

**PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME
AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX)
UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN
DI KOTA BANDUNG, JAKARTA DAN SEMARANG**

SKRIPSI

Ditujukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Matematika



Oleh

Nurul Rahmahdiniyah Puteri

1800397

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

LEMBAR HAK CIPTA

PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX) UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN DI KOTA BANDUNG, JAKARTA DAN SEMARANG

Oleh

Nurul Rahmahdiniyah Puteri

NIM 1800397

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Nurul Rahmahdiniyah Puteri 2022

Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa seizin dari penulis

Nurul Rahmahdiniyah Puteri, 2022

PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX) UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN DI KOTA BANDUNG, JAKARTA DAN SEMARANG

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN

NURUL RAHMAHDINIYAH PUTERI

**PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME
AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX)
UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN
DI KOTA BANDUNG, JAKARTA DAN SEMARANG**

Disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



Entit Pustipa, S.Pd., M.Si.
NIP. 196704081994032002


Pembimbing II



Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd.
NIP. 196106181987031001

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Djuandi, M.Si.
NIP. 196401171992021001

Nurul Rahmahdiniyah Puteri, 2022

**PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE
(GSTARX) UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN DI KOTA BANDUNG, JAKARTA
DAN SEMARANG**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan skripsi dengan judul “**Penerapan Model Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable (GSTARX) untuk Peramalan Harga Minyak Goreng di Kota Bandung, Jakarta, dan Semarang**” ini beserta seluruh isinya adalah sebenar-benarnya karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap karya saya ini.

Batam, Mei 2022
Yang Membuat Pernyataan



Nurul Rahmahdiniyah Puteri
NIM 1800397

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridanya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Penerapan Model Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable untuk Peramalan Harga Minyak Goreng di Kota Bandung, Jakarta, dan Semarang**” dengan baik. Skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan serta dukungan moral dan spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dikarenakan penulis memiliki keterbatasan pengetahuan dan kemampuan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar diperoleh hasil yang lebih baik lagi kedepannya. Demikian yang dapat penulis sampaikan. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat dijadikan salah satu referensi untuk pengembangan ke arah yang lebih baik.

Batam, Mei 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridanya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penerapan Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable untuk Peramalan Harga minyak Goreng di Kota Bandung, Jakarta, dan Semarang”** dengan baik. Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada pihak-pihak yang telah membantu dan menjadi inspirasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

1. Ibu Entit Puspita, S.Pd.,M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bantuan berupa ilmu yang berguna bagi penulis serta kebaikan dan kesediaannya untuk membimbing dan memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bantuan berupa ilmu yang berguna bagi penulis serta kebaikan dan kesediaannya untuk membimbing dan memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si selaku Ketua Program Studi Matematika, Departemen Pendidikan Matematika, FPMIPA, UPI.
4. Ibu Hj. Dewi Rachmatin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Wali yang telah memberikan ilmu, nasehat serta bimbingan kepada penulis selama 8 semester ini.
5. Bapak dan ibu dosen Program Studi Matematika yang telah mengajar, membimbing, dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Ayah Mohammad Hazrul dan Ibu Nunung Nurdiyati yang telah memberikan dukungan finansial dan emosial selama penulis kuliah di Universitas Pendidikan Indonesia ini, serta telah memberikan kasih sayang yang sangat besar sehingga dapat menjadi motivasi dan penyemangat bagi penulis disaat penulis mengalami hambatan dan kesulitan.

7. Teman-teman di Departemen Matematika yang telah memberikan bantuan, waktu, cerita, kenangan berharga, dan kebersamaan selama penulis tinggal di Bandung ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda atas bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

**PENERAPAN MODEL GENERALIZED SPACE TIME
AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX)
UNTUK PERAMALAN HARGA MINYAK GORENG ECERAN
DI KOTA BANDUNG, JAKARTA DAN SEMARANG**

