

**PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN
*GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE (GSTARIMA)***

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh
DESTILIA ANGGIA FITRI
09020220024

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : DESTILIA ANGGIA FITRI

NIM : 09020220024

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa Saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi Saya yang berjudul "PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (GSTARIMA)*". 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, 24 Juni 2024

Yang menyatakan,



DESTILIA ANGGIA FITRI
NIM. 09020220024

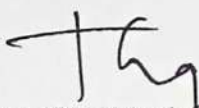
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

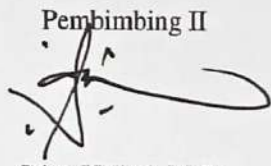
Nama : DESTILIA ANGGIA FITRI
NIM : 09020220024
Judul Skripsi : PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA
MENGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-TIME
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE
(GSTARIMA)*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

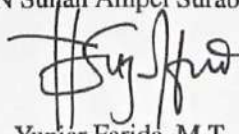
Pembimbing I


Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 198601232014031001

Pembimbing II


Dian Yulianti, M.Si.
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UTN Sunan Ampel Surabaya


Yuniar Farida, M.T.
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

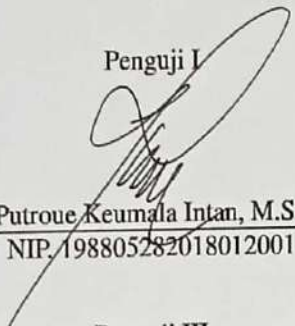
Skripsi oleh

Nama : DESTILIA ANGGIA FITRI
NIM : 09020220024
Judul Skripsi : PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA
MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-TIME
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*
(GSTARIMA)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 24 Juni 2024

Mengesahkan,
Tim Penguji


Penguji I


Putroue Keumala Intan, M.Si.
NIP. 198805282018012001

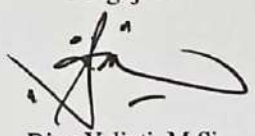
Penguji II


Hani Khaulasari, A.Md, S.Si, M.Si.
NIP. 199102092020122011

Penguji III


Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 198601232014031001

Penguji IV


Dian Yuliati, M.Si.
NIP. 198707142020122015

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya


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 : DESTILIA ANGGIA FITRI
NIM : 09020220029
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address : destiliaanggiafitri@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 Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN

GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING

AVERAGE COSTARIMA)

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, 8 Juli 2024

Penulis

(DESTILIA ANGGIA F)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PERAMALAN KUALITAS UDARA KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (GSTARIMA)*

Salah satu variabel yang paling signifikan dalam mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat adalah kualitas udara. Salah satu kota terbesar di Indonesia yaitu Kota Surabaya, memiliki kualitas udara yang buruk akibat polusi yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, dan aktivitas manusia lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model terbaik dan meramalkan kualitas udara berdasarkan konsentrasi parameter PM_{10} di Kota Surabaya dengan menggunakan model *Generalized Space-Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA)*. GSTARIMA adalah bentuk umum model STARIMA yang memiliki *moving average* dan *integrated* untuk data tidak stasioner. Model GSTARIMA melibatkan data *time series* yang dipengaruhi oleh waktu dan lokasi. Lokasi penelitian dilakukan di tiga lokasi Stasiun Pemantau Kualitas Udara (SPKUA) di Kota Surabaya yaitu Tandes, Wonorejo, dan Kebonsari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik yang diperoleh adalah GSTARIMA (2,1,2) dan hasil peramalan menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi parameter PM_{10} di setiap lokasi masih dalam kategori kualitas baik. Perhitungan akurasi model memberikan nilai MAPE yang berkisar antara 27%-44% dengan kategori cukup baik.

