



TUGAS AKHIR - KM184801

**PEMODELAN DATA WISATAWAN MANCANEGARA
YANG BERKUNJUNG KE INDONESIA MELALUI PINTU
MASUK UTAMA MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-
TIME AUTOREGRESSIVE* DENGAN VARIABEL EKSOGEN
(STUDI KASUS : WISATAWAN JEPANG)**

**FARIDATHUL NOOR ISNAINI
06111640000133**

Dosen Pembimbing
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - KM184801

**PEMODELAN DATA WISATAWAN MANCANEGARA
YANG BERKUNJUNG KE INDONESIA MELALUI PINTU
MASUK UTAMA MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-
TIME AUTOREGRESSIVE* DENGAN VARIABEL EKSOGEN
(STUDI KASUS : WISATAWAN JEPANG)**

**FARIDATHUL NOOR ISNAINI
06111640000133**

Dosen Pembimbing
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - KM184801

**MODELING DATA OF FOREIGN TOURISTS WHO
VISITED INDONESIA THROUGH MAIN DOORS USING
GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE WITH
EXOGENOUS VARIABLE
(CASE STUDY : JAPANESE TOURISTS)**

**FARIDATHUL NOOR ISNAINI
06111640000133**

Supervisors
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN DATA WISATAWAN MANCANEGARA YANG
BERKUNJUNG KE INDONESIA MELALUI PINTU MASUK
UTAMA MENGGUNAKAN *GENERALIZED SPACE-TIME
AUTOREGRESSIVE* DENGAN VARIABEL EKSOGEN
(STUDI KASUS : WISATAWAN JEPANG)**

***MODELING DATA OF FOREIGN TOURISTS WHO VISITED
INDONESIA THROUGH MAIN DOORS USING GENERALIZED
SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE WITH EXOGENOUS VARIABLE
(CASE STUDY : JAPANESE TOURISTS)***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika pada
Bidang Studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Faridathul Noor Isnaini

NRP. 06111640000133

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

Dra. Nuri Wahyuningasih, M.Kes

NIP. 19650220 198903 2 002

Dra. Laksni Prita Wardani, M.Si

NIP. 19611208 198803 2 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Matematika

Subchan, Ph.D.

NIP. 19710513 199702 1 001

Surabaya, Agustus 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PEMODELAN DATA WISATAWAN MANCANEGARA
YANG BERKUNJUNG KE INDONESIA MELALUI PINTU
MASUK UTAMA MENGGUNAKAN *GENERALIZED
SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE* DENGAN VARIABEL
EKSOGEN (STUDI KASUS : WISATAWAN JEPANG)**

Nama Mahasiswa : Faridathul Noor Isnaini
NRP : 06111640000133
Departemen : Matematika FSAD-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Laksmi Prita Wardani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

Abstrak

Salah satu kekuatan yang dimiliki suatu negara untuk meningkatkan perekonomian ialah sektor pariwisata. Berbagai wisatawan mancanegara berkunjung ke Indonesia, diantaranya berasal dari Jepang. Jumlah wisatawan asal Jepang terus naik setiap tahunnya, oleh karena itu diperlukan adanya pendekatan kuantitatif dalam menganalisis data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia. Analisis data deret waktu *multivariate* tidak hanya berhubungan dengan waktu sebelumnya, tetapi juga berhubungan dengan lokasi lainnya. Pada penelitian ini akan menerapkan salah satu model *space time* yaitu *Generalized Space-Time Autoregressive* dengan variabel eksogen (GSTARX) untuk memodelkan data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama. Estimasi yang digunakan adalah OLS dan GLS dengan menggunakan bobot *invers* jarak dan normalisasi korelasi silang. Model terbaik didapatkan berdasarkan nilai RMSE data *out-sample* terkecil. Hasil peramalan pada saat libur musim dingin menunjukkan peningkatan, sedangkan pada saat golden week dan libur hari raya idul fitri menunjukkan penurunan jumlah wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia.

Kata Kunci : GSTAR, variabel eksogen, bobot lokasi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**MODELING DATA OF FOREIGN TOURISTS WHO
VISITED INDONESIA THROUGH MAIN DOORS USING
GENERALIZED SPACE-TIME AUTOREGRESSIVE WITH
EXOGENOUS VARIABLE
(CASE STUDY : JAPANESE TOURISTS)**

Name : Faridathul Noor Isnaini
NRP : 06111640000133
Departement : Matematika FSAD-ITS
Supervisor : Dra. Laksmi Prita Wardani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

Abstract

One of strengths that a country to improve the economy is the tourism sector. Many foreign tourists visiting Indonesia, including from Japan. Number of tourist from Japan continue go up every year, therefore a quantitative approach is needed in analyzing the data of Japanese tourists visiting Indonesia. Analysis of multivariate time series data is not only related to previous times, but also with other location. In this study, will apply one space time model Generalized Space-Time Autoregressive with exogenous variable to modeling data of Japanese tourists who visited Indonesia through main doors. The estimation method used is OLS and GLS, with inverse location weight weights and cross correlation normalization weights. The best model is obtained based on the smallest RMSE value of the out-sample data. Forecasting result during the winter holidays show an increase, while during the golden week and the Eid al-Fitr holidays show a decrease in the number of Japanese tourists who visited indonesia.

Keywords : *GSTAR, Exogenous Variable, location weights*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemodelan Data Wisatawan Jepang yang Berkunjung ke Indonesia melalui Pintu Masuk Utama menggunakan *Generalized Space-Time Autoregressive* dengan Variabel Eksogen (Studi Kasus : Wisatawan Jepang)” dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini berkat bantuan dari berbagai pihak sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu, ayah, kakak serta keluarga tercinta atas segala kasih sayang, doa, dukungan serta berbagai motivasi.
2. Subchan, Ph.D selaku Kepala Departemen Matematika FSAD ITS.
3. Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si dan Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini sehingga dapat selesai.
4. Bapak dan Ibu dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini sehingga dapat selesai
5. Dr. Valeriana Lukitosari, S.Si, MT selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan dan dukungan selama perkuliahan dan tugas akhir ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Matematika ITS yang telah memberikan ilmu dan motivasi selama penulis berkuliah di Departemen Matematika ITS.

7. Seluruh Staf Departemen Matematika ITS yang telah memberikan pelayanan yang baik kepada penulis selama penulis berkuliah.
8. Teman terbaik penulis Novia, Fara, Hasna, Kirana, Nita, Ika, Mayga, Sabil, Lida, Farin, Marsya, dan Aulia yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doa-doa terbaik untuk penulis.
9. Teman-teman Matematika ITS terutama angkatan 2016 yang telah memberikan banyak cerita dan kenangan berharga selama penulis berkuliah.
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kepada pembaca dapat memberikan kritik dan saran. Akhir kata, Segala Puji Bagi Allah dan semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita, dan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

Faridathul Noor Isnaini

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Analisa Statistika Deskriptif	8
2.2.1 <i>Mean</i>	8
2.2.2 Standar Deviasi	9
2.2.3 Minimum dan Maksimum	9
2.3 Koefisien Korelasi Antar Variabel	9
2.4 Proses Stasioner	11
2.4.1 Stasioner dalam Varians	12
2.4.2 Stasioner dalam <i>Mean</i>	13
2.5 Model Variasi Kalender	14
2.6 Identifikasi Model GSTAR	15

2.7 Model GSTAR	18
2.8 Pemilihan Bobot Lokasi pada Model GSTAR	20
2.8.1 Bobot <i>Invers</i> Jarak	20
2.8.2 Bobot Normalisasi Korelasi Silang	23
2.9 Estimasi Parameter pada Model GSTAR	24
2.9.1 Estimasi Ordinary Least Square (OLS).....	25
2.9.2 Estimasi Generalized Least Square (GLS)	26
2.10 Model GSTARX	28
2.11 Pemeriksaan Diagnosis	29
2.11.1 Uji <i>White Noise</i>	29
2.11.2 Uji <i>Multivariate</i> Normal	29
2.12 Kriteria Model Terbaik	30
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Pengumpulan Data	33
3.2 Variabel Penelitian	33
3.3 Tahapan Penelitian	35
3.3.1 Pemodelan Variasi Kalender	35
3.3.2 Pemodelan GSTAR	35
3.3.3 Pemodelan GSTARX	37
3.4 Diagram Alir	37
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Analisa Statistika Deskriptif	39
4.2 Korelasi Antar Variabel	41
4.3 Proses Stasioneritas	44
4.3.1 Stasioner dalam Variansi	44
4.3.2 Stasioner dalam <i>Mean</i>	46
4.4 Pemodelan Variasi Kalender	49
4.5 Identifikasi Model GSTAR	53
4.6 Pemodelan GSTAR(1_1)-OLS.....	55
4.6.1 Pemodelan GSTAR(1_1)-OLS dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	56

4.6.2	Pemodelan GSTAR(1 ₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	60
4.7	Pemodelan GSTAR(1 ₁)-SUR	64
4.7.1	Pemodelan GSTAR(1 ₁)-SUR dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	64
4.7.2	Pemodelan GSTAR(1 ₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	66
4.8	Pemeriksaan Diagnosis	68
4.8.1	Uji <i>White Noise</i>	68
4.8.2	Uji <i>Multivariate</i> Normal	70
4.9	Pemodelan GSTARX	72
4.9.1	Model GSTARX(1 ₁)-OLS dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	72
4.9.2	Model GSTARX(1 ₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	73
4.9.3	Model GSTARX(1 ₁)-SUR dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	74
4.9.4	Model GSTARX(1 ₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	75
4.10	Pemilihan Model Terbaik	76
4.11	Peramalan	79
BAB V	PENUTUP	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	85
DAFTAR	PUSTAKA	87
LAMPIRAN	89
BIODATA	PENULIS	137

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Korelasi Interpretasi Nilai r	10
Tabel 2.2 Nilai λ dan Bentuk Transformasi	12
Tabel 2.3 Contoh Jarak Tiga Lokasi	23
Tabel 4.1 Karakteristik Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk	39
Tabel 4.2 Rata-rata Bulanan Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk	41
Tabel 4.3 Nilai Korelasi Antar Variabel	42
Tabel 4.4 Pengecekan Signifikansi Nilai Korelasi Antar Variabel	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Stasioner Data dengan Uji ADF	47
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Stasioner Data setelah <i>Differencing</i> dengan Uji ADF	48
Tabel 4.7 Hasil Regresi $X_1(t)$ dengan Metode <i>Stepwise</i>	50
Tabel 4.8 Hasil Regresi $X_2(t)$ dengan Metode <i>Stepwise</i>	51
Tabel 4.9 Hasil Regresi $X_4(t)$ dengan Metode <i>Stepwise</i>	52
Tabel 4.10 Hasil Regresi $X_5(t)$ dengan Metode <i>Stepwise</i>	52
Tabel 4.11 Nilai AIC untuk Pemilihan Orde Model	55
Tabel 4.12 Koordinat Lintang dan Bujur	56
Tabel 4.13 Jarak Antar Lokasi	57
Tabel 4.14 Bobot Jarak Antar Lokasi	58
Tabel 4.15 Hasil dari Estimasi Parameter Model $GSTAR(1_1)$ - OLS dengan Bobot Invers Jarak	58
Tabel 4.16 Nilai Taksiran Korelasi Silang	61
Tabel 4.17 Bobot Normalisasi Korelasi Silang	62
Tabel 4.18 Hasil dari Estimasi Parameter Model $GSTAR(1_1)$ - OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	62

Tabel 4.19 Hasil dari Estimasi Parameter Model GSTAR(1 ₁)- SUR dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	65
Tabel 4.20 Hasil dari Estimasi Parameter Model GSTAR(1 ₁)- SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	67
Tabel 4.21 Nilai RMSE <i>Out-sample</i> Model GSTARX	79
Tabel 4.22 Hasil Peramalan Periode Januari 2019-Desember 2020	80
Tabel 4.23 Hasil Peramalan Periode Januari 2019-Desember 2020	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Plot Time Series Data Stasioner dalam Varians dan Mean[11]	12
Gambar 2.3 Peta Tiga Lokasi	20
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	36
Gambar 4.1 Plot Time Series Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk	40
Gambar 4.2 Plot <i>Box-Cox</i> $Y_1(t)$	44
Gambar 4.3 Plot <i>Box-Cox</i> $Y_2(t)$	45
Gambar 4.4 Plot <i>Box-Cox</i> $Y_4(t)$	46
Gambar 4.5 Plot <i>Box-Cox</i> $Y_5(t)$	46
Gambar 4.6 Plot <i>Time Series</i> Data Stasioner terhadap <i>Mean</i> ..	48
Gambar 4.7 Skema MCCF dari Residu Model Variasi Kalender	54
Gambar 4.8 Skema MPCCF dari Residu Model Variasi Kalender	54
Gambar 4.9 Skema MCCF Residual GSTAR(1 ₁)-OLS dengan Bobot Invers Jarak	69
Gambar 4.10 Skema MCCF Residual GSTAR(1 ₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	69
Gambar 4.11 Skema MCCF Residual GSTAR(1 ₁)-SUR dengan Bobot Invers Jarak	70
Gambar 4.12 Skema MCCF Residual GSTAR(1 ₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	70
Gambar 4.13 Multivariate Normal GSTAR(1 ₁)-OLS	71
Gambar 4.14 Multivariate Normal GSTAR(1 ₁)-SUR	71
Gambar 4.15 Perbandingan Data <i>In-sample</i> Wisatawan Jepang dan Hasil Ramalan Model GSTARX	77

Gambar 4.16. Perbandingan Data *Out-sample* Wisatawan Jepang
dan Hasil Ramalan Model GSTARX 78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Tabel Mackinon	89
Lampiran B Data Wisatawan Jepang yang Berkunjung ke Indonesia melalui Pintu Utama	90
Lampiran C Data Wisatawan Jepang yang telah Stasioner terhadap Varians	94
Lampiran D Data Wisatawan Jepang yang telah Stasioner terhadap <i>Mean</i>	97
Lampiran E Identifikasi Variabel <i>Dummy</i>	100
Lampiran F Hasil Peramalan Data <i>In-sample</i>	109
Lampiran G Hasil Peramalan Data <i>Out-sample</i>	121
Lampiran H Syntax Program SAS	125
Lampiran I Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR dengan Bobot <i>Invers</i> Jarak	126
Lampiran J Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang	128
Lampiran K Syntax Program Matlab untuk Uji <i>Multivariate</i> Normal	130
Lampiran L Hasil Nilai d_i^2 dan Nilai $q_{c,p}$ untuk Uji <i>Multivariate</i> Normal	132
Lampiran M Tabel t	135

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan bagaimana penulisan tugas akhir ini disusun.