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai peramalan harga minyak goreng eceran di Kota Bandung, Jakarta, dan Semarang dengan menggunakan model *Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable* (GSTARX). Model GSTARX merupakan pemodelan GSTAR dengan penambahan variabel prediktor (eksogen) dengan tujuan untuk menambah tingkat akurasi dari peramalan. Penelitian ini menggunakan variabel eksogen berupa harga *Crude Palm Oil* (CPO) global. Pembobot lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobot lokasi invers jarak dan biner. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model GSTARX terbaik yang akan digunakan untuk peramalan harga minyak goreng di Kota Bandung, Jakarta, dan Semarang. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai MAPE terkecil. Berdasarkan hasil penelitian, orde yang digunakan dalam pemodelan GSTARX adalah 1 atau dapat ditulis GSTARX(3;1). Pembobot lokasi terbaik untuk peramalan harga minyak goreng Kota Bandung adalah pembobot lokasi biner dengan persentase kesalahan sebesar 6.83%, kemudian untuk Kota Jakarta pembobot lokasi terbaik yaitu invers jarak dengan persentase kesalahan sebesar 8.85%, dan untuk Kota Semarang dapat menggunakan pembobot lokasi invers jarak maupun biner dengan persentase kesalahan sebesar 15.99%.

Kata kunci: Minyak Goreng, CPO, GSTAR, GSTARX.

**APPLICATION OF GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE
MODEL WITH EXOGENOUS VARIABLE (GSTARX) FOR
FORECASTING RETAIL COOKING OIL PRICES
IN BANDUNG, JAKARTA AND SEMARANG**

ABSTRACT

This study discusses retail cooking oil prices forecasting in Bandung, Jakarta, and Semarang using generalized space-time autoregressive with exogenous variable (GSTARX) models. The GSTARX model is a GSTAR modeling with the addition of predictor variables (exogenous) to increase forecasting accuracy. This study used exogenous variables in the form of global Crude Palm Oil (CPO) prices. The weighting location used in this study were inverse distance and binary weighting locations. This study aims to determine the best GSTARX model that will be used for forecasting cooking oil prices in Bandung, Jakarta, and Semarang. The best model is selected based on the smallest MAPE value. Based on the study results, the order used in GSTARX modeling is one or written GSTARX(3;1). The best weighting location for forecasting the price of cooking oil in Bandung city is the binary weighting location with an error percentage of 6.83%. In Jakarta, the best weighting location is inverse distance with an error percentage of 8.85%, and the city of Semarang can use inverse distance and binary weighting location with an error percentage of 15.99%.

Keywords: Cooking oil, CPO, GSTAR, GSTARX.

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Peramalan	8
2.2 Analisis Runtun Waktu Univariat	9
2.3 Metode Analisis Runtun Waktu <i>Box-Jenkins</i>	10
2.3.1 Langkah Analisis Runtun Waktu	11
2.4 Model Fungsi Transfer	14
2.4.1 Cross Correlation Function (CCF)	15
2.4.2 Tahap Pembentukan Model Fungsi Transfer	16
2.5 Analisis Runtun Waktu Multivariat	20
2.5.1 Matrix Cross Correlation Function (MCCF)	21
2.5.2 Matrix Partial Cross Correlation Function (MPCCF)	22
2.6 Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)	24

2.6.1 Pembobot Lokasi pada Model GSTAR.....	27
2.6.2 Estimasi Parameter Model GSTAR	31
2.6.3 Pemilihan Model Terbaik GSTAR	32
2.7 Generalized Space Time Autoregressive-X (GSTARX).....	33
2.8 Minyak Goreng	36
2.9 Crude Palm Oil (CPO)	36
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Jenis dan Sumber Data	37
3.2 Variabel Penelitian	37
3.2.1 Variabel <i>Output</i> (respon).....	37
3.2.2 Variabel <i>Input</i> (eksogen).....	37
3.3 Tahapan Analisis Data.....	38
3.3.1 Tahap Pembentukan Model Fungsi Transfer	38
3.3.2 Tahap Pembentukan Model GSTAR	38
3.3.3 Peramalan dengan Model GSTARX.....	39
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Karakteristik Data Harga Minyak Goreng di Tiap Lokasi	40
4.2 Karakteristik Data Harga <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) Global.....	41
4.3 Pemodelan ARIMA Data Deret <i>Input</i> (CPO).....	43
4.3.1. Identifikasi Model.....	43
4.3.2. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi.....	45
4.3.3. Uji Kelayakan Model	46
4.3.4. Pemilihan Model Terbaik	48
4.4 Pemodelan Fungsi Transfer Harga Minyak Goreng Bandung	49
4.4.1. <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> (Harga CPO Global)	49
4.4.2. <i>Prewhitening</i> Deret <i>Output</i>	50
4.4.3. Korelasi Silang Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> yang Sudah di <i>Prewhitening</i>	52
4.4.4. Identifikasi Model Fungsi Transfer	53
4.5 Pemodelan Fungsi Transfer Harga Minyak Goreng Jakarta	54