Kata kunci: GSTARIMA, Kualitas Udara, Peramalan

ABSTRACT

FORECASTING AIR QUALITY IN SURABAYA CITY USING GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (GSTARIMA)

One of the most significant variables influencing people's health and well-being is air quality. One of the biggest cities in Indonesia, Surabaya City, suffers greatly from poor air quality as a result of pollution from factories, motor vehicles, and other human activities. This study aims to obtain the best model and forecast air quality based on PM_{10} parameter concentration in Surabaya City using the Generalized Space-Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) model. GSTARIMA is a generalized form of the STARIMA model that has a moving average and integrated for non-stationary data. The GSTARIMA model involves time series data that is influenced by time and location. The research location was conducted at three locations of the Air Quality Monitoring Station (SPKUA) in Surabaya City, namely Tandes, Wonorejo, and Kebonsari. The results showed that the best model obtained was GSTARIMA (2,1,2) and the forecasting results showed that the average concentration of PM_{10} parameters in each location was still in the good quality category. Calculation of model accuracy gives a MAPE value that ranges from 27%-44% with a quite good category.

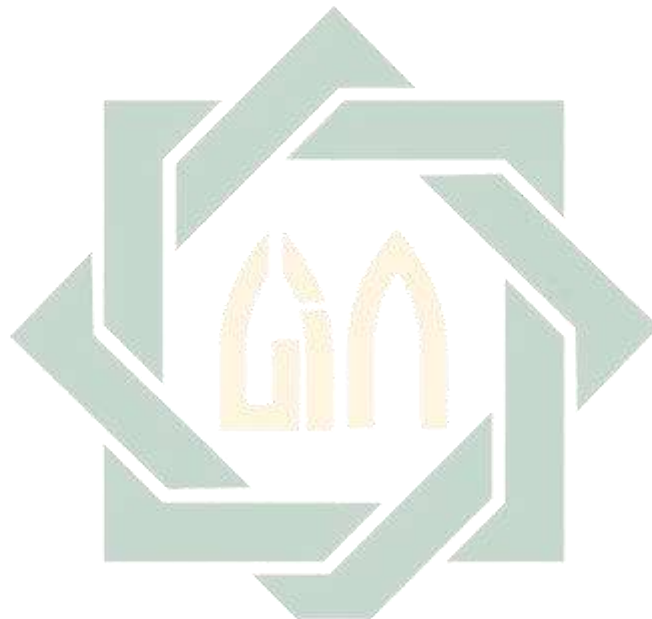
Keywords: GSTARIMA, Air Quality, Forecasting

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Batasan Masalah	9
1.6. Sistematika Penulisan	9
II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Kualitas Udara	11
2.2. <i>Particulate Matter</i> 10 μ m (PM ₁₀)	12
2.3. Interpolasi Linear	12
2.4. Data Spasial	13
2.5. Deret Waktu Multivariat	13
2.6. Indeks Gini	14
2.7. Stasioneritas Data	14

2.7.1. Stasioneritas Terhadap Ragam	15
2.7.2. Stasioneritas Terhadap Rata-rata	15
2.8. Identifikasi Model GSTARIMA	17
2.9. Bobot Lokasi Normalisasi Korelasi Silang	19
2.10. Pemodelan <i>Generalized Space-Time Autoregressive Integrated Moving Average</i> (GSTARIMA)	20
2.11. Pendugaan Parameter Model GSTARIMA	23
2.12. Uji Diagnostik Model	25
2.12.1. Uji <i>White Noise</i>	25
2.12.2. Uji Normal <i>Multivariate</i>	26
2.13. Peramalan Model GSTARIMA	27
III METODE PENELITIAN	29
3.1. Jenis Penelitian dan Sumber Data	29
3.2. Variabel Penelitian	29
3.3. Tahapan Penelitian	30
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Eksplorasi Data	33
4.1.1. Interpolasi Data PM_{10}	33
4.1.2. Statistika Deskriptif	37
4.2. Indeks Gini	37
4.3. Stasioneritas Data PM_{10}	38
4.3.1. Stasioneritas Terhadap Ragam	38
4.3.2. Stasioneritas Terhadap Rata-rata	41
4.4. Penentuan Orde Model GSTARIMA	45
4.5. Bobot Lokasi Normalisasi Korelasi Silang	46
4.6. Pendugaan Parameter Model GSTARIMA	48
4.7. Pengujian Diagnostik Model GSTARIMA	53
4.8. Peramalan	54
4.8.1. Akurasi Kebaikan Model	58
4.9. Integrasi Keislaman	59

V PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	63



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

2.1	Baku Mutu Udara Ambien Nasional Berdasarkan PP No 41 Tahun 1999	11
2.2	Konsentrasi Partikulat PM ₁₀	12
2.3	Nilai λ dan Transformasi <i>Box-Cox</i>	15
2.4	Kriteria MAPE	28
3.1	Variabel Penelitian	29
3.2	Data PM ₁₀ di Tiga Lokasi SPKUA Kota Surabaya	30
4.1	Statistik Deskriptif PM ₁₀ di Tiga Lokasi SPKUA	37
4.2	Nilai λ dan Bentuk Transformasi <i>Box-Cox</i>	39
4.3	Hasil Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF) Setelah <i>Differencing</i> ($d = 1$)	44
4.4	Nilai AICC	46
4.5	Korelasi Silang Antar Variabel	47
4.6	Bobot Lokasi Normalisasi Korelasi Silang	47
4.7	Pendugaan Parameter Model GSTARIMA (2,1,2) dengan Bobot Lokasi Normalisasi Korelasi Silang	48
4.8	Hasil Uji Portmanteau Model GSTARIMA (2,1,2)	53
4.9	Hasil Peramalan PM10 Bulan Desember 2023 dan Januari 2024	56
4.10	Nilai MAPE	58

DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram Alir Pemodelan GSTARIMA	32
4.1	Pola Data PM_{10} di SPKUA Tandes (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	33
4.2	Pola Data PM_{10} di SPKUA Wonorejo (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	34
4.3	Pola Data PM_{10} di SPKUA Kebonsari (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	35
4.4	Interpolasi Data PM_{10} di SPKUA Tandes (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	35
4.5	Interpolasi Data PM_{10} di SPKUA Wonorejo (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	36
4.6	Interpolasi Data PM_{10} di SPKUA Kebonsari (1 Januari 2020 - 30 November 2023)	36
4.7	Hasil Transformasi <i>Box-Cox</i> SPKUA Tandes	39
4.8	Hasil Transformasi <i>Box-Cox</i> SPKUA Wonorejo	40
4.9	Hasil Transformasi <i>Box-Cox</i> SPKUA Kebonsari	40
4.10	Plot ACF PM_{10} di SPKUA Tandes	41
4.11	Plot ACF PM_{10} di SPKUA Tandes Setelah <i>Differencing</i>	42
4.12	Plot ACF PM_{10} di SPKUA Wonorejo	42
4.13	Plot ACF PM_{10} di SPKUA Wonorejo Setelah <i>Differencing</i>	43
4.14	Plot ACF PM_{10} di SPKUA Kebonsari	43
4.15	Plot ACF SPKUA Kebonsari Setelah <i>Differencing</i>	44
4.16	Plot <i>Matrix Autocorrelation Function</i> (MACF)	45
4.17	Plot <i>Matrix Partial Autocorrelation Function</i> (MPACF)	45
4.18	Plot Hasil Peramalan dan Data Aktual PM_{10} di SPKUA Tandes	54
4.19	Plot Hasil Peramalan dan Data Aktual PM_{10} di SPKUA Wonorejo	54
4.20	Plot Hasil Peramalan dan Data Aktual PM_{10} di SPKUA Kebonsari	55