1.1 Latar Belakang

Salah satu kekuatan yang dimiliki suatu negara untuk meningkatkan perekonomian ialah bidang pariwisata. Menurut kementerian pariwisata pada tahun 2018 devisa dari sektor pariwisata meningkat mencapai angka 19,29 miliar dolar AS. Indonesia sendiri memiliki beragam tempat wisata yang dapat dikunjungi oleh wisatawan. Kekayaan alam, sejarah dan budaya yang beraneka ragam merupakan komponen penting dalam pariwisata di Indonesia. Indonesia memiliki 16.056 pulau bernama, 1.331 kelompok suku, dan 652 bahasa daerah yang berbeda[1]. Hal tersebut merupakan beberapa keunikan yang dimiliki Indonesia serta menjadi daya tarik bagi wisatawan mancanegara untuk berkunjung ke Indonesia. Selama tahun 2018 jumlah wisatawan mancanegara mencapai 15,81 juta kunjungan atau naik sebesar 12,61% dibandingkan dengan jumlah wisatawan mancanegara pada periode yang sama tahun 2017 sebesar 14,04 juta kunjungan.

Wisatawan mancanegara yang paling banyak berkunjung ke Indonesia, yaitu Malaysia, Tiongkok, Singapura, Australia, Jepang berdasarkan Statistik Indonesia 2018 yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik. Jumlah wisatawan asal Jepang terus naik setiap tahunnya. Peramalan wisatawan asal Jepang yang berkunjung ke Indonesia penting dilakukan bagi pemerintah dan industri, karena peramalan bisa menjadi dasar dalam perencanaan kebijakan yang efektif

ditambah lagi Jepang dan Indonesia memiliki kerjasama dalam bidang pariwisata.

Dalam perkembangannya sering dijumpai data yang tidak hanya berhubungan dengan data sebelumnya, tetapi juga berhubungan dengan lokasi atau tempat lainnya yang biasa disebut dengan data model *space-time*. Data model *space-time* adalah data yang disusun berdasarkan waktu dan lokasi. Salah satu model *space-time* yang biasanya digunakan adalah *Generalized Space-Time Autoregressive* (GSTAR) yang diperkenalkan oleh Borovkova et al. (2002).

Model GSTAR merupakan perkembangan dari model *Space-Time Autoregressive* (STAR). Model STAR diperkenalkan oleh Pfeifer dan Deutch (1980)[2]. Kelemahan dari model STAR ini adalah asumsi setiap lokasi yang digunakan dalam penelitian memiliki parameter yang sama, sedangkan GSTAR merupakan model *time series* stasioner yang dikembangkan dengan asumsi setiap lokasi memiliki parameter yang berbeda dan berlaku untuk karakteristik lokasi yang bersifat heterogen[3]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan model GSTAR, antara lain: Ruchjana (2002) menerapkan model GSTAR untuk produksi minyak bumi, Wutsqa dan Suhartono (2010) menerapkan model VAR-GSTAR untuk kedatangan wisatawan.

Model GSTAR yang bersifat stasioner dapat dikembangkan menjadi model GSTAR dengan penambahan variabel eksogen atau GSTARX. Variabel eksogen ditambahkan ke dalam model GSTAR untuk meningkatkan akurasi dalam peramalan[4]. Variabel eksogen dapat berupa metrik yang biasa dikenal dengan model fungsi transfer, sedangkan variabel eksogen non-metrik dapat berupa model variasi kalender dan model intervensi[5]. Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan model GSTARX adalah pengembangan ramalan interval pada model GSTARX

untuk peramalan kelompok bahan makanan oleh Risma Hapsari (2017).

Dalam penelitian ini akan diterapkan metode GSTAR dengan penambahan variabel eksogen untuk meramalkan kunjungan wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama. Pintu masuk utama yang digunakan, yaitu: Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Batam, Juanda, dan Kualanamu. Kelima lokasi tersebut selain dipengaruhi oleh waktu sebelumnya diduga juga dipengaruhi oleh keterkaitan satu sama lain. Selama tahun 2012 hingga 2017 telah terjadi bencana alam di Indonesia yang menyebabkan kerugian baik material maupun nonmaterial serta efek hari libur di Indonesia. Hal tersebut diduga mengakibatkan penurunan jumlah wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia. Serta hari libur masyarakat Jepang diduga mengakibatkan kenaikan jumlah wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia. Sehingga pada penelitian ini akan diterapkan model GSTARX untuk data wisatawan Jepang yang berkunjung melalui pintu masuk utama. Model GSTARX yang didapatkan selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan hasil peramalan data wisatawan Jepang pada periode berikutnya. Selain itu akan dibandingkan hasil ramalan data *in-sample* dan data *out-sample* dengan data aktualnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan model GSTARX untuk data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama?

2. Bagaimana hasil peramalan data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan model GSTARX untuk data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama.
2. Mendapatkan hasil ramalan untuk data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama.

1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan serta wawasan mengenai penerapan model GSTAR yang melibatkan variabel eksogen.
2. Menghasilkan model GSTARX yang dapat menjelaskan keterkaitan data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama.
3. Hasil ramalan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan terutama dalam bidang pariwisata.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan agar permasalahan yang diteliti tidak terlalu luas ruang lingkungannya, sehingga penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu masuk utama selama periode Januari 2012 – Desember 2018 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik.

2. Estimasi parameter yang digunakan adalah *Ordinary Least Square* (OLS) dan *Generalized Least Square* (GLS).
3. Bobot lokasi yang digunakan adalah bobot *invers* jarak dan bobot normalisasi korelasi silang.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun dalam lima bab, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, seperti penelitian terdahulu, analisa statistika deskriptif, koefisien korelasi antar variabel, proses stasioner, model variasi kalender, model GSTAR, estimasi parameter, model GSTARX, uji signifikansi parameter, pemeriksaan diagnosis serta kriteria model terbaik.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini, yaitu pengumpulan data, variabel penelitian, pembentukan model variasi kalender, model GSTAR, model GSTARX, pengujian asumsi residual serta peramalan.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan pembahasan utama dari laporan tugas akhir, dimana menjelaskan tentang analisis dan pembahasan untuk mendapatkan model terbaik serta mendapatkan hasil peramalan.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan masalah pada bab 4, serta terdapat saran untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, seperti penelitian terdahulu, analisa statistika deskriptif, koefisien korelasi antar variabel, proses stasioner, model variasi kalender, model GSTAR, estimasi parameter, model GSTARX, pemeriksaan diagnosis serta kriteria model terbaik.

2.1 Penelitian Terdahulu

Tugas akhir ini menggunakan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Winny Putri Ivana yang melakukan penelitian terkait peramalan jumlah wisatawan pada tiga lokasi wisata di Kabupaten Pacitan[6]. Dari hasil analisis diperoleh model terbaik untuk penelitian ini GSTAR-SUR(1_1) – I(1) dengan bobot korelasi silang karena memiliki nilai *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan GSTAR-OLS(1_1) – I(1). Namun pada penelitian ini masih diperlukan kajian lebih lanjut berkaitan dengan variabel independen yang diduga mempengaruhi kunjungan wisatawan pada objek wisata di Kabupaten Pacitan serta pemodelan *multivariate time series* yang berpola *seasonal*.

Selanjutnya penelitian untuk mendapatkan model peramalan untuk jumlah penumpang pesawat domestik di bandara utama keberangkatan yang dilakukan oleh Fitri Ayuningtyas[7]. Didapatkan model terbaik, yaitu GSTAR-OLS(1_1) dengan bobot seragam. Berdasarkan penelitian tersebut perlu adanya kajian lebih lanjut yang berkaitan dengan bobot yang akan digunakan.

Penelitian yang dilakukan Elsa Vidya yaitu menerapkan metode GSTARX untuk jumlah wisatawan pada tiga objek wisata

di Kota Batu[8]. Peneliti menambahkan variabel eksogen berupa efek variasi kalender pada penelitiannya. Model terbaik yang didapatkan adalah GSTARX-OLS(1_1) dengan bobot invers jarak. Namun perlu ada kajian lebih lanjut berkaitan variabel eksogen dan bobot yang digunakan dalam penelitian.

Selain itu penelitian lainnya yang dilakukan Risma Hapsari yaitu peramalan indeks harga konsumen kelompok bahan pangan di Pulau Sumatera untuk Kota Padang, Pekanbaru, Jambi, Palembang, dan Bengkulu[5]. Penambahan variabel eksogen pada model GSTAR dapat memperkecil nilai error dibandingkan dengan model GSTAR tanpa penambahan variabel eksogen, dengan pemodelan terbaik yaitu GSTARX dengan bobot normalisasi inferensi parsial korelasi silang.

Pada tugas akhir kali ini penulis menggabungkan beberapa metode yang digunakan pada peneliti-peneliti sebelumnya yaitu memodelkan data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu utama menggunakan metode GSTAR dengan penambahan variabel eksogen.

2.2 Analisa Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah suatu metode yang berkaitan dengan pengumpulan atau penyajian data sehingga memberikan informasi yang berguna. Ukuran pemusatan data merupakan suatu sembarang ukuran yang menunjukkan pusat dari sekelompok data yang telah diurutkan dari nilai kecil hingga nilai terbesar atau sebaliknya. Terdapat beberapa ukuran pemusatan data seperti *mean*, median, modus dan lain-lain. Berikut ini penjelasan mengenai *mean*, standar deviasi, minimum serta maksimum.

2.2.1 Mean

Mean adalah nilai tengah dari suatu kelompok data yang diperoleh dari penjumlahan keseluruhan data dibagi dengan

banyaknya data. *Mean* atau rata-rata dilambangkan dengan tanda \bar{x} dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

dengan,

\bar{x} : rata-rata dari suatu sampel

x_i : data pengamatan ke- i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$

n : banyaknya data yang diamati

2.2.2 Standar Deviasi

Standar deviasi atau disebut juga dengan simpangan baku. Standar deviasi digunakan untuk mengukur bagaimana nilai-nilai data tersebar atau ukuran penyebaran paling banyak digunakan. Standar deviasi untuk sampel dilambangkan dengan s dan didefinisikan dengan rumus sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.2)$$

dengan,

s : standar deviasi dari suatu sampel

x_i : data pengamatan ke- i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$

\bar{x} : rata-rata dari suatu sampel

n : banyaknya data yang diamati

2.2.3 Minimum dan Maksimum

Jika dalam n buah data dengan urutan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, maka nilai dari data terkecil disebut statistik minimum sedangkan untuk nilai dari data terbesar disebut statistik maksimum.

2.3 Koefisien Korelasi Antar Variabel

Korelasi adalah suatu teknik dalam statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antar dua variabel atau lebih bersifat kuantitatif. Penerapan koefisien korelasi antar variabel yang

mempunyai skala pengukuran interval menggunakan korelasi *product moment* yang dikembangkan oleh Karl Pearson. Kegunaan Uji *Pearson Product Moment* adalah untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan antara variabel Y_i dengan Y_j [9].

Korelasi *Pearson Product Moment* dilambangkan r , dengan $-1 \leq r \leq 1$. Untuk $r = -1$ artinya korelasi negatif sempurna, $r = 0$ tidak ada korelasi, dan $r = 1$ korelasi sempurna positif[9]. Tanda $-$ atau $+$ hanya menunjukkan hubungan arah. Intrepretasi nilai r ditunjukkan pada Tabel 2.1.[9].

Tabel 2.1. Korelasi Intrepretasi Nilai r

r	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Sedikit rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Perhitungan nilai korelasi *Pearson Product Moment* atau nilai r_{ij} adalah sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_i(t)Y_j(t) - \frac{\sum_{t=1}^n Y_i(t) \sum_{t=1}^n Y_j(t)}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{t=1}^n (Y_i^2(t)) - \frac{(\sum_{t=1}^n Y_i(t))^2}{n}\right) \left(\sum_{t=1}^n (Y_j^2(t)) - \frac{(\sum_{t=1}^n Y_j(t))^2}{n}\right)}} \quad (2.3)$$

dengan,

r_{ij} : korelasi antara variabel ke- i dan ke- j

$Y_i(t)$: nilai variabel pada lokasi i pada saat- t

$Y_j(t)$: nilai variabel pada lokasi j pada saat- t

n : banyaknya data yang diamati

Setelah itu dilakukan uji signifikansi koefisien korelasi menggunakan uji-t, pengujian signifikansi koefisien korelasi adalah sebagai berikut[10]:

Hipotesis :

$H_0 : \rho_{ij} = 0$ (tidak terdapat korelasi yang signifikan)

$H_1 : \rho_{ij} \neq 0$ (terdapat korelasi yang signifikan)

Statistik Uji :

$$t_{hitung} = \sqrt{n-2} \frac{r_{ij}}{\sqrt{1-(r_{ij})^2}}$$

$$t_{tabel} = r_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$$

dengan,

r_{ij} : korelasi antara variabel ke- i dan ke- j dari persamaan 2.3

n : banyaknya data yang diamati

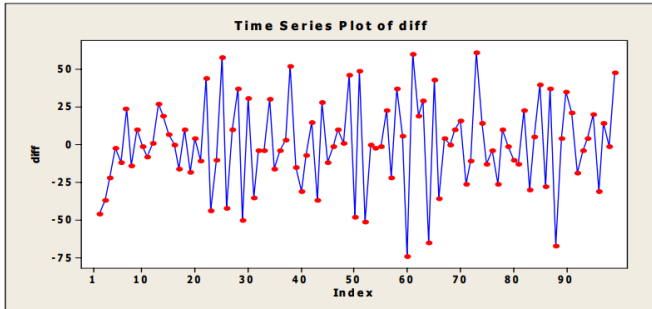
α : taraf signifikansi

Kriteria Pengujian :

Jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat dikatakan terdapat korelasi yang signifikan antar variabel.