4.5.1 <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> (Harga CPO Global)	54
4.5.2 <i>Prewhitening</i> Deret <i>Output</i>	55
4.5.3 Korelasi Silang Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> yang Sudah di <i>Prewhitening</i>	56
4.5.4 Identifikasi Model Fungsi Transfer	57
4.6 Pemodelan Fungsi Transfer Harga Minyak Goreng Semarang ...	58
4.6.1 <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> (Harga CPO Global)	58
4.6.2 <i>Prewhitening</i> Deret <i>Output</i>	59
4.6.3 Korelasi Silang Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> yang Sudah di <i>Prewhitening</i>	61
4.6.4 Identifikasi Model Fungsi Transfer	61
4.7 Pemodelan GSTAR.....	63
4.7.1 Uji Stasioneritas dan Pemilihan Orde GSTAR.....	63
4.7.2 Identifikasi Model GSTAR yang Terbentuk	64
4.7.3 Estimasi dan Pengujian Parameter Model GSTAR	65
4.8 Peramalan GSTARX	73
4.8.1 Uji Diagnostik Model GSTARX	75
4.8.2 Pemilihan Model Terbaik	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Plot FAK dan FAKP	12
Tabel 2.2	Contoh jarak lokasi penelitian	28
Tabel 3.1	Variabel <i>Output</i> (respon)	37
Tabel 4.1	Statistika deskriptif harga minyak goreng tiap kota	40
Tabel 4.2	Nilai korelasi Pearson Antarkota.....	41
Tabel 4.3	Statistika Deskriptif Harga CPO Global	42
Tabel 4.4	Hasil Uji ADF Harga CPO Global	43
Tabel 4.5	Hasil Uji ADF Harga CPO Global setelah <i>Differencing</i>	43
Tabel 4.6	Hasil Estimasi Parameter ARIMA (1,1,0)	45
Tabel 4.7	Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA (0,1,1)	45
Tabel 4.8	Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA (1,1,1)	46
Tabel 4.9	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model ARIMA (1,1,0).....	46
Tabel 4.10	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model ARIMA (0,1,1).....	46
Tabel 4.11	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model ARIMA (1,1,1).....	47
Tabel 4.12	Nilai AIC Masing-masing Model.....	48
Tabel 4.13	<i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> (Harga CPO Global)	50
Tabel 4.14	<i>Prewhitening</i> Deret <i>Output</i> (Harga Minyak Goreng Bandung)	51
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Deret <i>Noise</i> (u_1, t).....	53
Tabel 4.16	<i>Prewhitening</i> Deret <i>Output</i> (Harga Minyak Goreng Jakarta).....	56
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan Deret <i>Noise</i> (u_2, t).....	58
Tabel 4.18	<i>Prewitening</i> Deret <i>Output</i> (Harga Minyak Goreng Semarang)	60
Tabel 4.19	Hasil Perhitungan Deret <i>Noise</i> (u_3, t).....	62
Tabel 4.20	Plot MCCF	63
Tabel 4.21	Plot MPCCF	63
Tabel 4.22	Nilai AICC	64
Tabel 4.23	Koordinat Lintang dan Bujur Masing-masing Kota	66
Tabel 4.24	Jarak Antarkota (km)	66
Tabel 4.25	Jarak dan Bobot Antarkota.....	67
Tabel 4.26	Estimasi Parameter Model GSTAR <i>Full Model</i> dengan Pembobot Lokasi Invers Jarak	68
Tabel 4.27	Estimasi Parameter model GSTAR <i>Restricted Model</i> dengan Pembobot Lokasi Invers Jarak	69
Tabel 4.28	Estimasi Parameter Model GSTAR <i>Full Model</i>	71