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., Artauli Hasibuan, F., Kunci, K., Udara, P., and Gauss, D. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding SNFUR-4*, 2(2):978–979.
- Adam, I., D. Kusnandar, and H. Perdana (2017). Penerapan Model GSTAR(1,1) Untuk Data Curah Hujan. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 6(3):159–166.
- Afrilla, C., Suharwanto, and Kristanto, W. A. D. (2022). Analisis Particulate Matter 10 μ m (PM10) yang Ditimbulkan Oleh Kegiatan Penambangan Andesit di Kabupaten Kulon Progo, DIY. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-IV*, pages 84–89.
- Agus, A., Ahmad, M., Kusumaningtyas, S. D. A., and ... (2019). Analisis Dampak Diterapkannya Kebijakan Working From Home Saat Pandemi Covid-19 Terhadap Kondisi Kualitas Udara di Jakarta. *Jurnal Meteorologi ...*, 6(3):6–14.
- Agustin, N. T. (2020). *Penerapan Model Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) untuk Meramalkan Jumlah Muatan Kargo Domestik pada Empat Bandara di Indonesia*. PhD thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- 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.

- Ahya, F. L. N. (2023). *Analisis Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive With Exogenous Variable (GSTARX) Pada Data Suhu dan Kelembaban di Tiga Kabupaten Provinsi Lampung*. PhD thesis, Universitas Lampung.
- Akbar, M. N., Latifah, N., et al. (2020). Studi Kandungan Logam Berat (As, Cd, Cr, Pb Dan Hg) dalam Particulate Matter 10 Mikron (PM10) di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. *Dampak*, 16(2):77–85.
- Al'afi, A. M., Widiart, W., Kurniasari, D., and Usman, M. (2020). Peramalan Data Time Series Seasonal Menggunakan Metode Analisis Spektral. *Jurnal Siger Matematika*, 1(1):10–15.
- Amalia, A., Zaidiah, A., and Isnainiyah, I. N. (2022). Prediksi Kualitas Udara Algoritma K-Nearest Neighbor. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(2):496–507.
- Anita, R. I. (2022). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive Seemingly Unrelated Regression (GSTAR-SUR) Untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen 6 Kota di Jawa Tengah*. PhD thesis, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Arti, W. (2019). *Pemodelan Matematika Laju Water Flow Pada Alat Penyaring Air Berbasis Filter dan Karbon Aktif-13 Dengan Metode Beda Hingga*. PhD thesis, Universitas Lampung.
- Aufa, S., Santoso, R., and Suparti, S. (2022). Pemodelan Indeks Harga Properti Residensial di Indonesia Menggunakan Metode Generalized Space Time Autoregressive. *Jurnal Gaussian*, 11(1):31–44.
- BBC (2023). Indonesia Masuk 'Enam Negara Paling Berkontribusi Terhadap Polusi Udara Global', Warga Akan Gugat Pemerintah dan Industri.

- Chrisdayanti, B. and Suharsono, A. (2016). Peramalan kandungan Particulate Matter (PM10) Dalam Udara Ambien Kota Surabaya Menggunakan Double Seasonal ARIMA (DSARIMA). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- Damayanti, T. V. and Handriyono, R. E. (2022). Monitoring Kualitas Udara Ambien Melalui Stasiun Pemantau Kualitas Udara Wonorejo, Kebonsari, dan Tandes Kota Surabaya. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 2(1):11–18.
- Deviana, S., Nusyirwan, Azis, D., and Ferdias, P. (2021). Analisis Model Autoregressive Integrated Moving Average Data Deret Waktu Dengan Metode Momen Sebagai Estimasi Parameter. *Jurnal Siger Matematika*, 2(2):57–67.
- Dimar, N. P. (2023). *Pemodelan Data Nilai Tukar Petani (NTP) Menggunakan Metode Generalized Space Time Autoregressive-Seemingly Unrelated Regression (GSTAR-SUR)*. PhD thesis, Universitas Lampung.
- Fahmi, M. H. et al. (2019). *Analisis Kualitas Udara Ambien di Kota Lhokseumawe*. PhD thesis, UIN AR-RANIRY.
- Furi, A. R. (2023). *Pemodelan Vector Autoregressive (VAR) Pada Data Indeks Harga Konsumen*. PhD thesis, Universitas Lampung.
- Habinuddin, E. (2021). Identifikasi Autokorelasi Pada Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Bandung. *SIGMA-Mu*, 13(1):7–15.
- Hakim, A. (2023). Kualitas Udara di Surabaya Dalam Kondisi Baik.
- Haque, I. I., Kallista, M., and Setianingsih, C. (2022). Prediksi Indeks Standar Pencemar Udara Menggunakan Metode Support Vector Regression Berbasis Web (Studi Kasus Pada Dki Jakarta) Prediction Of Air Pollutant Standard Index Using