2.4 Proses Stasioner

Suatu data dikatakan stasioner jika pola data tersebut berada pada kesetimbangan disekitar nilai rata-rata yang konstan dan varians disekitar rata-rata tersebut konstan selama waktu tertentu[11]. Dalam analisis data *time series* sering kali menggunakan asumsi data harus stasioner. Data dikatakan stasioner apabila tidak mengandung unsur *trend* dan musiman atau dapat dikatakan varians dan *mean* tetap, seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Plot *Time Series* Data Stasioner dalam Varians dan *Mean*[12]

Stasioneritas data dapat dilihat dari dua hal, yaitu stasioner dalam varians serta stasioner dalam *mean*. Untuk stasioner data dalam varians dapat menggunakan transformasi Box-Cox, sedangkan untuk stasioner data dalam *mean* menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF).

2.4.1 Stasioner dalam Varians

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi ketidakstasioneran data dalam varians, yaitu Transformasi Box-Cox (Transformasi kuasa) yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai λ dan Bentuk Transformasi

λ	Bentuk Transformasi
-1	$\frac{1}{Y_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Y_t}}$
0	$\ln Y_t$
0,5	$\sqrt{Y_t}$
1	Y_t tidak ditransformasikan

Data tidak stasioner dalam varians apabila *rounded value*-nya adalah 1. Setiap λ mempunyai rumus transformasi yang berbeda. Tabel 2.2. merupakan nilai λ dan bentuk transformasi yang umum digunakan. Secara matematis dapat ditulis:

$$T(Y_t) = \begin{cases} \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln Y_t, & \lambda = 0 \end{cases}$$

dengan,

$T(Y_t)$: transformasi data ke- t

t : indeks waktu

λ : parameter transformasi

2.4.2 Stasioner dalam Mean

Data dikatakan stasioner terhadap *mean* jika rata-ratanya tetap atau tidak mengandung unsur *trend*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui stasioneritas data dengan uji unit *root test* atau bisa disebut uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) yang dikembangkan oleh David Dickey dan Wayne Fuller. Model yang digunakan dalam uji ADF adalah sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \varphi_i \Delta Y_{t-i} + e_t$$

dengan,

γ : koefisien estimasi pada Y_{t-1}

φ_i : koefisien estimasi pada ΔY_{t-i+1}

e_t : error yang bersifat *white noise*

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$\Delta Y_{t-i} = Y_{t-i} - Y_{t-i-1}$$

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian menggunakan ADF adalah sebagai berikut[6]:

Hipotesis :

$H_0 : \gamma = 0$ (terdapat unit *root test*, data belum stasioner)

$H_1 : \gamma \neq 0$ (tidak terdapat unit *root test*, data sudah stasioner)

Statistik Uji :

$$t_{statistik} = \frac{\gamma}{SE(\gamma)} \quad (2.4)$$

$$t_{tabel} = \beta_{\infty} + \beta_1 n^{-1} + \beta_2 n^{-2} \quad (2.5)$$

dengan,

$SE(\gamma)$: standar error dari γ

n : banyaknya pengamatan

$\beta_{\infty}, \beta_1, \beta_2$ merupakan koefisien yang diambil dari tabel mackinon pada Lampiran A.

Kriteria Pengujian :

Jika $|t_{statistik}| > |t_{tabel}|$ maka H_0 ditolak sehingga dapat dikatakan data sudah stasioner terhadap *mean*. Apabila data diketahui tidak stasioner dalam *mean* maka akan dilakukan proses *differencing*.

2.5 Model Variasi Kalender

Model variasi kalender digunakan untuk meramalkan data berdasarkan pola musiman yang memiliki periode bervariasi. Data dengan variasi kalender dapat dimodelkan dengan analisis regresi, sehingga model variasi kalender dirumuskan sebagai berikut:

$$X(t) = a_0 + a_1 D_{j,1}(t) + a_2 D_{j,2}(t) + \dots + a_i D_{j,k}(t) + U(t) \quad (2.6)$$

dengan,

a_i : koefisien estimasi parameter untuk efek variasi kalender ke-k

$D_{j,k}(t)$: variabel *dummy* untuk efek variasi kalender ke-k yang terjadi pada minggu ke-j pengamatan ke-t

$U(t)$: komponen *error* yang memenuhi asumsi identik, independen dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol serta varians konstan

Dalam penelitian ini menggunakan regresi *stepwise*. Regresi *stepwise* melibatkan dua jenis proses, yaitu *forward selection* dan

backward elimination. Pada masing-masing tahapan, terjadi proses pemutusan variabel mana yang merupakan prediktor terbaik untuk dimasukkan kedalam model. Variabel yang dimasukkan kedalam model jika nilai *p-value* kurang dari α , apabila *p-value* lebih dari α maka variabel akan dihilangkan. Proses tersebut akan dilakukan terus-menerus hingga tidak ada variabel yang memenuhi kriteria untuk ditambahkan atau dihilangkan.

Setelah itu dilakukan uji signifikansi parameter menggunakan uji-t. Pengujian signifikansi parameter sebagai berikut:

Hipotesis :

$$H_0: a_i = 0, \text{ dengan } i = 0,1,2, \dots, m$$

$$H_1: a_i \neq 0, \text{ dengan } i = 0,1,2, \dots, m$$

Statistik Uji :

$$t_{hitung} = \frac{|a_i|}{SE(a_i)} \quad (2.7)$$

$$t_{tabel} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-p-1\right)} \quad (2.8)$$

dengan,

$SE(a_i)$: standar error dari a_i

n : banyaknya pengamatan

p : jumlah parameter

Kriteria Pengujian :

dengan taraf signifikan sebesar α , jika $|t_{statistik}| > |t_{tabel}|$ maka H_0 ditolak yang artinya parameter signifikan.

2.6 Identifikasi Model GSTAR

Identifikasi model GSTAR dapat dilakukan dengan melihat skema *Matrix Cross Correlation Function* (MCCF) dan *Matrix Partial Cross Correlation Function* (MPCCF) setelah data stasioner pada *time series*. Misalkan diberikan vektor *time series*

dengan n pengamatan U_1, U_2, \dots, U_n , maka persamaan MCCF sebagai berikut[13].

$$\hat{\rho}(k) = [\hat{\rho}_{ij}(k)]$$

dimana,

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (U_{i,t} - \bar{U}_i)(U_{j,t+k} - \bar{U}_j)}{\left[\sum_{t=1}^n (U_{i,t} - \bar{U}_i)^2 \sum_{t=1}^n (U_{j,t} - \bar{U}_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

dengan,

$\hat{\rho}_{ij}(k)$: korelasi silang sampel acak untuk komponen series ke- i dan j pada lag ke- k

\bar{U}_i : rata-rata sampel dari vektor i

\bar{U}_j : rata-rata sampel dari vektor j

MCCF digunakan untuk menentukan orde MA (*Moving Average*), sehingga bentuk matriks semakin kompleks dengan seiring bertambahnya dimensi vektor[5]. Sehingga untuk mempermudah hal tersebut Tiao dan Box (1981) memperkenalkan metode dalam menjelaskan hasil korelasi sampel dengan menggunakan simbol (+), (-), dan (.) pada baris ke- i dan j dari matriks sampel korelasi sebagai berikut.

1. Simbol (+) menunjukkan nilai sampel korelasi $\hat{\rho}_{ij}(k) > 2$ kali dari nilai estimasi standar error $\hat{\rho}(k)$ dan menunjukkan adanya hubungan korelasi positif
2. Simbol (-) menunjukkan nilai sampel korelasi $\hat{\rho}_{ij}(k) < -2$ kali dari nilai estimasi standar error $\hat{\rho}(k)$ dan menunjukkan adanya hubungan korelasi negatif
3. Simbol (.) menunjukkan nilai sampel korelasi $-2 < \hat{\rho}_{ij}(k) < 2$ dari nilai estimasi standar error $\hat{\rho}(k)$ dan menunjukkan tidak adanya hubungan

Nilai MCCF tersebut dinotasikan kedalam bentuk simbol dengan batas ± 2 kali dari nilai estimasi standar error $\hat{\rho}(k)$. Perhitungan estimasi standar error $\hat{\rho}(k)$ adalah sebagai berikut:

$$SE(\hat{\rho}(k)) = \sqrt{\frac{1}{n-k}}$$

dengan,

$\hat{\rho}_{ij}(k)$: korelasi silang sampel acak untuk komponen series ke- i dan j pada lag ke- k

n : banyaknya data yang diamati

Sedangkan untuk menentukan orde *autoregressive* (AR) dari model GSTAR menggunakan MPCCF atau dinotasikan $\wp(s)$. Persamaan MCCF adalah sebagai berikut[14];

$$\wp(s) = \begin{cases} \Gamma'(1)[\Gamma(0)]^{-1}; & s = 1 \\ \{\Gamma'(s)\mathbf{c}'[\mathbf{A}(s)]^{-1}\mathbf{b}(s)\}\{\Gamma(0) - \mathbf{b}'(s)[\mathbf{A}(s)]^{-1}\mathbf{b}(s)\}^{-1}; & s > 1 \end{cases}$$

Jika $s \geq 2$ maka $\mathbf{A}(s)$, $\mathbf{b}(s)$, $\mathbf{c}(s)$ didefinisikan sebagai berikut;

$$\mathbf{A}(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(0) & \Gamma'(1) & \dots & \Gamma'(s-2) \\ \Gamma(1) & \Gamma(0) & \dots & \Gamma'(s-3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma(s-2) & \Gamma(s-3) & \dots & \Gamma(0) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b}(s) = \begin{bmatrix} \Gamma'(s-2) \\ \Gamma'(s-3) \\ \vdots \\ \Gamma'(1) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{c}(s) = \begin{bmatrix} \Gamma(1) \\ \Gamma(2) \\ \vdots \\ \Gamma(s-1) \end{bmatrix}$$

dengan,

$$\Gamma(s) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-s} (U_t - \bar{U})(U_{t-s} - \bar{U})'; s = 1, 2, \dots$$

Sama halnya seperti MCCF untuk mempermudah hal tersebut nilai MPCCF dinotasikan menggunakan simbol (+), (-), dan (.)

2.7 Model GSTAR

Model *Generalized Space-Time Autoregressive* (GSTAR) merupakan salah satu model yang digunakan untuk memodelkan serta meramalkan data model waktu dan lokasi. Model GSTAR merupakan perkembangan dari model *Space-Time Autoregressive* (STAR). Perbedaan keduanya terletak pada asumsi parameter yang digunakan. Jika model GSTAR mengasumsikan bahwa parameter disetiap lokasi berbeda sedangkan model STAR mengasumsikan bahwa parameter disetiap lokasi sama. Hal tersebut menjadi kelemahan dari model STAR.

Pada model GSTAR parameter model merupakan matriks dengan elemen diagonalnya menyatakan parameter *autoregressive* (AR) dan parameter *space time* yang berubah untuk setiap lokasi. Model GSTAR dari *autoregressive* p dan orde spasial $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ sehingga model GSTAR ($p_{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p}$) dapat ditulis sebagai berikut[5]:

$$U(t) = \sum_{k=1}^p \left[\Phi_{k0} + \sum_{l=1}^{\lambda_p} \Phi_{kl} W^{(l)} \right] U(t-k) + \varepsilon(t) \quad (2.9)$$

dengan,

$U(t)$: vektor pengamatan pada waktu ke- t

p : orde *autoregressive*

λ_p : orde spasial pada *autoregressive* ke- p

Φ_{k0} : matriks koefisien parameter waktu,

$$\Phi_{k0} = \text{diag} \left(\Phi_{k0}^{(1)}, \dots, \Phi_{kN}^{(1)} \right)$$

Φ_{kl} : matriks koefisien parameter spasial,

$$\Phi_{kl} = \text{diag} \left(\Phi_{kl}^{(1)}, \dots, \Phi_{kl}^{(1)} \right)$$

$\mathbf{W}^{(1)}$: matriks pembobot lokasi ukuran $(N \times N)$ pada lag spasial 1, pembobot yang dipilih harus memenuhi syarat dimana $\mathbf{w}_{ii}^{(1)} = 0$ dan $\sum_{i \neq j} \mathbf{w}_{ij}^{(1)} = 1$

$\boldsymbol{\varepsilon}(t)$: vektor *error* yang memenuhi asumsi identik, independen dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol serta varians konstan

Untuk pemilihan orde spasial model GSTAR pada umumnya dibatasi pada orde spasial 1, karena orde yang lebih tinggi akan sulit untuk diinterpretasikan[15]. Sebagai contoh, secara umum model GSTAR pada persamaan (2.9) dengan orde waktu 1 dan orde spasial 1 pada lokasi yang berbeda atau GSTAR(1₁) dapat ditulis sebagai berikut[14]:

$$\mathbf{U}(t) = \Phi_{10} \mathbf{U}(t-1) + \Phi_{11} \mathbf{W}^{(1)} \mathbf{U}(t-1) + \boldsymbol{\varepsilon}(t) \quad (2.10)$$

