85.75887	-41.37558	112.36667
64	36.71609	-14.326119	87.75829	-41.34623	114.77840
65	37.56668	-13.985263	89.11863	-41.27522	116.40858
66	39.48034	-12.406692	91.36738	-39.87403	118.83471
67	37.67782	-14.430118	89.78575	-42.01439	117.37003
68	38.34875	-13.905081	90.60258	-41.56659	118.26409
69	39.47928	-12.871023	91.82958	-40.58360	119.54216
70	44.39874	-8.015408	96.81288	-35.76178	124.55926
71	44.93230	-7.524117	97.38872	-35.29287	125.15746
72	44.56660	-7.917813	97.05101	-35.70138	124.83458

Gambar 6. Hasil Prediksi

Berdasarkan gambar 6 maka dilakukan perhitungan prediksi menggunakan MAE (*Mean Absolut Error*).

Tabel 1 Perhitungan MAE

Aktual	Prediksi
21	16,14
24	24,22
54	29,09
80	29,68
11	35,93
13	35,50
19	36,72
41	37,57
27	39,48
26	37,68
17	38,35
7	39,48
27	44,40
20	44,93
42	44,57
MAE	18,12

Tingkat keakuratan prediksi yang diperoleh dari model ARIMAX (1,0,0) dapat dilihat dalam tabel 1. Tabel ini memberikan gambaran tentang sejauh mana model tersebut mampu memprediksi dengan tepat berdasarkan data yang ada. Berdasarkan pada kriteria MAE yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Maka hasil akurasi dapat dikatakan cukup baik untuk diterapkan. Hasil akurasi juga dipengaruhi oleh jumlah data yang digunakan.

Semakin banyak data yang digunakan, semakin tinggi tingkat keakuratan prediksi yang dapat dicapai oleh model ARIMAX. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan jumlah data yang digunakan dalam analisis prediksi. Selain itu, faktor-faktor lain seperti kualitas data dan pemilihan variabel juga dapat mempengaruhi akurasi prediksi model ARIMAX.

Selain itu, penting juga untuk melakukan evaluasi dan validasi model secara berkala untuk memastikan bahwa hasil prediksi tetap akurat dan dapat diandalkan. Terakhir, perlu diingat bahwa model ARIMAX (1,0,0) mungkin tidak cocok untuk semua jenis data dan situasi, sehingga perlu dilakukan eksplorasi dan pemilihan model yang sesuai dengan karakteristik data yang ada.

Untuk mengetahui kejadian yang akan datang, maka akan dilakukan prediksi. Prediksi ini dilakukan dengan menggunakan data dan informasi yang tersedia saat ini. Dengan adanya prediksi, diharapkan dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan mengurangi risiko yang mungkin terjadi di masa depan. Prediksi yang digunakan untuk 12 bulan setelah Desember 2022. Dengan demikian hasil prediksi pada tabel dibawah merupakan prediksi dari Januari 2023 – Desember 2023.

Tabel 2. Prediksi ARIMAX

Bulan	Prediksi
Jan-23	72
Feb-23	69
Mar-23	75
Apr-23	77
Mei-23	74
Jun-23	71
Jul-23	71
Agu-23	61
Sep-23	46
Okt-23	40
Nov-23	49
Des-23	39

Hal ini menunjukkan bahwa prediksi ARIMAX memperkirakan bahwa jumlah kasus akan mencapai puncaknya pada bulan April 2023 dan kemudian akan mengalami penurunan hingga mencapai titik terendah pada bulan Desember 2023. Prediksi ARIMAX ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mengantisipasi kejadian yang akan datang dan mengambil langkah-langkah yang tepat dalam menangani kasus tersebut. Dengan memperhatikan tren prediksi, dapat dilakukan perencanaan yang lebih efektif untuk mengendalikan penyebaran kasus pada bulan-bulan mendatang.

Hal ini penting untuk melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, tenaga medis, dan masyarakat umum dalam upaya mengendalikan penyebaran kasus. Selain itu, pemantauan terus-menerus terhadap perkembangan situasi dan penyesuaian strategi juga diperlukan agar dapat menghadapi perubahan yang mungkin terjadi selama periode tersebut.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan seluruh hasil tahapan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan multivariat ARIMA dapat disimpulkan bahwa hasil analisis yang menunjukkan faktor cuaca yang mempunyai hubungan linear dengan kasus DBD, yaitu Kelembaban dan Curah Hujan. Hasil evaluasi akurasi prediksi menggunakan model yang diterapkan diperoleh nilai MAE sebesar 18,12. Prediksi memperkirakan bahwa jumlah kasus akan mencapai puncaknya pada bulan April 2023 dan kemudian akan mengalami penurunan hingga mencapai titik terendah pada bulan Desember 2023.

