

**PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA MENGGUNAKAN
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE EXOGENOUS
DENGAN EFEK VARIASI KALENDER**

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
NITA ARDELIA
09020221037

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : NITA ARDELIA

NIM : 09020221037

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA MENGGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE EXSOGENOUS* DENGAN EFEK VARIASI KALENDER". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 26 Juni 2025

Yang menyatakan,



NITA ARDELIA
NIM. 09020221037

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : NITA ARDELIA

NIM : 09020221037

Judul skripsi : PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA
MENGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE EXSOGENOUS* DENGAN EFEK
VARIASI KALENDER

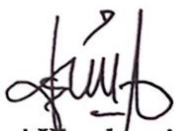
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



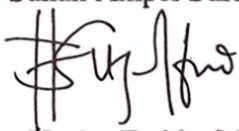
Dr. Lutfi Hakim, M.Ag.
NIP. 197312252006041001

Pembimbing II



Hani Khaulasari, M.Si.
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Yuniar Farida, M.T.
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : NITA ARDELIA
NIM : 09020221037
Judul Skripsi : PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA
MENGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE EXOGENOUS*
DENGAN EFEK VARIASI KALENDER

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 26 Juni 2025

Mengesahkan,
Tim Penguji

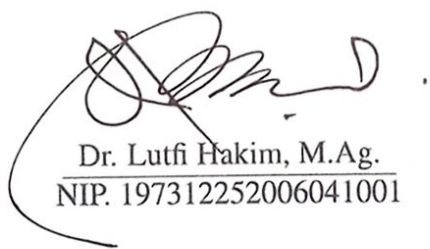
Penguji I


Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

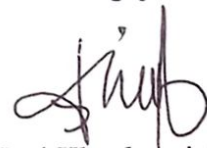
Penguji II


Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Penguji III


Dr. Lutfi Hakim, M.Ag.
NIP. 197312252006041001

Penguji IV


Hani Khaulasari, M.Si.
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya


Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300

E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NITA ARDELIA
NIM : 09020221037
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : nitardelia@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA MENGGUNAKAN

AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE EXOGENOUS

DENGAN EFEK VARIASI KALENDER

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 4 JULI 2025

Penulis

(NITA ARDELIA)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PERAMALAN KUALITAS UDARA SURABAYA MENGGUNAKAN *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE EXSOGENOUS* DENGAN EFEK VARIASI KALENDER

Polusi udara telah menjadi topik penting dalam beberapa tahun terakhir, ditandai dengan penurunan kualitas udara dari waktu ke waktu. $PM_{2,5}$ menjadi polutan paling berbahaya jika dibandingkan yang lainnya dikarenakan ukurannya yang sangat kecil. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan, mengetahui tingkat akurasi, dan meramalkan kualitas udara Surabaya berdasarkan $PM_{2,5}$. Variabel penelitian yaitu data $PM_{2,5}$ dari bulan Januari 2023 sampai Desember 2024 dengan 731 data dan variasi kalender. Metode yang digunakan adalah ARIMAX efek variasi kalender yakni gabungan dari regresi *dummy* dan ARIMA. Model terbaik pada penelitian ini adalah ARIMAX outlier di mana bentuk modelnya terdapat pada persamaan 4.5 dengan MAPE 10%. Hasil penelitian diperoleh bahwa terjadi penurunan kadar polutan $PM_{2,5}$ selama bulan Januari sampai Mei 2025. Namun, model ARIMAX *outlier* tersebut belum memenuhi asumsi normalitas meskipun telah dilakukan deteksi outlier.

Kata kunci: Kualitas udara, ARIMAX variasi kalender, $PM_{2,5}$, MAPE, Regresi *dummy*.