Dari persamaan diatas dapat ditulis menggunakan notasi matriks ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi_{10}^1 & 0 & 0 \\ 0 & \Phi_{10}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_{10}^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{11}^1 & 0 & 0 \\ 0 & \Phi_{11}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_{11}^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_3(t) \end{bmatrix}$$

Sehingga model untuk tiga lokasi yang berbeda dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$U_1(t) = \Phi_{10}^1 U_1(t-1) + \Phi_{11}^1 w_{12} U_2(t-1) + \Phi_{11}^1 w_{13} U_3(t-1) + \varepsilon_1(t)$$

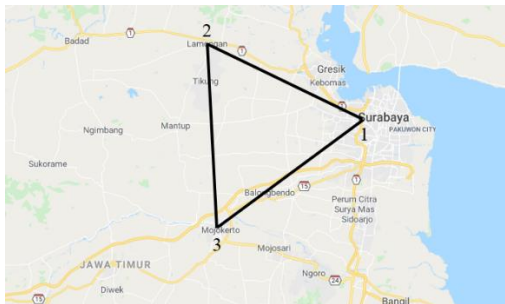
$$U_2(t) = \Phi_{10}^2 U_2(t-1) + \Phi_{11}^2 w_{21} U_1(t-1) + \Phi_{11}^2 w_{23} U_3(t-1) + \varepsilon_2(t)$$

$$U_3(t) = \Phi_{10}^3 U_3(t-1) + \Phi_{11}^3 w_{31} U_1(t-1) + \Phi_{11}^3 w_{32} U_2(t-1) + \varepsilon_3(t)$$

2.8 Pemilihan Bobot Lokasi pada Model GSTAR

Salah satu permasalahan dalam model GSTAR adalah pemilihan bobot lokasi yang sesuai untuk diterapkan pada data *time series* tersebut. Menurut Suhartono & Subanar (2006) ada beberapa metode yang digunakan untuk menentukan bobot lokasi dalam model GSTAR, yaitu: bobot seragam (*uniform*), biner (*binary*), *invers* jarak, bobot berdasarkan pada *semi-variogram* atau *covariogram* dari variabel diantara lokasi dan bobot normalisasi hasil inferensi korelasi silang parsial.

Sebagai contoh diketahui tiga lokasi, yaitu : Surabaya, Mojokerto, dan Lamongan seperti pada Gambar 2.2. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan bobot dari ketiga lokasi tersebut, yaitu bobot *invers* jarak dan bobot normalisasi korelasi silang.



Gambar 2.2. Peta Tiga Lokasi

2.8.1 Bobot *Invers* Jarak

Bobot *invers* jarak dilakukan berdasarkan jarak sebenarnya antar lokasi dilapangan. Perhitungan bobot dari metode ini diperoleh dari hasil *invers* jarak sebenarnya kemudian dinormalisasi.

Untuk menghitung jarak sebenarnya antar lokasi dilapangan menggunakan asumsi bahwa bumi berbentuk elipsoidal (mirip seperti telur). Jari-jari bumi atau jarak dari permukaan bumi ke pusat bumi tidak sama di semua tempat. Jari-jari bumi mencapai nilai maksimum di ekuator (garis katulistiwa) dan bernilai minimum di kutub, dengan selisih antara maksimum dan minimum cukup kecil. Jarak pusat bumi ke ekuator sedikit lebih besar dari pada jarak pusat bumi ke kutub[16].

Setiap tempat di permukaan bumi dapat ditentukan dengan dua koordinat, yaitu bujur B (*longitude*) dan lintang L (*latitude*). Misalkan L_i dan B_i merupakan koordinat lokasi i , sedangkan L_j dan B_j merupakan koordinat lokasi j . Sehingga dalam mencari jarak sebenarnya antara lokasi i dan j menggunakan rumus sebagai berikut[16]:

$$d_{i,j} = D\{1 + ((f)(E_i) \sin(U) \sin(U) \cos(G) \cos(G)) - ((f)(E_j) \cos(U) \cos(U) \sin(G) \sin(G))\} \quad (2.11)$$

dengan,

$$G = \frac{L_i - L_j}{2}$$

$$J = \frac{B_i - B_j}{2}$$

L_i : koordinat lintang pada lokasi ke- i

L_j : koordinat lintang pada lokasi ke- j

B_i : koordinat bujur pada lokasi ke- i

B_j : koordinat bujur pada lokasi ke- j

$$E_i = \frac{3P - 1}{2N}$$

$$E_j = \frac{3P + 1}{2N}$$

$$P = \frac{\sqrt{MN}}{w}$$

$$D = 2wa$$

$$\tan(w) = \sqrt{\frac{M}{N}}, \text{ dimana } w \text{ dalam radian}$$

$$M = \sin(G) \sin(G) \cos(J) \cos(J) + \cos(U) \cos(U) \sin(J) \sin(J)$$

$$N = \cos(G) \cos(G) \cos(J) \cos(J) + \sin(U) \sin(U) \sin(J) \sin(J)$$

$$U = \frac{L_i + L_j}{2}$$

a : jarak pusat bumi ke ekuator sebesar 6.378,137 km

f : pengepengan elipsoidal sebesar 1/298,25722

Setelah diperoleh jarak sebenarnya ($d_{i,j}$), kemudian menghitung bobot *invers* jarak untuk masing-masing lokasi. Secara umum bobot *invers* jarak untuk masing-masing lokasi dinyatakan sebagai berikut[5]:

$$w_{ij} = \frac{\frac{1}{d_{ij}}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{d_{ij}}}, j \neq i \quad (2.12)$$

dengan,

w_{ij} : bobot invers jarak dari lokasi i ke lokasi j

$d_{i,j}$: jarak sebenarnya lokasi ke- i dengan lokasi ke- j

Jumlah bobot untuk setiap lokasi adalah 1, $\sum_{j=1}^N w_{ij} = 1$ dan

$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} = N$, diagonal matriks bobot *invers* jarak sama dengan 0. Sehingga diperoleh matriks *invers* jarak sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & 0 & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} & 0 \end{bmatrix}$$

Sebagai contoh pada Gambar 2.2. misalkan jarak sebenarnya dari kota 1 ke 2 sejauh 1 km, dari kota 1 ke 3 sejauh 2 km, dari kota 2 ke 3 sejauh 3 km. Sehingga jarak antar kota pada Gambar 2.2. dapat ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Contoh Jarak Tiga Lokasi

Lokasi	Lokasi		
	Surabaya (1)	Lamongan (2)	Mojokerto (3)
Surabaya (A)	0	$d_{12} = 1$	$d_{13} = 2$
Lamongan (B)	$d_{21} = 1$	0	$d_{23} = 3$
Mojokerto (C)	$d_{31} = 2$	$d_{32} = 3$	0

Perhitungan bobot antar lokasi dengan menggunakan metode *invers* jarak adalah sebagai berikut:

$$w_{12} = \frac{\frac{1}{d_{12}}}{\frac{1}{d_{12}} + \frac{1}{d_{13}}} = \frac{2}{3}$$

$$w_{13} = \frac{1}{3}; w_{21} = \frac{3}{4}; w_{23} = \frac{1}{4}; w_{31} = \frac{3}{5}; w_{32} = \frac{2}{5}$$

sehingga didapatkan matriks pembobot sebagai berikut:

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{3}{4} & 0 & \frac{1}{4} \\ \frac{3}{5} & \frac{2}{5} & 0 \end{bmatrix}$$

2.8.2 Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Bobot normalisasi korelasi silang menggunakan hasil korelasi silang antar lokasi pada lag yang bersesuaian. Bobot normalisasi korelasi silang pertama kali diperkenalkan oleh Suhartono dan Antok (2006). Secara umum korelasi silang antara lokasi ke- i dan ke- j pada lag waktu ke- k , $corr[U_i(t), U_j(t - k)]$, didefinisikan sebagai berikut[15]:

$$\rho_{i,j}(k) = \frac{\gamma_{i,j}(k)}{\sigma_i \sigma_j}, k = 0, \pm 1, 2, \dots$$

dengan,

$\gamma_{i,j}(k)$: kovarian silang antar kejadian dilokasi ke-i dan ke-j pada lag waktu ke-k

σ_i : standar deviasi dari kejadian di lokasi ke-i

σ_j : standar deviasi dari kejadian di lokasi ke-j

Taksiran dari korelasi silang pada sampel dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_{i,j}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^n (U_i(t) - \bar{U}_i) (U_j(t-k) - \bar{U}_j)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (U_i(t) - \bar{U}_i)^2 \sum_{t=1}^n (U_j(t) - \bar{U}_j)^2}} \quad (2.13)$$

dengan,

$U_i(t)$: data dari komponen deret ke-i pada lag waktu ke-t

$U_i(t-k)$: data dari komponen deret ke-i pada lag waktu ke-(t-k)

\bar{U}_i : rata-rata sampel dari komponen deret ke-i yang bersesuaian untuk vektor proses yang stasioner

\bar{U}_j : rata-rata sampel dari komponen deret ke-j yang bersesuaian untuk vektor proses yang stasioner

Secara umum proses ini akan menghasilkan bobot lokasi untuk model GSTAR(1₁) sebagai berikut:

$$w_{ij} = \frac{r_{i,j}(1)}{\sum_{k \neq 1} |r_{i,k}(1)|}, \text{ dengan } i \neq j \text{ dan } \sum_{i \neq j} |w_{i,j}| = 1$$

2.9 Estimasi Parameter Model GSTAR

Estimasi parameter dalam model GSTAR terdiri dari dua metode, yaitu metode estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) dan metode estimasi *Generalized Least Square* (GLS). Berikut ini penjelasan mengenai metode estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) dan *Generalized Least Square* (GLS).

2.9.1 Estimasi *Ordinary Least Square* (OLS)

Metode estimasi kuadrat terkecil dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error* sehingga diperoleh estimator dengan variansi terkecil. Metode estimasi OLS digunakan untuk mengestimasi parameter pada masing-masing persamaan dalam sistem apabila persamaan yang satu dengan yang lain tidak saling berhubungan (residual tidak saling berkorelasi)[15]. Jika data *time series* $\{U(\mathbf{t}): \mathbf{t} = 0, 1, 2, \dots, T; i = 1, 2, \dots, N\}$ dengan model umum GSTAR(p_1), model lokasi ke- i dinyatakan sebagai berikut :

$$U_i = X_i \beta_i + e_i$$

dengan,

$$U_i = \begin{bmatrix} U_i(1) \\ U_i(2) \\ \vdots \\ U_i(T) \end{bmatrix}; X_i = \begin{bmatrix} U_i(0) & V_i(0) \\ U_i(1) & V_i(1) \\ \vdots & \vdots \\ U_i(T-1) & V_i(T-1) \end{bmatrix}; \beta_i = \begin{bmatrix} \phi_{i0}^1 \\ \phi_{i1}^1 \end{bmatrix};$$

$$e_i = \begin{bmatrix} e_i(1) \\ e_i(2) \\ \vdots \\ e_i(T) \end{bmatrix}; V_i(t) = \sum_{j \neq 1} w_{ij} U_j(t)$$

Jika diberikan $\beta_i(\mathbf{t}) = \phi_{10}^1, \phi_{11}^1, \phi_{20}^1, \phi_{21}^1, \dots, \phi_{N0}^1, \phi_{N1}^1$ maka diperoleh persamaan seperti berikut ini:

$$\begin{bmatrix} U_1(1) \\ U_1(2) \\ \vdots \\ U_1(T) \\ \vdots \\ U_N(1) \\ U_N(2) \\ \vdots \\ U_N(T) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1(0) & V_1(0) & \dots & 0 & 0 \\ U_1(1) & V_1(1) & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ U_1(T-1) & V_1(T-1) & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & U_N(0) & V_N(0) \\ 0 & 0 & \dots & U_N(1) & V_N(0) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & U_N(T-1) & V_N(T-1) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \emptyset_{10}^1 \\ \emptyset_{20}^1 \\ \vdots \\ \emptyset_{N0}^1 \\ \emptyset_{11}^1 \\ \emptyset_{21}^1 \\ \vdots \\ \emptyset_{N1}^1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i(1) \\ e_i(2) \\ \vdots \\ e_i(T) \\ \vdots \\ e_N(1) \\ e_N(2) \\ \vdots \\ e_N(T) \end{bmatrix}$$

Estimasi terhadap parameter β dilakukan menggunakan metode *least square* dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat error, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{e}'\mathbf{e} &= (\mathbf{U} - \mathbf{X}\beta)'(\mathbf{U} - \mathbf{X}\beta) \\ \mathbf{e}'\mathbf{e} &= \mathbf{e}'\mathbf{e} \\ &= (\mathbf{U} - \mathbf{X}\beta)'(\mathbf{U} - \mathbf{X}\beta) \\ &= \mathbf{U}'\mathbf{U} - \beta'\mathbf{X}'\mathbf{U} - \mathbf{U}'\mathbf{X}\beta + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \\ &= \mathbf{U}'\mathbf{U} - 2\beta'\mathbf{X}'\mathbf{U} + \beta'\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta \end{aligned} \quad (2.14)$$

dari persamaan (2.14) diturunkan terhadap β , menjadi:

$$\frac{\partial(\mathbf{e}'\mathbf{e})}{\partial(\beta)} = 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta - 2\mathbf{X}'\mathbf{U} \quad (2.15)$$

persamaan (2.15) diminimumkan, menjadi:

$$\mathbf{0} = 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\beta - 2\mathbf{X}'\mathbf{U} \quad (2.16)$$

sehingga dari persamaan (2.16) didapatkan estimator β sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = [\mathbf{X}'\mathbf{X}]^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{U} \quad (2.17)$$