Tabel 4.29	Estimasi Parameter Model GSTAR <i>Restricted Model</i>	72
Tabel 4.30	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Residu Model GSTARX	75
Tabel 4.31	Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Residu Model GSTARX	75
Tabel 4.32	Nilai MAPE data <i>In-Sample</i>	77
Tabel 4.33	Nilai MAPE data <i>Out-Sample</i>	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi lokasi penelitian	27
Gambar 4.1	Plot dan <i>Trend</i> Runtun Waktu Harga Minyak Goreng di (a) Kota Bandung, (b) Jakarta, dan (c) Semarang	41
Gambar 4.2	Plot dan <i>Trend</i> Runtun Waktu Harga CPO Global	42
Gambar 4.3	Plot FAK Harga CPO Global.....	44
Gambar 4.4	Plot FAKP Harga CPO Global.....	44
Gambar 4.5	Hasil Uji Normalitas Residual Model (a) ARIMA (1,1,0), (b) ARIMA (0,1,1), dan (c) ARIMA (1,1,1)	47
Gambar 4.6	Plot Korelasi Silang Hasil <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> Harga Minyak Goreng Kota Bandung.....	52
Gambar 4.7	Fungsi Respon Impuls dengan $b = 2, r \leq 2$ dan $s \leq 2$	52
Gambar 4.8	Plot Korelasi Silang Hasil <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> Harga Minyak Goreng Kota Jakarta.....	57
Gambar 4.9	Plot Korelasi Silang Hasil <i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> dan <i>Output</i> Harga Minyak Goreng Kota Jakarta.....	61
Gambar 4.10	Peta Pulau Jawa	70
Gambar 4.11	Plot Hasil Uji Normalitas Residu Model GSTARX dengan pembobot lokasi Invers Jarak di (a) Kota Bandung, (b) Jakarta, dan (c) Semarang	76
Gambar 4.12	Plot Hasil Uji Normalitas Residu Model GSTARX dengan pembobot lokasi Biner di (a) Kota Bandung, (b) Jakarta, dan (c) Semarang	76
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Ramalan Harga Minyak Goreng di Kota Bandung.....	78
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Ramalan Harga Minyak Goreng di Kota Jakarta.....	78
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Data Asli dan Data Hasil Ramalan Harga Minyak Goreng di Kota Semarang	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data <i>Output</i> dan <i>Input</i> Periode Januari 2016 – Desember 2021....	86
Lampiran 2	Data Hasil Ramalan Harga Minyak Goreng Tahun 2022.....	88
Lampiran 3	Program Fungsi Transfer <i>Software</i> SAS 9.4.....	88
Lampiran 4	Program GSTAR <i>Software</i> SAS 9.4.....	88
Lampiran 5	Program GSTARX <i>Software</i> SAS 9.4.....	89
Lampiran 6	<i>Output</i> ARIMA(1,1,0) <i>Software</i> Minitab 19	89
Lampiran 7	<i>Output</i> ARIMA(0,1,1) <i>Software</i> Minitab 19	90
Lampiran 8	<i>Output</i> ARIMA(1,1,1) <i>Software</i> Minitab 19	90
Lampiran 9	<i>Output</i> Pemodelan Fungsi Transfer <i>Software</i> SAS 9.4	91
Lampiran 10	<i>Output</i> GSTAR	92
Lampiran 11	Estimasi Parameter GSTARX <i>Full Model</i>	93
Lampiran 12	Estimasi Parameter GSTARX <i>Restricted Model</i>	94