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

ABSTRACT

SURABAYA AIR QUALITY FORECASTING USING EXSOGENOUS AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE WITH CALENDAR VARIATION EFFECTS

Air pollution has become an important topic in recent years, marked by a decline in air quality over time. $PM_{2.5}$ is the most dangerous pollutant compared to others due to its extremely small size. This study aims to model, determine the accuracy level, and predict air quality in Surabaya based on $PM_{2.5}$. The research variables are $PM_{2.5}$ data from January 2023 to December 2024, comprising 731 data points and calendar variations. The method used is the ARIMAX calendar variation effect, which combines dummy regression and ARIMA. The best model in this study is the ARIMAX outlier model, whose form is given by equation 4.5 with a MAPE of 10%. The results indicate a decrease in $PM_{2.5}$ pollutant levels from January to May 2025. However, model ARIMAX *outlier* does not meet the normality assumption despite outlier detection.

Keywords: Air quality, calendar variation ARIMAX, $PM_{2.5}$, MAPE, Dummy regression.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	10
1.3. Tujuan Penelitian	11
1.4. Manfaat Penelitian	11
1.5. Batasan Masalah	12
1.6. Sistematika Penulisan	12
II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1. Pencemaran Udara	14
2.2. $PM_{2,5}$ dan Efek Variasi Kalender	15
2.3. Time Series	17
2.4. Regresi Time Series	19
2.4.1. Estimasi Parameter Regresi Time Series	20
2.4.2. Uji Signifikansi Parameter	21
2.4.3. Asumsi Residual	23

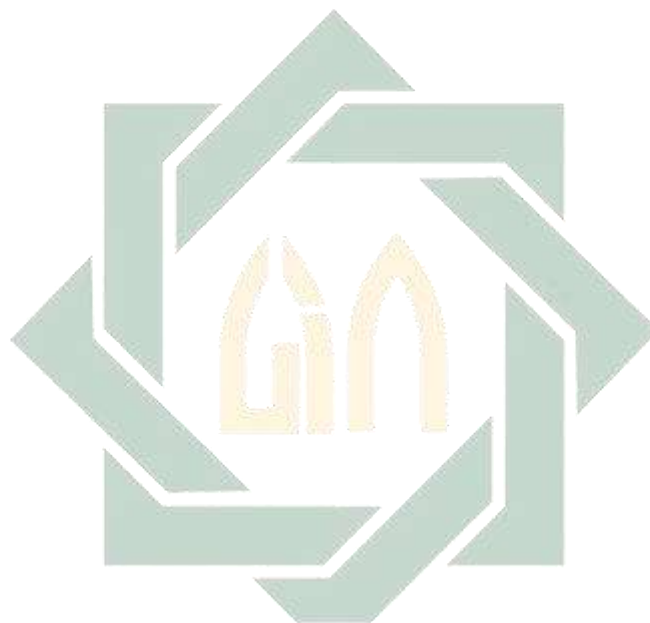
2.5. Model ARIMA	25
2.5.1. Stasioner dalam varians (<i>Variance Stationerity</i>)	25
2.5.2. Stasioner dalam rata-rata (<i>Mean Stationerity</i>)	26
2.5.3. Identifikasi Model	28
2.5.4. <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)	28
2.5.5. <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF)	29
2.5.6. AR (<i>Autoregressive</i>)	30
2.5.7. MA (<i>Moving Average</i>)	30
2.5.8. ARMA (<i>Autoregressive-Moving Average</i>)	31
2.5.9. ARIMA	31
2.5.10. Estimator Parameter ARIMA	32
2.5.11. Uji Diagnostik Residual	36
2.5.12. Pemilihan Model ARIMA Terbaik	37
2.6. Model ARIMAX Variasi Kalender	37
2.7. Deteksi <i>Outlier</i>	38
2.8. Akurasi Model Peramalan	40
2.9. Integrasi Keilmuan	41
III METODE PENELITIAN	43
3.1. Jenis Penelitian	43
3.2. Data Penelitian	43
3.3. Tahapan Penelitian	46
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1. Analisis Deskriptif	51
4.2. Identifikasi Plot Time Series	52
4.3. Penentuan Variabel Dummy	55
4.4. Pemodelan Regresi <i>Dummy Time Series</i>	56
4.5. Pengujian Asumsi Residual	60
4.5.1. Asumsi Identik	61
4.5.2. Asumsi Independen	61
4.5.3. Uji Normalitas	62