The Web-Based Support Vector Regression Method (Case Study In The Jakarta Capi. *e-Proceeding of Engineering*, 9(3):1256–1266.

Hastutiningrum, S., Sunarsih, S., et al. (2018). Analisis Hubungan Aktivitas Kendaraan Bermotor Terhadap Konsentrasi SO₂ dan NO₂ di Udara Ambien (Studi Kasus: Jl. Panembahan Senopati Yogyakarta). *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 11(1):85–94.

Hudaningsih, N., Utami, S. F., and Jabbar, W. A. A. (2020). Perbandingan Peramalan Penjualan Produk Aknil PT. Sunthi Sepuri Menggunakan Metode Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKSI)*, 2(1):15–22.

Ibrahim, Z., Boekoesoe, L., and Lalu, N. A. S. (2022). Identifikasi Kualitas Udara Ambien Disekitar Wilayah Kota Gorontalo. *Public Health and Surveillance Review*, 1(1):24–33.

Ikbal, M. et al. (2019). *Perbandingan Model Vector Autoregressive Integrated Moving Average Dengan Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average Untuk Peramalan Volume Pemakaian Air Bersih (Studi Kasus: Kota Surabaya, Kab. Gresik dan Kab. Sidoarjo)*. PhD thesis, Universitas Airlangga.

Ilmi, N., Aswi, A., and Aidid, M. K. (2023). Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) Dalam Peramalan Data Curah Hujan di Kota Makassar. *INFERENSI*, 6(1):25–43.

Indrayani, I. and Asfiati, S. (2018). Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas Kendaraan Bermotor Di Kota Medan. *Jurnal Permukiman*, 13(1):13.

- KLHK (2020). Sistem Informasi Pemantauan Kualitas Lingkungan Terintegrasi (SIRKULASI).
- Lamabelawa, M. I. J. (2018). Perbandingan Interpolasi Dan Ekstrapolasi Newton Untuk Prediksidata Time Series. *HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2):73–80.
- Lusia, D. A. and Ambarwati, A. (2018). Perbandingan Peramalan Univariat dan Multivariat Arima Pada Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal Statistika*, 6(2):78–84.
- Lutfiani, N., Sugiman, and Mariani, S. (2019). Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) Dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square. *UNNES Journal of Mathematics*, 8(1):82–91.
- Monica, M., Suharsono, A., and Ampa, A. T. (2022). Peramalan Inflasi Kota Malang Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous Dengan Efek Variasi Kalender. *Al-Khwarizmi : Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 10(2):149–162.
- Mulya, D. (2017). *Penerapan Metode Holt Winter dan Seasonal Arima Pada Peramalan Perkembangan Wisatawan Mancanegara Yang Datang Ke Indonesia*. PhD thesis, Universitas Andalas.
- Munandar, D., Ruchjana, B. N., Abdullah, A. S., and Pardede, H. F. (2023). Literature Review on Integrating Generalized Space-Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) and Deep Neural Networks in Machine Learning for Climate Forecasting. *Mathematics*, 11(13).
- Nahdliyah, F. (2018). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive With*

Exogenous Variable (GSTARX) (p1)(b,r,s) Pada Ekspor Tiga Provinsi di Pulau Jawa. PhD thesis, Universitas Brawijaya.

Nasution, H. M. and Cipta, H. (2023). Analisis Spasial dan Temporal Data Kejadian Bencana Banjir Dengan Model Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA). *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 6(1):810–825.