Untuk pengembangan, diperlukan meningkatkan kualitas data yang akan digunakan agar menghasilkan data yang signifikan. Sehingga perlunya evaluasi kedepannya untuk mendapatkan nilai MAE yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. J. Gubler, E. E. Ooi, S. Vasudevan, dan J. Farrar, Ed., *Dengue and dengue hemorrhagic fever*, 2 ed. UK: CABI, 2014. doi: 10.1079/9781845939649.0000.
- [2] World Health Organization, Ed., *Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*, Rev. and Expanded. ed. dalam SEARO Technical publication series, no. no. 60. New Delhi, India: World Health Organization Regional Office for South-East Asia, 2011.
- [3] C. Nisa, I. W. Sumarjaya, dan I. G. A. M. Srinadi, "PENGUNAAN MODEL ARIMAX UNTUK MERAMALKAN DATA CURAH HUJAN BULANAN DI BALI," *E-J. Mat.*, vol. 10, no. 4, hlm. 186, Nov 2021, doi: 10.24843/MTK.2021.v10.i04.p341.
- [4] D. Chandra, S. Islam, dan D. Pandey, "Dengue prediction using time series forecasting I.E ARIMA model," *Int. J. Health Sci.*, hlm. 4517–4526, Okt 2022, doi: 10.53730/ijhs.v6nS8.13221.
- [5] A. R. Muhajir, E. Sutoyo, dan I. Darmawan, "Forecasting Model Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Provinsi DKI Jakarta Menggunakan Algoritma Regresi Linier Untuk Mengetahui Kecenderungan Nilai Variabel Prediktor Terhadap Peningkatan Kasus," *Fountain Inform. J.*, vol. 4, no. 2, hlm. 33, Nov 2019, doi: 10.21111/fij.v4i2.3199.
- [6] M. Apriyanto, M. N. S. Hasibuan, dan S. Z. Harahap, "Forecasting Health Sector Stock Prices using ARIMAX Method," *Sinkron*, vol. 7, no. 2, hlm. 641–648, Mei 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i2.11418.
- [7] A. R. P. Syam, "Application of the Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX) with Calendar Variation Effect Method for Forecasting Chocolate Data in Indonesia and the United States," *J. Mat. Stat. Dan Komputasi*, vol. 18, no. 2, hlm. 224–236, Jan 2022, doi: 10.20956/j.v18i2.18460.
- [8] A. Z. Priambodo dan M. Mahmudah, "PREDICTION MODEL FOR THE NUMBER OF ARI CASES IN CHILDREN IN SURABAYA USING ARIMA METHOD," *J. Biom. Dan Kependud.*, vol. 9, no. 1, hlm. 18, Jun 2020, doi: 10.20473/jbk.v9i1.2020.18-26.
- [9] I. Solihati, P. R. Arum, dan T. W. Utami, "PERAMALAN JUMLAH KASUS COVID-19 DI SEMARANG MENGGUNAKAN METODE AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE," *Pros. Semin. Edusainstech*, vol. 4, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/588/656>
- [10] B. Juanda dan Junaidi, *EKONOMETRIKA DERET WAKTU Teori dan Aplikasi*. Bogor: IPB Press, 2011.
- [11] H. Wiguna, Y. Nugraha, F. Rizka R, A. Andika, J. I. Kanggrawan, dan A. L. Suherman, "Kebijakan Berbasis Data: Analisis dan Prediksi Penyebaran COVID-19 di Jakarta dengan

- Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA),” *J. Sist. Cerdas*, vol. 3, no. 2, hlm. 74–83, Agu 2020, doi: 10.37396/jsc.v3i2.76.
- [12] Elvina Catria, A. A. Putra, D. Permana, dan D. Fitria, “Adding Exogenous Variable in Forming ARIMAX Model to Predict Export Load Goods in Tanjung Priok Port,” *UNP J. Stat. Data Sci.*, vol. 1, no. 1, hlm. 31–38, Feb 2023, doi: 10.24036/ujsds/vol1-iss1/10.
- [13] R. J. Hyndman dan G. Athanasopoulos, *Forecasting: principles and practice*, 2nd edition. Lexington, Ky.: Otexts, online, open-access textbook, 2018.
- [14] M. H. Jabardi, H. T. Kurmasha, dan R. R. Al-Khalidy, “Forecasting Weekly COVID-19 Infection and Death Cases in Iraq Using an ARIMA Model,” *Tech. Romanian J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 2, hlm. 64–75, Mar 2022, doi: 10.47577/technium.v4i2.6191.
- [15] N. Qomariasih, “Peramalan Kasus Covid-19 di DKI Jakarta dengan Model Arima,” *J. Syntax Transform.*, vol. 2, no. 6, hlm. 849–855, Jun 2021, doi: 10.46799/jst.v2i6.306.