4.6. Identifikasi <i>Time Series</i>	63
4.6.1. Stasioner dalam Varian	63
4.6.2. Stasioner dalam Mean	64
4.7. Identifikasi Model ARIMA	65
4.7.1. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA	67
4.7.2. Uji Diagnostik Model ARIMA	69
4.8. Pemodelan ARIMAX Variasi Kalender	71
4.8.1. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMAX	71
4.8.2. Uji Diagnostik Residual Model ARIMAX	74
4.9. Deteksi <i>Outlier</i>	75
4.9.1. Identifikasi <i>Outlier</i>	76
4.9.2. Estimasi dan Uji Signifikansi ARIMAX <i>Outlier</i>	77
4.9.3. Uji Diagnostik ARIMAX <i>Outlier</i>	80
4.9.4. Pemilihan Model Terbaik	82
4.10. Akurasi MAPE	82
4.11. Hasil Peramalan	83
4.12. Diskusi Pembahasan	84
4.13. Etika Islam dalam Menjaga Kualitas Udara	86
V PENUTUP	88
5.1. Kesimpulan	88
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	89
Lampiran	99
A Hasil Peramalan $PM_{2,5}$ Januari-Mei 2025	100

DAFTAR TABEL

2.1	Standar baku PM _{2,5}	16
2.2	Tabel ANOVA	21
2.3	Tabel nilai λ dan transformasinya	26
2.4	Karakteristik ACF dan PACF	28
2.5	Kriteria Akurasi Berdasarkan Nilai MAPE	40
3.1	Data PM 2,5 Kota Surabaya	44
3.2	Data variasi kalender tahun 2023-2024	44
3.3	Tabel <i>dummy</i> musiman dan efek variasi kalender	45
4.1	Analisis Deskriptif Data PM 2,5	51
4.2	Tabel ANOVA PM _{2,5}	57
4.3	Tabel Hasil Uji Signifikansi Parameter	58
4.4	Tabel ANOVA dengan Variabel Signifikan	59
4.5	Tabel Hasil Pengujian Parameter dengan Variabel Signifikan	60
4.6	Uji Asumsi Identik dengan Uji Glejser	61
4.7	Uji Asumsi Independen	62
4.8	Uji Signifikansi dan <i>White-noise</i> Model ARIMA Sementara	67
4.9	Hasil Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARIMA	68
4.10	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (1,1,1)	69
4.11	Hasil Uji Normalitas ARIMA (1,1,1)	70
4.12	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARIMAX (1,1,1)	71
4.13	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMAX (1,1,1)	74
4.14	Hasil Uji Normalitas ARIMAX (1,1,1)	75
4.15	Hasil Deteksi <i>Outlier</i> Berdasarkan Jenis dan Titik Observasi	76
4.16	Uji Signifikansi Model ARIMAX <i>Outlier</i>	77
4.17	Uji Signifikansi Model ARIMAX <i>Outlier</i> Baru	79
4.18	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMAX <i>Outlier</i>	80

4.19 Hasil Uji Normalitas ARIMAX (1,1,1) dengan deteksi <i>outlier</i> . . .	81
4.20 Hasil nilai AIC pada model ARIMAX <i>Outlier</i>	82
4.21 Nilai MAPE ARIMAX <i>outlier</i>	82