2.9.2 Estimasi *Generalized Least Square* (GLS)

Metode estimasi GLS dapat mengestimasi model *Seemingly Unrelated Regression* (SUR), dimana model SUR terdapat korelasi atau hubungan residu antar persamaan. Model SUR dengan N persamaan dimana untuk masing-masing persamaan terdiri dari k variabel prediktor dapat ditulis sebagai berikut[5] :

$$U_i = X_i \beta_i + e_i$$

dengan $i = 1, 2, \dots, N$ dengan N menyatakan banyaknya pengamatan. Persamaan diatas dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & X_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_N \end{bmatrix}$$

dengan,

U_i : jumlah pengamatan berukuran $(N \times 1)$

X_i : matriks variabel independen berukuran $(N \times k)$, yaitu residual pada model GSTAR

β_i : vektor parameter berukuran $(k \times 1)$

e_i : residual model SUR berukuran $(N \times 1)$ yang saling berkorelasi

Asumsi yang harus dipenuhi dalam persamaan model SUR adalah $E(e) = 0$ dan $E(e_i e_j') = \sigma_{ij} I$ [5]. Struktur varians kovarians pada sistem persamaan model SUR diberikan:

$$E(\mathbf{e}_i \mathbf{e}_j') = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_N \end{bmatrix} [e_1 \quad e_2 \quad \cdots \quad e_N]$$

$$E(\mathbf{e}_i \mathbf{e}_j') = \begin{bmatrix} E(e_1 e_1) & E(e_1 e_2) & \cdots & E(e_1 e_N) \\ E(e_2 e_1) & E(e_2 e_2) & \cdots & E(e_2 e_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(e_N e_1) & E(e_N e_2) & \cdots & E(e_N e_N) \end{bmatrix}$$

perlu diingat bahwa $E(e_i e_j') = \sigma_{ij} I$, maka persamaan diatas akan diturunkan menjadi:

$$E(\mathbf{e}_i \mathbf{e}_j') = \begin{bmatrix} \sigma_{11} \mathbf{I} & \sigma_{12} \mathbf{I} & \cdots & \sigma_{1N} \mathbf{I} \\ \sigma_{21} \mathbf{I} & \sigma_{22} \mathbf{I} & \cdots & \sigma_{2N} \mathbf{I} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} \mathbf{I} & \sigma_{N2} \mathbf{I} & \cdots & \sigma_{NN} \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

jika diuraikan dengan perkalian Kronecker (\otimes) menjadi:

$$E(e_i e_j') = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix} \otimes \mathbf{I}$$

$$\mathbf{\Omega} = \mathbf{\Sigma} \otimes \mathbf{I}$$

dengan,

\mathbf{I} : matriks identitas berukuran ($n \times n$)

$\mathbf{\Sigma}$: matriks varian kovarian berukuran ($M \times M$)

estimasi parameter model SUR dengan menggunakan metode GLS diperlukan invers dari matriks varians kovarian residual, sehingga diperoleh:

$$\mathbf{\Omega}' = \mathbf{\Sigma}' \otimes \mathbf{I}$$

dengan meminimumkan fungsi

$$\begin{aligned} \mathbf{e}'\mathbf{e} &= (\mathbf{U} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'\mathbf{\Omega}^{-1}(\mathbf{U} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{U}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{U} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{U} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \end{aligned} \quad (2.18)$$

dari persamaan (2.18) diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}$, menjadi:

$$\frac{\partial(\mathbf{e}'\mathbf{e})}{\partial(\boldsymbol{\beta})} = 2\mathbf{X}\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - 2\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{U} \quad (2.19)$$

persamaan (2.19) diminimumkan, menjadi:

$$\mathbf{0} = 2\mathbf{X}\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - 2\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{U} \quad (2.20)$$

sehingga diperoleh estimator untuk $\boldsymbol{\beta}$ yaitu:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = [\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{X}]^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{\Omega}^{-1}\mathbf{U} \quad (2.21)$$

2.10 Model GSTARX

Model *Generalized Space-Time Autoregressive* dengan variabel eksogen atau GSTARX merupakan pengembangan dari model GSTAR dengan penambahan variabel eksogen. Bentuk umum dari model GSTARX adalah sebagai berikut:

$$X(t) = y(t) + U(t) \quad (2.22)$$

dengan,

$X(t)$: vektor pengamatan pada waktu ke- t

$y(t)$: model variasi kalender tanpa residu

$$y(t) = a_0 + a_1 D_{j,1}(t) + a_2 D_{j,2}(t) + \dots + a_i D_{j,k}(t)$$

$U(t)$: model GSTAR

$$U(t) = \sum_{k=1}^p \left[\Phi_{k0} + \sum_{l=1}^{\lambda p} \Phi_{kl} W^{(l)} \right] U(t-k) + \varepsilon(t)$$

2.11 Pemeriksaan Diagnosis

Pemeriksaan diagnosis bertujuan untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai dan menentukan model mana yang terbaik digunakan untuk peramalan. Pemeriksaan diagnosis menggunakan asumsi uji *white noise* dan uji *multivariate normal*.

2.11.1 Uji *White Noise*

Model dikatakan layak jika parameter model sudah signifikan dan residu dari model tersebut memenuhi asumsi *white noise*. Residu bersifat *white noise* ketika residu dari masing-masing data saling bebas (independen). Uji *white noise* dilakukan dengan cara memodelkan ulang residual yang didapatkan dari pemodelan.

Pendeteksian residual yang bersifat *white noise* dengan cara melihat plot MCCF residual. Jika plot MCCF menunjukkan banyak simbol (.) dan sedikit simbol (+),(-) maka dapat dikatakan bahwa residu dari masing-masing data saling bebas. Jika sebaliknya atau simbol (.) sedikit dan simbol (+),(-) banyak maka dapat dikatakan bahwa residu dari masing-masing saling berkorelasi.

2.11.2 Uji *Multivariate Normal*

Untuk mengetahui apakah residual dari data memenuhi asumsi distribusi normal atau tidak dengan cara membandingkan antara nilai jarak kuadrat residual dan nilai kuantil dari distribusi

Chi-square. Data memenuhi *multivariate* normal jika jumlah $d_i^2 \leq \chi_p^2(0,05)$ lebih dari 50%.

Pertama menghitung nilai jarak kuadrat untuk setiap residual dari model. Nilai jarak kuadrat residual diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$d_i^2 = (\mathbf{Y}_i - \bar{\mathbf{Y}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{Y}_i - \bar{\mathbf{Y}}); i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.23)$$

dengan,

d_i^2 : vektor jarak Mahalanobis pada saat ke-i

\mathbf{Y}_i : data pengamatan pada saat ke-i

$\bar{\mathbf{Y}}$: vektor rata-rata

\mathbf{S} : matriks varian-kovarians dari data pengamatan

n : banyaknya data pengamatan

Selanjutnya mengurutkan nilai d_i^2 seluruh pengamatan yang sedemikian hingga diperoleh

$$d_1^2 \leq d_2^2 \leq d_3^2 \leq \dots \leq d_n^2$$

Kemudian membuat pola sebaran data pada *scatterplot* antara nilai d_i^2 dan nilai $q_{c,p}$. Nilai d_i^2 sebagai sumbu X dan nilai $q_{c,p}$ sebagai sumbu Y. Nilai $q_{c,p}$ diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$q_{c,p} = \chi_p^2\left(\frac{n-0,5}{n}\right) \quad (2.24)$$

Jika dilihat secara visual, titik-titik pada plot mengikuti garis diagonal maka dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal.

2.12 Kriteria Model Terbaik

Dalam menentukan model terbaik dari data dapat berdasarkan nilai AIC (Akaike's Information Criterion) dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Metode AIC digunakan untuk kriteria *in-sample* pemilihan model dugaan. Pemilihan model dugaan dapat melihat

nilai AIC terkecil. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai AIC[8].

$$AIC(p) = n \ln |\hat{\Sigma}_p| + 2pm^2 \quad (2.25)$$

dengan,

n : banyaknya jumlah pengamatan

m : jumlah variabel

p : orde dari proses AR

$|\hat{\Sigma}_p|$: determinan matriks dugaan varians-kovarians residual

Sedangkan untuk kriteria *out-sample* menggunakan metode RMSE. Pemilihan model terbaik dapat melihat RMSE terkecil, semakin kecil nilai RMSE maka model tersebut semakin baik digunakan. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai RMSE[8].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y(t) - \hat{Y}(t))^2} \quad (2.26)$$

dengan,

n : banyaknya data yang akan dihitung residualnya

$Y(t)$: nilai data aktual pada saat- t

$\hat{Y}(t)$: nilai model ramalan pada saat- t

Hal ini sesuai dengan tujuan peramalan, yaitu mendapatkan angka ramalan dengan kesalahan sekecil-kecilnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai pembahasan metode penelitian yang digunakan sehingga proses pengerjaan terstruktur dengan baik.

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data wisatawan Jepang yang masuk melalui 5 pintu utama di Indonesia, yaitu : Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Batam, Juanda dan Kualanamu selama periode Januari 2012 hingga Desember 2018. Data tersebut merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Data dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Data *in-sample*, periode Januari 2012 hingga Desember 2017 sebanyak 72 data
2. Data *out-sample*, periode Januari 2018 hingga Desember 2018 sebanyak 12 data.

Data *in-sample* digunakan untuk pembentukan model, sedangkan data *out-sample* digunakan untuk pengecekan ketepatan model.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data wisatawan Jepang yang masuk ke Indonesia melalui 5 pintu utama dan variabel eksogen.

$Y_1(t)$: Data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Soekarno Hatta pada saat-t

$Y_2(t)$: Data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Ngurah Rai pada saat-t

$Y_3(t)$: Data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Batam pada saat- t

$Y_4(t)$: Data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Juanda pada saat- t

$Y_5(t)$: Data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Kualanamu pada saat- t

Variabel eksogen yang digunakan dalam penelitian ini berupa efek variasi kalender. Efek variasi kalender yang diduga berpengaruh pada data wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu masuk utama dinyatakan dalam variabel *dummy* diuraikan sebagai berikut:

$D_{j,k}(t)$: variabel *dummy* bernilai 1 ketika efek variasi kalender k terjadi pada bulan ke- t minggu ke- j dan bernilai 0 pada bulan lainnya

$D_{j,k}(t - 1)$: variabel *dummy* bernilai 1 ketika efek variasi kalender k terjadi pada bulan ke- $t - 1$ minggu ke- j dan bernilai 0 pada bulan lainnya

$D_{j,k}(t + 1)$: variabel *dummy* bernilai 1 ketika efek variasi kalender k terjadi pada bulan ke- $t + 1$ minggu ke- j dan bernilai 0 pada bulan lainnya

dengan,

$$j = \begin{cases} 1, & \text{minggu ke } - 1 \text{ (tanggal 1 - 7)} \\ 2, & \text{minggu ke } - 2 \text{ (tanggal 8 - 15)} \\ 3, & \text{minggu ke } - 3 \text{ (tanggal 16 - 23)} \\ 4, & \text{minggu ke } - 4 \text{ (tanggal 24 - akhir)} \end{cases}$$

$$k = \begin{cases} 1, & \text{Goden Week} \\ 2, & \text{Libur Musim Dingin} \\ 3, & \text{Libur Hari Raya Idul Fitri} \end{cases}$$

3.3 Tahapan Penelitian

Pada tahap penelitian akan dijelaskan mengenai tahap-tahap yang akan dilakukan untuk mendapatkan model GSTARX.

3.3.1 Pemodelan Variasi Kalender

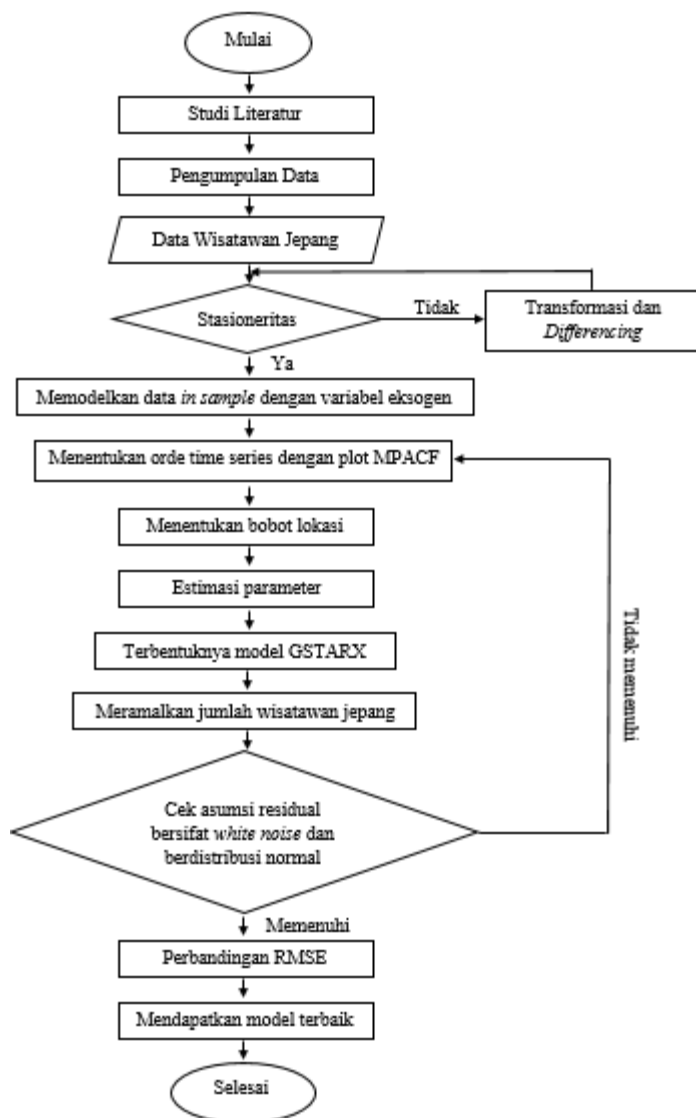
Tahapan pertama yang dilakukan adalah pemodelan variasi kalender sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi variabel dummy berdasarkan periode variasi kalender
2. Melakukan regresi *dummy* menggunakan metode *stepwise* sehingga diperoleh model regresi variasi kalender
3. Melakukan pengecekan signifikansi parameter
4. Membentuk model persamaan regresi, misal seperti pada persamaan (2.22) yang disimbolkan $y(t)$
5. Mendapatkan residual dari model variasi kalender