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, I., Kusnandar, D., & Perdana, H. (2017). Penerapan Model GSTAR(1,1) untuk Data Curah Hujan. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 6(03), 159–166.
- Alawiyah, M., Kusuma, D. A., & Ruchjana, B. N. (2021). Application of Generalized Space Time Autoregressive Integrated (GSTARI) Model in The Phenomenon of Covid-19. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012035>
- Anggraeni, D., Prahutama, A., & Andari, S. (2013). Aplikasi Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) pada Pemodelan Volume Kendaraan Masuk Tol Semarang. *Media Statistika*, 6(2), 71–80.
- Anugraha, R. (2012). *Mekanika Benda Langit*.
- Assauri, S. (1991). *Teknik dan Metode Peramalan*. LPFE UI.
- Astuti, D. (2006). *Penerapan Model Generalized Space Time Autoregressive With Exogenous Variable (GSTARX) untuk Peramalan Volume Ekspor CPO*. Tesis Universitas Padjadjaran Bandung.
- Astuti, D., Ruchjana, B. N., & Soemartini. (2017). Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable Model and Its Application. *Journal of Physics: Conference Series*, 893(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/893/1/012038>
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2018*.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2020*.
- Cheng, T., Wang, J., Haworth, J., Heydecker, B., & Chow, A. (2014). A Dynamic Spatial Weight Matrix and Localized Space-Time Autoregressive Integrated Moving Average for Network Modeling. *Geographical Analysis*, 46(1), 75–

97. <https://doi.org/10.1111/gean.12026>

Fadlurohman, A., Tiani, W., & Utami, M. S. (2020). Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive with Variable Exogenous (GSTAR-X) pada Inflasi Enam Kota Survei Biaya Hidup di Jawa Tengah. *Seminar Nasional Indonesian R Summit*.

Fadlurohman, A., Wahyu Utami, T., Wasono, R., Kunci, K., Tengah, J., & Biaya Hidup, S. (2020). Generalized Space Time Autoregressive Modeling With Variable Exogenous (Gstar-X) (Case Study: Inflation In Six Cities Of Central Java). *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 3.

Fitri, A., Margasaty, F., Kusmaria, Desfaryani, R., & Utami Dewi, V. (2020). Peramalan Harga Minyak Goreng di Tengah Pandemi Covid-19 Kota Bandar Lampung. *DwijenAGRO*, 10(1).

Hapsari, R. (2017). *Pengembangan Ramalan Interval pada Model GSTARX untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Kelompok Bahan Makanan*. Tesis Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.

Hasbullah. (2009). *Pengaruh Fluktuasi Harga CPO di Pasar Global Terhadap Harga Minyak Goreng Sawit di Dalam Negeri*. Tesis Ekonomi Universitas Indonesia.

Ivana Putri, W. (2017). *Peramalan Jumlah Wisatawan pada Tiga Lokasi Wisata di Kabupaten Pacitan Menggunakan Metode GSTAR-SUR*. Skripsi Matematika Institut Teknologi Sepuluh November.

Johnson, R., & Wichern, D. (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis. In *Applied Multivariate Statistical Analysis*.

Kamarianakis, Y., & Prastacos, P. (2005). Space-time modeling of traffic flow. *Computers and Geosciences*, 31(2), 119–133. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.05.012>

Kementerian Perdagangan. (2009). *Profil Komoditas Minyak Goreng*. https://ews.kemendag.go.id/sp2kp-landing/assets/pdf/120116_ANK_PKM_DSK_Minyak.pdf

- Kostenko, A. V, & Hyndman, R. J. (2008). *Forecasting without significance tests? June*.
- Kusuma, F. K., Kusnandar, D., & Debatara Nessyana, N. (2018). Model Generalized Space Time Autoregressive-X (GSTAR-X) dalam Meramalkan Produksi Kelapa Sawit. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 07(2), 85–92.
- Liu, L.-M. (1980). Analysis of Time Series with Calendar Effects. *Management Science*, 26(1), 106–112. <https://doi.org/10.1287/mnsc.26.1.106>
- Masdin, M. A., Eni, N., & Lusiyanti, D. (2018). Peramalan Menggunakan Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) untuk Indeks Harga Konsumen 4 Kota di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Matematika Integratif*, 14(1), 39–49. <https://doi.org/10.24198/jmi.v14.n1.15947.39-49>
- Meeus, J. (1998). *Astronomical Algorithms* (2nd ed.).
- Meranggi Dana, I. M. G. (2018). *Model Hybrid GSTARX-ANN untuk Peramalan Data Space time dengan Efek Variasi Kalender*. Tesis Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Milhoj, A. (2016). *Multiple Time Series Modeling Using the SAS VARMAX Procedure*.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction Time Series Analysis and Forecasting*.
- Muryanto. (2016). *Pemodelan GSTARX untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen di Kalimantan*. Tesis Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nahdliyah, F. (2018). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive with Exogenous Variable pada Ekspor Tiga Provinsi di Pulau Jawa*. Skripsi Statistika Universitas Brawijaya.
- Nugraha, B. Y. (2010). *Pemodelan Vektor Autoregresif X terhadap Variabel Makroekonomi di Indonesia*. Skripsi Statistika Universitas Diponegoro.
- Puspita, R. S. A. (2013). *Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive*