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pola Data <i>Time Series</i>	19
3.1	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) ARIMAX Variasi Kalender	50
4.1	Plot data $PM_{2,5}$ Surabaya Tahun 2023-2024	52
4.2	Histogram data $PM_{2,5}$ Surabaya Tahun 2023-2024	53
4.3	Boxplot data $PM_{2,5}$ Surabaya Tahun 2023-2024	53
4.4	Plot Box-Cox PM 2,5	54
4.5	Histogram Data Setelah Transformasi	54
4.6	Uji Asumsi Normalitas	62
4.7	Plot Box-Cox Data Residual	63
4.8	Plot Box-Cox Setelah Transformasi	63
4.9	Plot ACF Data Residual	64
4.10	Plot ACF Setelah <i>Differencing</i>	64
4.11	Plot ACF Setelah Differencing	66
4.12	Plot PACF Setelah Differencing	66
4.13	Plot Hasil Peramalan $PM_{2,5}$	83
4.14	Plot Residual ARIMAX (1,1,1) dengan Deteksi <i>Outlier</i>	84

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2020). Penentuan Metode Peramalan Pada Produksi Part New Granada Bowl St di PT.X. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(1), 31–39.
- Anjelicha, D., Riviwanto, M., & Wijayantono, W. (2022). Analisis Risiko Penyakit Paru Obstruksi Kronis Akibat Paparan Debu Pm2.5 pada Pekerja Mebel Kayu CV Mekar Baru Kota Padang. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(1), 115–125.
- Ardiansyah & Hoesin, M. (2022). Oksigen sebagai kebutuhan dasar manusia. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/575/oksigen-sebagai-kebutuhan-dasar-manusia. [Accessed 27-08-2024].
- Ardyansyah, F. N., Sulandari, W., & Sugiyanto (2022). Penerapan Metode Arimax Pada Peramalan Produksi Daging Sapi Di Sukoharjo. In *Prosiding Konferensi Nasional Matematika XX Tahun 2021* (pp. 451–458).: Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology.
- Aryanta, I. W. R. & Maharani, S. E. (2023). Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya. *Jurnal Ecocentrism*, 3(2), 47–58.
- Blueair (2023). Health effects of Particulate Matter (PM) — blueair.com. <https://www.blueair.com/gb/blog-all/health-effects-of-particulate-matter.html>. [Accessed 06-01-2025].

- BMKG (2024). Informasi konsentrasi partikulat (pm 2,5). <https://www.bmkg.go.id/kualitas-udara/informasi-partikulat-pm25.bmkg>. [Accessed 26-09-2024].
- Budi, A. D. A. S., Septiana, L., & Mahendra, B. E. P. (2024). Memahami Asumsi Klasik dalam Analisis Statistik : Sebuah Kajian Mendalam tentang Multikolinearitas , Heterokedastisitas , dan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 03(01), 1–11.
- California Air Resources Board (2020). Inhalable Particulate Matter and Health (PM2.5 and PM10). <https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health>. [Accessed 22-10-2024].
- Candrasari, S., Clarissa, E. C., Kusumawardani, F., Pattymahu, G. C. H., Eugenia, J. F., Cahyadi, L. B., Silvian, V., & Syabanera, N. D. (2023). Pemulihan Dampak Pencemaran Udara bagi Kesehatan Masyarakat Indonesia. *Professional: Jurnal Komunikasi dan Administrasi Publik*, 10(2), 849–854.
- Celestin, M., Vasuki, M., Kumar, A. D., & Asamoah, P. J. (2025). APPLICATIONS OF GARCH MODELS FOR VOLATILITY FORECASTING IN HIGH-FREQUENCY TRADING ENVIRONMENTS. *International Journal of Applied and Advance Scientific Research (IJAASR)*, 10(1), 12–21.
- Cryer, J. D. & Chan, K.-S. (2008). *Time series analysis*, volume 20.
- Dani, A. T. R., Fauziyah, M., & Sandariria, H. (2023). Forecasting The Search Trends of The Keyword “Sarung Wadimor” In Indonesia on Google Trends Data Using Time Series Regression with Calender Variation and Arima Box-Jenkins. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 19(3), 447–459.