3.3.2 Pemodelan GSTAR

Tahapan kedua yang dilakukan adalah pemodelan GSTAR dari residu variasi kalender sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi residual dari model variasi kalender apakah stasioner atau tidak dengan menggunakan skema MCCF
2. Mengidentifikasi orde waktu AR(p) dari model menggunakan skema MPCCF dan AIC minimum
3. Menghitung nilai pembobotan wilayah menggunakan bobot *invers* jarak dan bobot normalisasi korelasi silang
4. Melakukan estimasi parameter dengan menggunakan orde p, serta estimasi yang digunakan adalah *Ordinary Least Square* (OLS) dan *Generalized Least Square* (GLS)
5. Mendapatkan model GSTAR yang disimbolkan $U(t)$
6. Melakukan pengecekan asumsi residual model GSTAR apakah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal



Gambar 3.1. Diagram Alir

3.3.3 Pemodelan GSTARX

Tahapan yang akan dilakukan dalam pemodelan GSTARX sebagai berikut:

1. Mendapatkan model GSTARX

$$X(t) = y(t) + U(t)$$

dengan,

$X(t)$: vektor pengamatan pada waktu ke- t

$y(t)$: model variasi kalender tanpa residu

$$y(t) = a_0 + a_1 D_{j,1}(t) + a_2 D_{j,2}(t) + \dots + a_i D_{j,k}(t)$$

$U(t)$: model GSTAR

$$U(t) = \sum_{k=1}^p \left[\Phi_{k0} + \sum_{l=1}^{\lambda p} \Phi_{kl} \mathbf{W}^{(l)} \right] U(t-k) + \varepsilon(t)$$

2. Menghitung RMSE dari data *in-sample* dan data *out-sample* serta melakukan peramalan dari model GSTARX

3.4 Diagram Alir

Secara umum tahapan yang akan di gunakan dalam peramalan GSTARX akan ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 3.1.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan metode GSTAR dengan variabel eksogen untuk data wisatawan Jepang yang masuk ke Indonesia melalui pintu utama, yaitu : Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Batam, Juanda, dan Kualanamu.

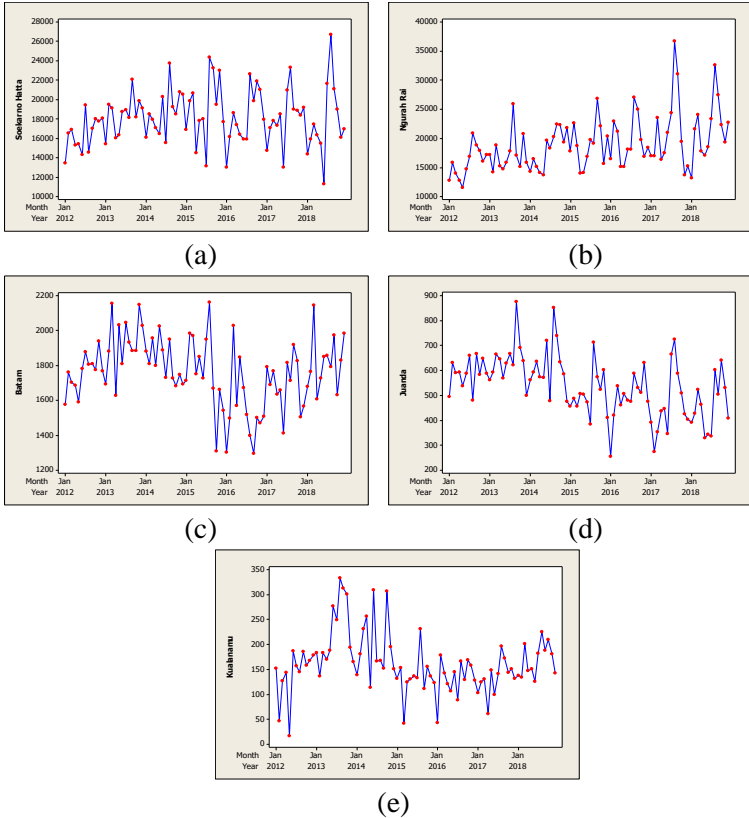
4.1 Analisa Statistika Deskriptif

Data yang digunakan adalah data wisatawan Jepang yang masuk ke Indonesia melalui Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Batam, Juanda, dan Kualanamu selama periode Januari 2012 hingga Desember 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.1. (Lampiran B).

Tabel 4.1. Statistika Deskriptif Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Min	Max
$Y_1(t)$	18152	2607	13011	24381
$Y_2(t)$	18499	4369	11536	36756
$Y_3(t)$	1754,3	199,9	1294	2164
$Y_4(t)$	550,4	116,4	255	876
$Y_5(t)$	160,07	62,19	17	334

Statistika deskriptif data wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk seperti terlihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1. diketahui bahwa selama Januari 2012 hingga Desember 2017 nilai rata-rata wisatawan Jepang yang masuk ke Indonesia melalui pintu Soekarno Hatta sebesar 18151, Ngurah Rai sebesar 18498, Batam sebesar 1754, Juanda sebesar 550, dan Kualanamu sebesar 160.



Gambar 4.1. Plot *Time Series* Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk: (a). Soekarno Hatta (b). Ngurah Rai (c). Batam (d). Juanda (e). Kualanamu

Rata-rata tertinggi adalah pintu masuk Ngurah Rai, sedangkan rata-rata terendah adalah pintu masuk Kualanamu. Berdasarkan nilai standar deviasi untuk keragaman tertinggi ditunjukkan oleh Ngurah Rai sebesar 4369 dan keragaman terendah yaitu pintu Kualanamu sebesar 62 hal tersebut menunjukkan beragamnya data wisatawan Jepang pada masing-masing pintu masuk.

Tabel 4.2. Rata-rata Bulanan Data Wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk

No.	Bulan	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_3(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
1.	Januari	14931	15923	1660	453	125
2.	Februari	17935	18205	1770	499	136
3.	Maret	18522	18580	1930	539	143
4.	April	16269	14621	1678	535	146
5.	Mei	16836	14472	1834	522	117
6.	Juni	16717	17709	1715	539	192
7.	Juli	17323	19221	1823	555	156
8.	Agustus	21126	24990	1827	661	207
9.	September	20083	23557	1716	661	177
10.	Oktober	19165	19450	1664	574	205
11.	November	20140	17091	1745	587	167
12.	Desember	18769	18162	1684	475	146

Analisa data bulanan wisatawan Jepang berdasarkan pintu masuk seperti terlihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan Tabel 4.2 rata-rata tertinggi untuk Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Juanda, dan Kualanamu terjadi pada bulan Agustus, sedangkan untuk Batam terjadi pada bulan Maret.

4.2 Korelasi Antar Variabel

Nilai korelasi antar variabel menunjukkan besarnya pengaruh variabel satu dengan variabel lain, dimana nilai korelasi tersebut berguna untuk mengetahui keterkaitan antar variabel. Perhitungan korelasi antar variabel menurut persamaan 2.3, misalkan korelasi antara lokasi Soekarno Hatta dengan Ngurah Rai sebagai berikut:

$$r_{12} = \frac{24538400524 - \frac{(1306936)(1331910)}{72}}{\sqrt{\left(21206044972 - \frac{1306936^2}{72}\right)\left(25933868524 - \frac{1331910^2}{72}\right)}} = 0,447$$

Nilai r_{12} yang bernilai positif menunjukkan bahwa jika jumlah wisatawan Jepang di lokasi Soekarno Hatta meningkat, maka jumlah wisatawan Jepang di Ngurah Rai juga meningkat. Perhitungan korelasi antar variabel lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Nilai Korelasi Antar Variabel

Variabel	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_3(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
$Y_1(t)$ <i>p-value</i>	1	0,447 (0,000)	0,170 (0,153)	0,533 (0,000)	0,300 (0,011)
$Y_2(t)$ <i>p-value</i>	0,447 (0,000)	1	-0,067 (0,575)	0,120 (0,316)	0,169 (0,156)
$Y_3(t)$ <i>p-value</i>	0,170 (0,153)	-0,067 (0,575)	1	0,439 (0,000)	0,349 (0,003)
$Y_4(t)$ <i>p-value</i>	0,533 (0,000)	0,120 (0,316)	0,439 (0,000)	1	0,579 (0,000)
$Y_5(t)$ <i>p-value</i>	0,300 (0,011)	0,169 (0,156)	0,349 (0,003)	0,579 (0,000)	1

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi koefisien korelasi menggunakan uji-t sebagai berikut:

Hipotesis :

$$H_0 : \text{nilai } \rho_{12} = 0$$

(tidak terdapat korelasi antara lokasi 1 dengan lokasi 2)

$$H_1 : \text{nilai } \rho_{12} \neq 0$$

(terdapat korelasi antara antara lokasi 1 dengan lokasi 2)

Statistik Uji :

$$t_{hitung} = \sqrt{72 - 2} \frac{0,447}{\sqrt{1 - (0,447)^2}} = 4,1835$$

$$t_{tabel} = r_{\frac{5\%}{2}, 72-2} = 1,99444$$

Kriteria Pengujian :

Jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, sehingga terdapat korelasi antar variabel $Y_1(t)$ dengan $Y_2(t)$ pada taraf signifikansi 5%. Hasil pengecekan signifikansi nilai korelasi masing-masing variabel ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Pengecekan Signifikansi Nilai Korelasi Antar Variabel

Korelasi	$ t_{hitung} $	t_{tabel}	Keputusan	Kesimpulan
r_{12}	4,1835	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi
r_{13}	1,4464	1,99444	H_0 diterima	tidak ada korelasi
r_{14}	5,2725	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi
r_{15}	2,6276	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi
r_{23}	0,5628	1,99444	H_0 diterima	tidak ada korelasi
r_{24}	1,0098	1,99444	H_0 diterima	tidak ada korelasi
r_{25}	1,4330	1,99444	H_0 diterima	tidak ada korelasi
r_{34}	4,0928	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi
r_{35}	3,1123	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi
r_{45}	4,8478	1,99444	H_0 ditolak	ada korelasi

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa korelasi tertinggi terjadi antara Juanda dan Kualanamu sebesar 0,579. Sedangkan tidak ada korelasi yang nyata antara Ngurah Rai dengan Juanda dan Kualanamu, namun pintu masuk Ngurah Rai tidak harus dihilangkan karena memiliki korelasi yang signifikan dengan Soekarno. Sehingga akan didapatkan model dari pintu masuk Soekarno, Ngurah Rai, Juanda dan Kualanamu. Pintu masuk

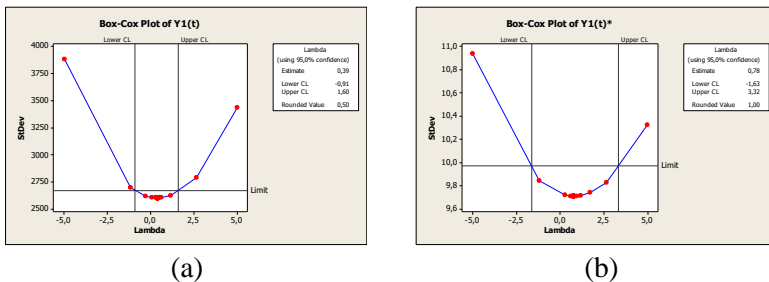
Batam tidak dimasukkan kedalam model karena wisatawan Jepang yang masuk ke Batam tidak hanya melalui Bandara Hang Nadim saja.

4.3 Proses Stasioneritas

Data *time series* harus memenuhi asumsi stasioner, baik stasioner dalam varians maupun stasioner dalam mean. Stasioner data dalam varians menggunakan transformasi Box-Cox, dimana data dikatakan stasioner apabila $\lambda = 1$. Sedangkan untuk stasioner data dalam *mean* menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), dikatakan stasioner apabila $|t_{statistik}| < |t_{tabel}|$. Proses stasioneritas untuk data wisatawan Jepang adalah sebagai berikut:

4.3.1 Stasioner dalam Varians

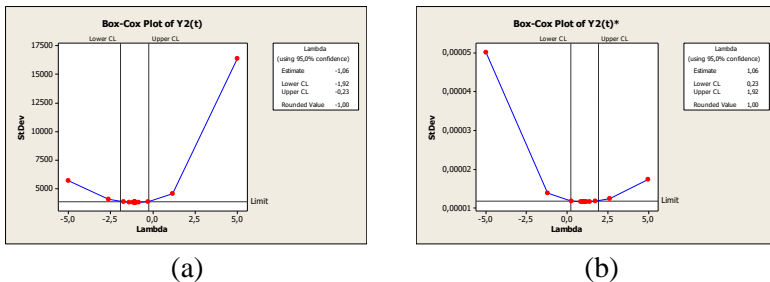
Data dalam *time series* dikatakan stasioner dalam varians jika *rounded value* dari data tersebut adalah 1. Identifikasi dengan plot Box-Cox data $Y_1(t)$ ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Plot *Box-Cox* $Y_1(t)$: (a). Data belum stasioner dalam varians, (b). Data stasioner dalam varians

Berdasarkan Gambar 4.2. (a) nilai lambda yang baik *Lower CL* dan *Upper CL* -0,91 sampai 1,60 dimana nilai lambda yang terbaik yaitu 0,39. Sebaiknya untuk nilai lambda menggunakan

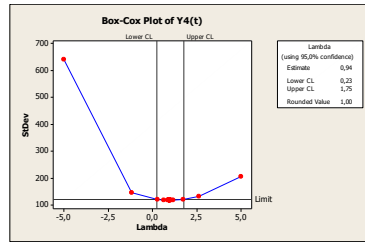
nilai lambda yang mudah dimengerti, sehingga nilai lambda yang digunakan $\lambda = 0,50$ dimana nilai lambda tidak sama dengan 1, maka data ditransformasi menjadi $Y_1^*(t) = \sqrt{Y_1(t)}$. Pada Gambar 4.2. (b) terlihat bahwa $Y_1^*(t)$ menghasilkan $\lambda = 1$, maka data $Y_1^*(t)$ merupakan data yang stasioner terhadap varians.