PAHO (2022). Ambient Air Quality.

Pamungkas, M. B. and Wibowo, A. (2019). Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Kasus DBD di Provinsi Jawa Timur. *The Indonesian Journal of Public Health*, 13(2):181–194.

Pemerintah Kota Surabaya (2023). Sekilas Kota Surabaya.

Pemkot Surabaya (2023). Pemkot Surabaya Rutin Pantau Kualitas Udara Dengan 5 Parameter.

Pramesthi, W. Q. and Saputro, D. R. S. (2023). Estimasi Parameter Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) dengan Pendekatan Seemingly Unrelated Regression (SUR). In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, volume 6, pages 714–719.

Prasetya, B. D., Pamungkas, F. S., and Kharisudin, I. (2020). Pemodelan dan Peramalan Data Saham Dengan Analisis Time Series Menggunakan Python. In *PRISMA : Prosiding Seminar Nasional Matematika*, pages 714–718.

Pratiwi, R. N. E., Wahyuningsih, S., and Siringoringo, M. (2019). Model Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (Studi

- Kasus: Inflasi Kota Surabaya, Malang dan Kediri). *Jurnal EKSPONENSIAL*, 10(2):153–160.
- Purba, L. S. L. and Harefa, N. (2020). Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa. *Jurnal EduMatSains*, 4(2):169–182.
- Rachmadania, S. (2018). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA) Dengan Differencing Musiman Pada Data Kelembaban Udara*. PhD thesis, Universitas Brawijaya.
- Rahmawati, D. and Bimanto, H. (2021). Perbandingan Spatial Autoregressive Model dan Spatial Error Model Dalam Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(1):41–50.
- Santi, R. M. (2018). *Pemodelan Banyaknya Penerbitan Akta Tanah oleh Pejabat Pembuat Akta Tanah Sementara (PPATS) Kecamatan Singosari Menggunakan Generalized Space Time Autoregressive Integrated Moving Average (GSTARIMA)*. PhD thesis, Universitas Brawijaya.
- Shofinda, F. (2017). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive Moving Average (GSTARMA) dengan Bobot Lokasi Seragam, Invers Jarak, dan Normalisasi Korelasi Silang (Studi Kasus Pada Data Inflasi Tujuh Kota/Kabupaten di Jawa Timur)*. PhD thesis, Universitas Brawijaya.
- Sumaryana, F. D., Putra, T. A. P. S., and Hakim, A. (2022). Analisis Pertumbuhan Ekonomi dan Indeks Gini Kabupaten Sumedang. *Co-Management*, 4(3):797–801.
- Sutisna, I. (2020). Statistika Penelitian. *Universitas Negeri Gorontalo*, 1(1):1–15.

Wardani, S., Debatara, N. N., and Rizki, S. W. (2018). Analisis Dependensi Spasial Pada Data Kemiskinan Dengan Pendekatan Spatial Durbin Model (SDM). *Buletin Ilmiah Math dan Terapannya (Bilmaster)*, 7(4):319–328.

WHO (2022a). Ambient (Outdoor) Air Pollution.

WHO (2022b). WHO Releases New Repository Of Resources For Air Quality Management.

Wiharja, A. F. and Ningrum, H. F. (2020). Analisis Prediksi Penjualan Produk PT. Joenoes Ikamulya Menggunakan 4 Metode Peramalan Time Series. *Jurnal Bisnisan : Riset Bisnis dan Manajemen*, 2(1):43–51.

Yasir, M. (2021). Pencemaran Udara di Perkotaan Berdampak Bahaya Bagi Manusia, Hewan, Tumbuhan dan Bangunan. *Jurnal OSF.Oi*, 1(1):1–10.

Zulvima, E. R. (2017). *Visualisasi dari Klasterisasi dan Peramalan Kualitas Udara Kota Surabaya Menggunakan Metode Klasterisasi K-Means dan Peramalan Artificial Neural Network*. PhD thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A