- (*GSTAR(P1)*) (Studi kasus: Data Angka Kesakitan Penyakit ISPA di Kota Malang) [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/153410/>
- Puteri Rahayu, S. (2018). *Model Hybrid Vector Autoregressive-Support Vector Regression dan Generalized Space-Time Autoregressive-Support Vector Regression with Exogenous Variables untuk Peramalan Arus Uang di KPW II BI*. Tesis Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Putra Danu, G. (2017). Perbandingan Model STAR dan GSTAR untuk Peramalan Inflasi Dumai, Pekanbaru, dan Batam. *Statistika*, 5(1).
- Rahma Prilantika, J. (2017). *Perbandingan Model Gstar Dan Gstar- Filter Kalman Pada Peramalan Tingkat*. Skripsi Matematika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ruchjana, B. N., Borovkova, S. A., & Lopuhaa, H. P. (2012). Least Squares Estimation of Generalized Space Time AutoRegressive (GSTAR) Model and its Properties. *AIP Conference Proceedings*, 1450(October 2014), 61–64. <https://doi.org/10.1063/1.4724118>
- Sandi Nabila, F. (2016). *Pemodelan Vector Autoregressive - Support Vector Regression (VAR-SVR) dan Generalized Space Time Autoregressive - Support Vector Rgression (GSTAR-SVR) untuk Peramalan Curah Hujan di Kota Surabaya*. Skripsi Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Setiawan Prasetya, A. (2017). *Model GSTAR dengan Variabel Eksogen Metrik dan Non Metrik untuk Peramalan Inflasi di Kalimantan*. Tesis Statistika Institut Teknologi Sepuluh November.
- Setiyowati, E., Rusgiyono, A., & Tarno, T. (2018). Model Kombinasi Arima Dalam Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia. *Jurnal Gaussian*, 7(1), 54–63. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v7i1.26635>
- Siswanti, K. Y. (2011). *Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya untuk Meramalkan Curah Hujan di Kota Yogyakarta*. Skripsi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Karunika Universitas Terbuka.

- Suhartono, Dwi Prastyo, D., Kuswanto, H., & Hisyam Lee, M. (2018). Comparison between VAR, GSTAR, FFNN-VAR and FFNN-GSTAR Models for Forecasting Oil Production. *MATEMATIKA*, 34(1), 103–111. www.matematika.utm.my
- Suhartono, & Subanar. (2006). The Optimal Determination of Space Weight in GSTAR Model by Using Cross-Correlation Inference. *Journal of Quantitative Methods*, 2.
- Susiana. (2018). *Pengaruh Harga CPO Dunia terhadap Harga Tandan Buah Segar dan Tingkat Pendapatan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Desa Pulo Dogom Kecamatan Kualuh Hullu Kabupaten Labuhanbatu Utara*. Skripsi Ekonomi Pembangunan Universitas Sumatera Utara.
- Wahyuningsih, A. (2008). *Analisis Dampak Kenaikan Harga Minyak Goreng terhadap Usaha Penggorengan Kerupuk di Kota Bekasi*. Skripsi Manajemen Agribisnis Institut Pertanian Bogor.
- Wahyuningsih, N., Didik Surjanto, S., & Vidya, E. (2020). Model GSTARX dengan Bobot Invers Jarak untuk Jumlah Wisatawan pada Tiga Objek Wisata di Kota Batu. *Prosiding Seminar Nasional Integrasi Matematika Dan Nilai Islami*, 3(1), 85–89.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. (2nd Edition, Vol. 86, Issue 413). Pearson Education, Inc. <https://doi.org/10.2307/2289741>
- Wutsqa, D. U., & Suhartono. (2010). Peramalan Deret Waktu Multivariat Seasonal pada Data Pariwisata dengan Model Var-Gstar. *Jurnal Ilmu Dasar*, 11(1), 101–109.