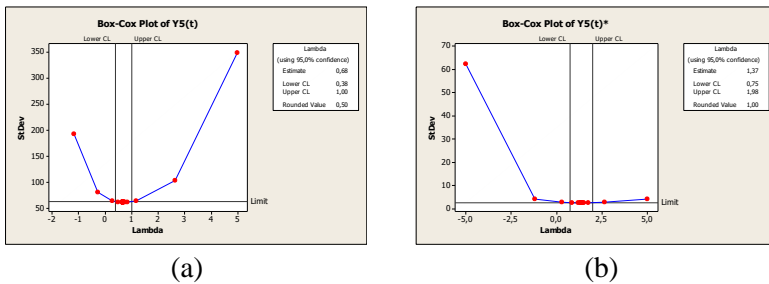
Gambar 4.3. Plot *Box-Cox* $Y_2(t)$: (a). Data belum stasioner dalam varians, (b). Data stasioner dalam varians

Tahap identifikasi stasioneritas data $Y_2(t)$ dapat melihat Gambar 4.3. Hasil plot *Box-Cox* pada Gambar 4.3. (a) menunjukkan *rounded value* lambda belum memuat nilai satu, sehingga data $Y_2(t)$ masih belum stasioner terhadap varians. Data $Y_2(t)$ perlu dilakukan transformasi menjadi $Y_2^*(t) = \frac{1}{Y_2(t)}$. Plot *Box-Cox* yang merupakan hasil transformasi pada data $Y_2(t)$ dapat dilihat pada Gambar 4.3. (b). Pada Gambar 4.3. terlihat bahwa nilai lambda sama dengan 1, sehingga $Y_2^*(t)$ sudah stasioner terhadap varians.

Selanjutnya identifikasi stasioner pada $Y_4(t)$ ditunjukkan pada Gambar 4.4. Plot *Box-Cox* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4. menunjukkan bahwa nilai lambda dari $Y_4(t) = 1$, sehingga data $Y_4(t)$ tidak perlu ditransformasikan karena sudah stasioner terhadap varians.



Gambar 4.4. Plot *Box-Cox* $Y_4(t)$



Gambar 4.5. Plot *Box-Cox* $Y_5(t)$: (a). Data belum stasioner dalam varians, (b). Data stasioner dalam varians

Identifikasi stasioner terhadap data $Y_5(t)$. Hasil plot *Box-Cox* untuk data $Y_5(t)$ menunjukkan bahwa $\lambda = 0,5$, sehingga data $Y_5(t)$ perlu dilakukan transformasi menjadi $Y_5^*(t) = \sqrt{Y_5(t)}$. Plot *Box-Cox* hasil transformasi data $Y_5(t)$ ditunjukkan pada Gambar 4.5. (b). Nilai lambda dari $Y_5^*(t)$ adalah 1, sehingga data $Y_5^*(t)$ sudah stasioner terhadap varians. Data wisatawan Jepang yang sudah stasioner terhadap varians dapat dilihat pada Lampiran C.

4.3.2 Stasioner dalam Mean

Setelah data sudah stasioner terhadap varians, selanjutnya dilakukan identifikasi stasioneritas terhadap *mean*. Pengecekan stasioner data dalam *mean* menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), jika data belum stasioner maka perlu melakukan

differencing. Sebagai contoh data $Y_1^*(t)$, pengujian menggunakan ADF berdasarkan persamaan (2.4) dan (2.5) sebagai berikut:

Hipotesis :

H_0 : terdapat unit *root test* pada jumlah wisatawan Jepang $Y_1^*(t)$ (data belum stasioner)

H_1 : tidak terdapat unit *root test* pada jumlah wisatawan Jepang $Y_1^*(t)$ (data sudah stasioner)

Statistik Uji :

$$t_{statistik} = \frac{0,007729}{0,008066} = 0,958232$$

$$t_{tabel} = -1,9393 - 0,398 \left(\frac{1}{72} \right) = 1,9448$$

Kriteria Pengujian :

dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ mendapatkan hasil $|t_{statistik}| < |t_{tabel}|$, sehingga H_0 diterima dengan kata lain masih terdapat unit *root test* pada data $Y_3^*(t)$ atau data tersebut belum stasioner. Hasil uji ADF untuk data $Y_1^*(t), Y_2^*(t), Y_4(t), Y_5^*(t)$ ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Stasioner Data dengan Uji ADF

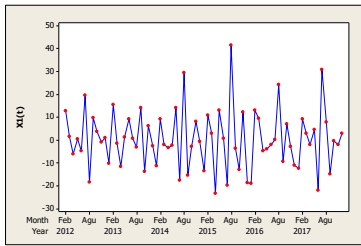
Lokasi	Koefisien	SE	$ t_{stat} $	$ t_{tabel} $	Keputusan
$Y_1^*(t)$	0,007729	0,008066	0,95823	1,9448	H_0 diterima
$Y_2^*(t)$	-0,03463	0,020650	1,67727	1,9448	H_0 diterima
$Y_4(t)$	-0,02029	0,023950	0,84738	1,9448	H_0 diterima
$Y_5^*(t)$	-0,00172	0,01976	0,08718	1,9448	H_0 diterima

Pada Tabel 4.5. menunjukkan bahwa untuk data $Y_1^*(t), Y_2^*(t), Y_4(t), Y_5^*(t)$ belum stasioner terhadap *mean*, maka perlu dilakukan *differencing* agar data stasioner. Data yang telah di *differencing* disimbolkan dengan $X_1(t), X_2(t), X_4(t), X_5(t)$. Hasil uji ADF dapat dilihat pada Tabel 4.6.

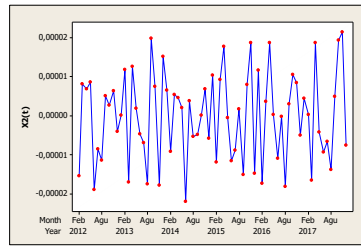
Pada Tabel 4.6. hasil uji ADF setelah data *didifferencing* terlihat bahwa data sudah stasioner dalam *mean* karena $|t_{statistik}| > |t_{tabel}|$. Data wisatawan Jepang stasioner terhadap *mean* dapat dilihat pada Lampiran D atau pada Gambar 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Stasioner Data setelah *Differencing* dengan Uji ADF

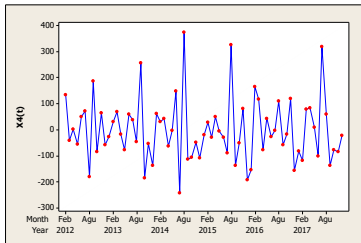
Lokasi	Koefisien	SE	$ t_{stat} $	$ t_{tabel} $	Keputusan
$X_1(t)$	-9,55163	1,335184	7,15379	1,9448	H_0 ditolak
$X_2(t)$	-8,05217	1,133500	7,10381	1,9448	H_0 ditolak
$X_4(t)$	-1,35235	0,111540	12,1243	1,9448	H_0 ditolak
$X_5(t)$	-2,33375	0,417232	5,59340	1,9448	H_0 ditolak



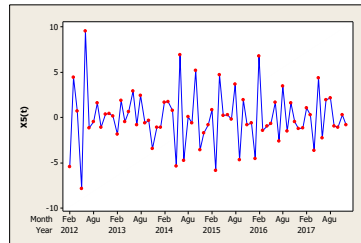
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.6. Plot Time Series Data Stasioner terhadap *Mean*:

(a). $X_1(t)$ (b). $X_2(t)$ (c). $X_4(t)$ (d). $X_5(t)$

4.4 Pemodelan Variasi Kalender

Setelah asumsi stasioneritas terpenuhi baik dalam varians maupun *mean*, maka tahap selanjutnya yaitu pemodelan variasi kalender. Selama tahun 2012 hingga 2017 tidak terdapat faktor yang menyebabkan pembatalan penerbangan akibat bencana alam untuk wisatawan mancanegara, sehingga model intervensi tidak digunakan dalam penelitian ini.

Selain itu wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia diduga dipengaruhi oleh efek variasi kalender sehingga menyebabkan pola penyebaran data. Pemodelan variasi kalender dilakukan dengan variabel *dummy*. Dugaan awal untuk variabel *dummy* yang digunakan yaitu pada saat terjadinya *golden week*, libur musim dingin, libur lebaran idul fitri serta satu bulan setelah dan sesudah terjadinya hari libur tersebut. Selanjutnya mengidentifikasi semua variabel *dummy* yang dapat dilihat pada Lampiran E, sehingga membentuk model seperti persamaan 2.6.

$$\begin{aligned}
 X_i(t) = & a_0 + a_1D_{1,1}(t-1) + a_2D_{1,1}(t) + a_3D_{1,1}(t+1) \quad (4.1) \\
 & + a_4D_{4,1}(t-1) + a_5D_{4,1}(t) + a_6D_{4,1}(t+1) \\
 & + a_7D_{1,2}(t-1) + a_8D_{1,2}(t) + a_9D_{1,2}(t+1) \\
 & + a_{10}D_{4,2}(t-1) + a_{11}D_{4,2}(t) + a_{12}D_{4,2}(t+1) \\
 & + a_{13}D_{1,3}(t-1) + a_{14}D_{1,3}(t) + a_{15}D_{1,3}(t+1) \\
 & + a_{16}D_{2,3}(t-1) + a_{17}D_{2,3}(t) + a_{18}D_{2,3}(t+1) \\
 & + a_{19}D_{3,3}(t-1) + a_{20}D_{3,3}(t) + a_{21}D_{3,3}(t+1) \\
 & + a_{22}D_{4,3}(t-1) + a_{23}D_{4,3}(t) + a_{24}D_{4,3}(t+1) \\
 & + U_i(t)
 \end{aligned}$$

Setelah identifikasi variabel *dummy* telah selesai dilakukan langkah selanjutnya yaitu melakukan regresi antara variabel wisatawan Jepang yang telah stasioner dengan variabel *dummy*

untuk mendapatkan nilai koefisien estimasi parameter dengan menggunakan metode regresi *stepwise*.

Setelah mendapatkan hasil estimasi seperti pada Tabel 4.7. selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi parameter. Parameter dikatakan signifikan jika mengikuti persamaan (2.7) dan (2.8), sebagai contoh menggunakan parameter a_5 dari Tabel 4.7.

Hipotesis :

$$H_0 : a_5 = 0, \text{ (parameter tidak signifikan)}$$

$$H_1 : a_5 \neq 0, \text{ (parameter tidak signifikan)}$$

Statistik Uji :

$$t_{statistik} = \frac{-10,896}{5,110} = -2,132$$

$$t_{tabel} = t_{\left(\frac{0,05}{2}, 65\right)} = 1,997$$

Kriteria Pengujian :

dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ mendapatkan hasil $|t_{statistik}| > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dapat dikatakan parameter telah signifikan.

Hasil dari estimasi parameter yang telah signifikan untuk model variasi kalender ditunjukkan pada Tabel 4.7., Tabel 4.8., Tabel 4.9., dan Tabel 4.10.

Tabel 4.7. Hasil Regresi $X_1(t)$ dengan Metode *Stepwise*

Parameter	Estimasi	SE	$ t_{stat} $	t_{tabel}	Keputusan
a_5	-8,216	3,343	-2,46	1,997	Signifikan
a_9	11,907	3,624	3,29	1,997	Signifikan
a_{12}	-13,002	3,624	-3,59	1,997	Signifikan
a_{21}	27,494	3,624	7,59	1,997	Signifikan
a_{22}	10,096	4,008	2,52	1,997	Signifikan
a_{23}	-19,143	4,008	-4,78	1,997	Signifikan

Pada data $X_1(t)$ atau wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Soekarno Hatta dipengaruhi oleh parameter $a_5, a_9, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ dan a_{23} . Parameter a_5 yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada *golden week* pada minggu ke-4, a_9 yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan setelah libur musim dingin pada minggu ke-1, a_{12} yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan setelah libur musim dingin pada minggu ke-4, a_{21} yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan setelah libur hari raya idul fitri pada minggu ke-3, a_{22} yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan sebelum libur hari raya idul fitri pada minggu ke-4, dan a_{23} yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan sebelum libur hari raya idul fitri pada minggu ke-4.

Tabel 4.8. Hasil Regresi $X_2(t)$ dengan Metode *Stepwise*

Parameter	Estimasi	SE	$ t_{\text{stat}} $	t_{tabel}	Keputusan
a_1	1,34 $\times 10^{-5}$	4,3 $\times 10^{-6}$	3,13	1,995	Signifikan
a_3	-1,26 $\times 10^{-5}$	4,3 $\times 10^{-6}$	-2,93	1,995	Signifikan

Data $X_2(t)$ atau wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Juanda dipengaruhi oleh parameter a_1 dan a_3 yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan sebelum dan sesudah terjadinya *golden week* pada minggu ke-1.