- Dariyanto, E. (2022). Dampak Kebijakan PSBB terhadap Konsentrasi Pm2.5 di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Ekonomi*, 17(1), 32–45.
- Disdukcapil (2024). Jumlah penduduk kota surabaya semester ii 2024 — disdukcapil.surabaya.go.id. <https://disdukcapil.surabaya.go.id/beranda/statistik/>. [Accessed 29-06-2025].
- Esra, R., Nohe, D. A., & Fathurahman, M. (2023). Pemilihan Model Terbaik pada Generalized Poisson Regression Menggunakan Akaike Information Criterion. *STATISTIKA Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, 23(1), 73–87.
- Fadhilah, D. N., Parmikanti, K., & Ruchjana, B. N. (2024). Peramalan Return Saham Subsektor Perbankan Menggunakan Model ARIMA-GARCH. *Jurnal Fourier*, 13(1), 1–19.
- Farida, Y., Farmita, M., Ulinnuha, N., & Yuliati, D. (2022). Forecasting Population of Madiun Regency Using ARIMA Method. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 7(3), 420–431.
- Fauzani, S. P. & Rahmi, D. (2023). Penerapan Metode ARIMA Dalam Peramalan Harga Produksi Karet di Provinsi Riau. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(4), 269–277.
- Frasetyowati, E. A., Salam, N., & Rahkmawati, Y. (2024). Peramalan Jumlah Penumpang Bus Rapid Transit (Brt) Banjarbakula Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average With Exogenous Variable (Arimax) Dengan Efek Variasi Kalender. *RAGAM: Journal of Statistics Its Application*, 3(1), 27–41.

gloriabarus (2023). Pakar UGM: Cuaca Musim Kemarau Picu Tingginya Polusi Udara. <https://bit.ly/4fHMv2H>. [Accessed 26-11-2024].

Greenpeace (2020a). Defisit BPJS dan Kerugian Ekonomi Akibat Polusi Udara - Greenpeace Indonesia — greenpeace.org. <https://www.greenpeace.org/indonesia/cost-counter-air-pollution-indonesia/>. [Accessed 12-01-2025].

Greenpeace (2020b). Kerugian Ekonomi akibat Polusi Udara Capai 11 Miliar USD - Greenpeace Indonesia — greenpeace.org. https://www.greenpeace.org/indonesia/siaran-pers-2/4613/kerugian-ekonomi-akibat-polusi-udara-capai-11-miliar-usd/?utm_source=chatgpt.com. [Accessed 12-01-2025].

Hidayat, D. (2023). Kemenkes Catat Pengidap ISPA Meningkat Akibat Polusi Udara. <https://bit.ly/3ZrifTO>. [Accessed 22-10-2024].

Hyndman, R. J. & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice, 2nd edition, otexts: Melbourne, australia. <https://otexts.com/fpp2/>. [Accessed 01-06-2025].

Imron, M., Utami, W. D., Khaulasari, H., & Armunanto, F. (2022). Arima Model of Outlier Detection for Forecasting Consumer Price Index (Cpi). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 16(4), 1259–1270.

IQAir (2024). Negara wilayah paling berpolusi di dunia. <https://www.iqair.com/id/world-most-polluted-countries>. [Accessed 2-12-2024].

Kemenhub (2022). Tekan Polusi, Kemenhub Dorong Elektrifikasi Kendaraan Bermotor. <https://bit.ly/419y4jp>. Accessed 27-08-2024.

Kemenkes (2023). Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan — yankes.kemkes.go.id. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/2575/pengaruh-polusi-karbon-monoksida-bagi-kesehatan. [Accessed 06-01-2025].

Khairunnisa, S., Sa'dah, N., Isnani, Artika, R., & Prihantini (2020). Forecasting and Effectiveness Analysis of Domestic Airplane Passengers in Yogyakarta Adisutjipto Airport with Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous (ARIMAX) Model. In *Proceeding International Conference on Science and Engineering*, volume 3 (pp. 365–369).

Khusna, N. F., Aulia, S., Amaria, S., Rahmah, A., Sanmas, S. A., & Fauzi, F. (2023). Peramalan Kualitas Udara di Semarang Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). In *Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, volume 6 (pp. 426–435).

Korlantas (2024). Jumlah Data Kendaraan Polda Jawa Timur. <http://rc.korlantas.polri.go.id:8900/eri2017/laprekappolres.php?kdpolda=10&poldanya=JAWATIMUR>. Accessed 27-08-2024.

Luo, L. (2024). Statistical model validation through white noise hypothesis testing in regression analysis and ARIMA models. In *Proceedings of Machine Learning: Integrating machine learning techniques to advance network security - CONFMPSCS 2024*, volume 0 (pp. 99–104).

- Maksum, T. S. & Tarigan, S. F. N. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Partikel Debu (PM2.5) Dari Aktivitas Transportasi. *Jambura Health and Sport Journal*, 4(1), 19–28.
- Maku, T., Adehi, M., & Adenomon, M. (2023). Modeling and forecasting electricity consumption in Nigeria using Arima and Arimax time series models. *Science World Journal*, 18(3), 414–421.
- Mokorimban, F. E., Nainggolan, N., & Langi, Y. A. (2021). Penerapan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dalam Model Intervensi Fungsi Step terhadap Indeks Harga Konsumen di Kota Manado. *d ' CartesiaN*, 10(2), 91–99.
- Muhaimin, T. C. N. (2022). *Pemodelan modal usaha mandiri KPRI menggunakan metode Time Series Box-Jenkins*. PhD thesis, UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Nurhalizah & Sitompul, P. (2022). Analysis of Ordinary Least Square and Geographically Weighted Regression on the Human Development Index of North Sumatra 2021. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(6), 981–1000.
- Pokhrel, A. & Adhikari, R. (2023). Leveraging Exogenous Insights: A Comparative Forecast of Paddy Production in Nepal Using ARIMA and ARIMAX Models Aditya Pokhrel 1 , Renisha Adhikari 2 1. *Economic Review of Nepal*, 6(1), 52–69.
- Pratami, A. (2023). *Penerapan Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen di Provinsi Jawa Barat*. PhD thesis, Universitas Pakuan Bogor.
- Pratiwi, F. S. (2024). 8 Kota Indonesia dengan Polusi Udara Tertinggi, Surabaya

- Teratas (5 Maret 2024). <https://dataindonesia.id/varia/detail/8-kota-indonesia-dengan-polusi-udara-tertinggi-surabaya-teratas-5-maret-2024>. [Accessed 27-08-2024].
- Purba, L. S. L. & Harefa, N. (2020). Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa. *Jurnal EduMatSains*, 4(2), 169–182.
- Putra, A. A., Almadevi, M., Puspitasari, P. A., & Pontoh, R. S. (2022). Peramalan Kandungan CO (Karbon Monoksida) DKI Jakarta dengan Menggunakan Metode Arima. In *Seminar Nasional Statistika Aktuaria I* (pp. 1–10).: Departemen Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Ramadhan, M. R., Tursina, & Novriando, H. (2020). Implementasi Fuzzy Time Series pada Prediksi Jumlah Penjualan Rumah. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, 8(4), 418–423.
- Romanuke, V. (2022). Impact of Starting Outlier Removal on Accuracy of Time Series Forecasting. *Maritime Technical Journal*, 224(1), 1–15.
- Rosanti, I. W. & Budiantara, I. N. (2020). Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Morbiditas Di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated. *Inferensi*, 3(2), 107–114.
- Sari, D. R. P. (2022). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Data Inflasi Bulanan Tahun 2021. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, 10(2), 26–31.
- Sembiring, E. T. J. (2020). Risiko Kesehatan Paparan Pm_{2,5} Di Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Bawah Flyover Pasar Pagi Asemka Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 101–120.

Setiawan, I. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Peramalan Persediaan Stok Barang Menggunakan Metode Weighted Moving Average (Wma) Pada Toko Barang Xyz. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(3), 1–9.

Setyowati, O. A. D. (2020). *Peramalan Harga Cabai Rawit di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Arimax*. PhD thesis, UIN Sunan Ampel Surabaya.

Silvia, R. H. & Achmad, A. I. (2023). Penerapan Metode ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender pada Peramalan Harga Komoditas Cabai Rawit di Provinsi Jawa Barat. *Bandung Conference Series: Statistics*, 3(2), 689–698.

Sulistiani, E. & Kanda, A. S. (2024). Fenomena Pencemaran Lingkungan: Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Ekonomi*, 2(2), 301–305.

Supriatun, Solihati, I., Arum, P. R., & Utami, T. W. (2020). Peramalan Jumlah Kasus Covid-19 di Semarang Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average. *Prosiding Seminar Edusaintech FMIPA UNIMUS*, 4, 1–9.

Syaifulloh, M. M. (2021). Prediksi Indeks Standar Pencemaran Udara Di Kota Surabaya Berdasarkan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida. *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 2(2), 86–95.

Syam, A. R. P. (2022). Application of the Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX) with Calendar Variation Effect Method for Forecasting Chocolate Data in Indonesia and the United States. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 18(2), 224–236.

Tetrapoik, A. E., Lembang, F. K., Ilwaru, V. Y. I., & Lewaherilla, N. (2023). Pemodelan Regresi Nonparametrik Spline Dan Aplikasinya Pada Indeks

- Kebahagiaan Provinsi Di Indonesia. *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 7(1), 56–65.
- Trisnawati, O. & Prastuti, M. (2022). Peramalan Curah Hujan di Stasiun Juanda Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Radial Basis Function Neural Network. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(1).
- Ulinnuha, N. & Farida, Y. (2018). Prediksi Cuaca Kota Surabaya Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Box Jenkins dan Kalman Filter. *Jurnal Matematika "MANTIK"*, 4(1), 59–67.
- Umah, R. & Gusmira, E. (2024). Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat di Perkotaan. *Jurnal Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 3(3), 103–112.
- Utomo, P. & Fanani, A. (2020). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *Jurnal Mahasiswa Matematika ALGEBRA*, 1(1), 169–178.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (Second Edition)*. Philadelphia, USA, 2nd editio edition.
- WHO (2024). Ambient (outdoor) air pollution — who.int. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). [Accessed 24-01-2025].
- Widiyanto, M. H., Mayasari, R., & Garo (2023). Implementasi Time Series Pada Data Penjualan Di Gaikindo Menggunakan Algoritma Seasonal Arima. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), 1501–1506.

- Wulandari, L., Farida, Y., Fanani, A., & Syai'in, M. (2020). Optimization of Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) for Forecasting Indonesia Sharia Stock of Index (ISSI) using Kalman Filter. In *Proceedings of the Built Environment, Science and Technology International Conference (BEST ICON 2018)* (pp. 295–303).
- Wulandari, S. S., Sufri, & Yurinanda, S. (2021). Penerapan Metode ARIMA Dalam Memprediksi Fluktuasi Harga Saham PT Bank Central Asia Tbk. *BUANA Matematika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 53–68.
- Yuliana, A., Basri, M. S., Rahmah, S. N., & Nohe, D. A. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Kalimantan Timur Dengan Regresi Data Panel. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, (pp. 177–195).
- Yuwanda, A., Budiatama, A., & Yusuf, D. E. (2024). Edukasi Mengenai Dampak Buruk Polusi Partikulat Matter (PM) 2,5 Terhadap Gangguan Kognitif pada Siswa Sekolah SMK Kesehatan Bhakti Insani. *Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 7–11.
- Zukhronah, E., Sulandari, W., Slamet, I., Sugiyanto, & Susanto, I. (2021). Model Variasi Kalender pada Regresi Runtun Waktu untuk Peramalan Jumlah Pengunjung Grojogan Sewu. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 4(2), 67.