Pada data $X_4(t)$ atau wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Juanda dipengaruhi oleh parameter a_7 yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan sebelum liburan musim dingin pada minggu ke-1, a_{23} dan a_{24} yaitu

estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada saat libur hari raya idul fitri dan satu bulan setelahnya pada minggu ke-4 yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Regresi $X_4(t)$ dengan Metode *Stepwise*

Parameter	Estimasi	SE	$ t_{stat} $	t_{tabel}	Keputusan
a_7	-112,509	36,52	-3,08	1,996	Signifikan
a_{23}	-152,842	44,01	-3,47	1,996	Signifikan
a_{24}	301,158	44,01	6,84	1,996	Signifikan

Sedangkan pengaruh variabel dummy pada data $X_5(t)$ atau wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Kualanamu ditunjukkan pada Tabel 4.10. dipengaruhi oleh parameter a_3 yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan setelah *golden week* pada minggu ke-1 dan a_{21} yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender pada satu bulan setelah libur hari raya idul fitri pada minggu ke-3.

Tabel 4.10. Hasil Regresi $X_5(t)$ dengan Metode *Stepwise*

Parameter	Estimasi	SE	$ t_{stat} $	t_{tabel}	Keputusan
a_3	3,705	1,211	3,06	1,995	Signifikan
a_{21}	2,662	1,316	2,02	1,995	Signifikan

Sehingga persamaan 4.1. menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t + 1) \\
 & -13,002D_{4,2}(t + 1) + 27,495D_{3,3}(t + 1) \\
 & +10,096D_{4,3}(t - 1) - 19,143D_{4,3}(t) + U_1(t)
 \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned}
 X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t - 1) \\
 & -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t + 1) + U_2(t)
 \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$X_4(t) = -0,158 - 112,509D_{1,2}(t - 1) \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned}
& -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t + 1) \\
& + U_4(t) \\
X_5(t) = & -0,512 + 3,705D_{1,1}(t + 1) + 2,662 \\
& D_{3,3}(t + 1) + U_5(t)
\end{aligned} \tag{4.5}$$

Pada persamaan (4.2), (4.3), (4.4), dan (4.5) jika koefisien regresi bernilai positif menunjukkan pengaruh yang searah antara variabel bebas dengan variabel terikat, sedangkan jika bernilai negatif menunjukkan pengaruh berlawanan arah. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Juanda, dan Kualanam, sedangkan variabel bebas pada penelitian ini yaitu variabel *dummy*. Sebagai contoh persamaan (4.3), koefisien $D_{1,1}(t - 1)$ bernilai positif artinya pada saat $D_{1,1}(t - 1)$ bernilai satu maka akan mengalami kenaikan sebesar $(1,34 \times 10^{-5})$, sedangkan koefisien $D_{1,1}(t + 1)$ bernilai negatif artinya pada saat $D_{1,1}(t + 1)$ bernilai satu maka akan mengalami penurunan sebesar $(1,26 \times 10^{-5})$.

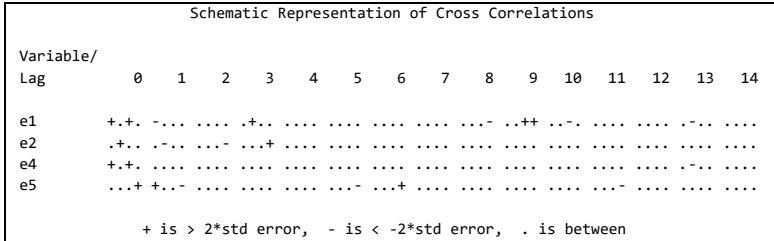
Dari model variasi kalender persamaan (4.2), (4.3), (4.4), dan (4.5) didapatkan residu. Residu ($U_i(t)$) dengan $i = 1,2,4,5$ dari masing-masing lokasi digunakan untuk mengidentifikasi model GSTAR.

4.5 Identifikasi Model GSTAR

Langkah awal dalam pemodelan GSTAR adalah melakukan identifikasi terhadap residu dari model variasi kalender. Residu dari model variasi kalender digunakan untuk menentukan orde pada model GSTAR, residu tersebut terlebih dahulu harus memenuhi asumsi stasioneritas data.

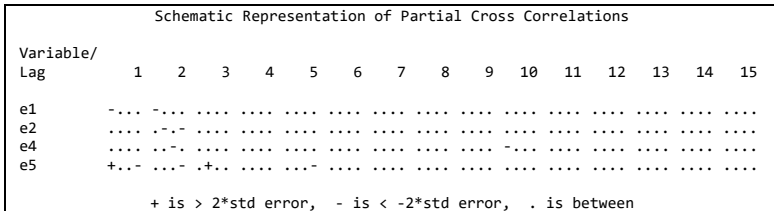
Pengecekan stasioneritas secara *multivariate* dengan melihat skema MCCF, jika dalam skema tersebut terlihat banyak tanda (.) dan sedikit tanda (-),(+) maka dapat dikatakan data sudah stasioner

terhadap *mean* secara *multivariate*. Skema MCCF dari residu model variasi kalender dengan menggunakan *software* SAS ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Skema MCCF dari Residu Model Variasi Kalender

Berdasarkan hasil uji stasioneritas terhadap *mean* secara *multivariate* menggunakan skema MCCF dapat dikatakan data telah memenuhi asumsi stasioneritas. Setelah data telah memenuhi asumsi stasioneritas, maka selanjutnya diidentifikasi orde model GSTAR dengan melihat plot MPCCF.



Gambar 4.8. Skema MPCCF dari Residu Model Variasi Kalender

Berdasarkan Gambar 4.8. plot MPCCF signifikan pada lag 1 sampai dengan lag 3, sehingga dari ketiga lag tersebut dipilih salah satu dengan melihat nilai AIC terkecil. Nilai AIC terkecil ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Nilai AIC untuk Pemilihan Orde Model

Orde	AIC
1	14.143549
2	14.480123
3	15.095487

Dengan melihat lag yang signifikan dan AIC terkecil maka model yang terbentuk adalah GSTAR(1₁), dimana orde model GSTAR yaitu lag 1 dan orde spasial yang digunakan dibatasi pada orde spasial 1. Model GSTAR(1₁) dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{U}(t) = \Phi_{10}\mathbf{U}(t-1) + \Phi_{11}\mathbf{W}^{(1)}\mathbf{U}(t-1) + \boldsymbol{\varepsilon}(t)$$

Sedangkan dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi_{10}^1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Phi_{10}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_{10}^4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Phi_{10}^5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} \Phi_{11}^1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Phi_{11}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_{11}^4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Phi_{11}^5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & w_{14} & w_{15} \\ w_{21} & 0 & w_{24} & w_{25} \\ w_{41} & w_{42} & 0 & w_{45} \\ w_{51} & w_{52} & w_{54} & 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

4.6 Pemodelan GSTAR(1₁)-OLS

Pemodelan GSTAR pada data residu ($U_i(t)$) dengan menggunakan metode estimasi parameter *Ordinary Least Square* (OLS). Bobot lokasi yang digunakan dalam pemodelan

GSTAR(1_1)-OLS, yaitu bobot *invers* jarak dan bobot normalisasi korelasi silang.

4.6.1 Pemodelan GSTAR(1_1)-OLS dengan Bobot *Invers* Jarak

Pemodelan GSTAR(1_1)-OLS dengan menggunakan bobot *invers* jarak mengasumsikan bahwa jumlah wisatawan Jepang pada suatu lokasi dipengaruhi oleh jauh atau dekatnya jarak pada lokasi lainnya. Dimana jarak antara dua lokasi yang jauh memiliki bobot yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan jarak antar dua lokasi yang berdekatan.

Perhitungan jarak sebenarnya antar lokasi menggunakan koordinat lintang dan bujur dapat dihitung berdasarkan persamaan (2.11), dimana koordinat lintang dan bujur ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Koordinat Lintang dan Bujur

Lokasi	Koordinat Lintang	Koordinat Bujur
$Y_1(t)$	-6,127411	106,652161
$Y_2(t)$	-8,743394	115,166607
$Y_4(t)$	-7,379119	112,787203
$Y_5(t)$	3,635817	98,879352

Berdasarkan persamaan (2.11) hasil perhitungan jarak sebenarnya ditunjukkan pada Tabel 4.13. Pada Tabel 4.13. jarak terjauh yaitu dari Ngurah Rai ke Kualanamu dan sebaliknya, dengan jarak sebenarnya sebesar 2267,549982 km. Sedangkan jarak terdekat yaitu Ngurah Rai ke Juanda dan sebaliknya, dengan jarak sebenarnya sebesar 302,5701869 km.

Tabel 4.13. Jarak Antar Lokasi

Lokasi		Jarak (km)
Dari	Ke	
$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	983,3269414
	$Y_4(t)$	692,2056802
	$Y_5(t)$	1382,752377
$Y_2(t)$	$Y_1(t)$	983,3269414
	$Y_4(t)$	302,5701869
	$Y_5(t)$	2267,549982
$Y_4(t)$	$Y_1(t)$	692,2056802
	$Y_2(t)$	302,5701869
	$Y_5(t)$	1967,372022
$Y_5(t)$	$Y_1(t)$	1382,752377
	$Y_2(t)$	2267,549982
	$Y_4(t)$	1967,372022

Perhitungan bobot invers jarak dari masing-masing lokasi mengikuti persamaan (2.12) ditunjukkan pada Tabel 4.14. Misalnya untuk menghitung bobot *invers* jarak dari lokasi $Y_1(t)$ ke lokasi $Y_2(t)$ mengikuti persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$w_{12} = \frac{d_{12}}{d_{12} + d_{14} + d_{15}} = \frac{983,3269414}{983,3 + 692,2 + 1382,7} = 0,31931$$

Sehingga didapatkan matriks pembobot dengan metode *invers* jarak sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} 0 & 0,319 & 0,453 & 0,227 \\ 0,213 & 0 & 0,693 & 0,092 \\ 0,274 & 0,628 & 0 & 0,096 \\ 0,432 & 0,263 & 0,303 & 0 \end{pmatrix}$$

Setelah mendapatkan bobot *invers* jarak, langkah selanjutnya melakukan estimasi parameter-parameter model GSTAR(1₁)-

OLS. Hasil penghitungan estimasi parameter model GSTAR(1₁)-OLS bobot *invers* jarak yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.14. Bobot Jarak Antar Lokasi

Lokasi		Jarak (km)	Bobot
Dari	Ke		
Y ₁ (t)	Y ₂ (t)	983,3269414	0,319
	Y ₄ (t)	692,2056802	0,453
	Y ₅ (t)	1382,752377	0,227
Y ₂ (t)	Y ₁ (t)	983,3269414	0,213
	Y ₄ (t)	302,5701869	0,693
	Y ₅ (t)	2267,549982	0,092
Y ₄ (t)	Y ₁ (t)	692,2056802	0,274
	Y ₂ (t)	302,5701869	0,628
	Y ₅ (t)	1967,372022	0,096
Y ₅ (t)	Y ₁ (t)	1382,752377	0,432
	Y ₂ (t)	2267,549982	0,263
	Y ₄ (t)	1967,372022	0,303

Tabel 4.15. Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR(1₁)-OLS dengan Bobot *Invers* Jarak

Parameter	DF	Estimasi	SE	t-value	p-value
ϕ_{10}^1	1	-0,34548	0,128451	-2,69	0,0090
ϕ_{11}^1	1	0,007179	0,025003	0,29	0,7749
ϕ_{10}^2	1	-0,28369	0,116091	-2,44	0,0171
ϕ_{11}^2	1	$-1,92 \times 10^{-8}$	$1,973 \times 10^{-8}$	-0,97	0,3344
ϕ_{10}^4	1	-0,19424	0,138876	-1,40	0,1665
ϕ_{11}^4	1	2,714305	5,741011	0,47	0,6379
ϕ_{10}^5	1	-0,47131	0,105408	4,47	< 0,0001
ϕ_{11}^5	1	0,001636	0,010962	0,15	0,8818

Hasil estimasi pada Tabel 4.15. digunakan untuk membentuk persamaan matriks model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot *invers* jarak, sehingga persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,34548 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,28369 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,19424 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,47131 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} 0,007179 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1,92 \times 10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2,714305 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,001636 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

atau

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,34548 & 0,00229 & 0,00326 & 0,00163 \\ -4,09 \times 10^{-9} & -0,28369 & -1,33 \times 10^{-8} & -1,77 \times 10^{-9} \\ 0,74577 & 1,70614 & -0,19424 & 0,26239 \\ 0,00071 & 0,00043 & 0,00050 & -0,47131 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

Model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot *invers* jarak dalam bentuk persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U_1(t) = & -0,34548U_1(t-1) + 0,00229U_2(t-1) \\ & + 0,00326U_4(t-1) + 0,00163U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_1(t) \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} U_2(t) = & (-4,09 \times 10^{-9})U_1(t-1) - 0,28369 \\ & U_2(t-1) + (-1,33 \times 10^{-8})U_4(t-1) \\ & + (-1,77 \times 10^{-9})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t) \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$U_4(t) = 0,74577U_1(t-1) + 1,70614U_2(t-1) \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned}
& -0,19424U_4(t-1) + 2,6239U_5(t-1) \\
& + \varepsilon_4(t) \\
U_5(t) = & 0,00071U_1(t-1) + 0,00043U_2(t-1) \\
& + 0,00050U_4(t-1) - 0,47131U_5(t-1) \quad (4.9) \\
& + \varepsilon_5(t)
\end{aligned}$$

Dari persamaan diatas untuk wisatawan Jepang disetiap lokasi dapat diketahui bahwa wisatawan Jepang disuatu lokasi pada waktu ke- (t) dipengaruhi oleh wisatawan Jepang dilokasi tersebut pada waktu ke- $(t-1)$ dan lokasi lain pada waktu ke- $(t-1)$. Sebagai contoh persamaan 4.6. wisatawan Jepang di lokasi Soekarno pada waktu ke- (t) selain dipengaruhi oleh lokasi itu sendiri pada waktu ke- $(t-1)$, juga dipengaruhi oleh lokasi Ngurah Rai, Juanda dan Kualanamu pada waktu ke- $(t-1)$.

4.6.2 Pemodelan GSTAR(1₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Pemodelan GSTAR(1₁)-OLS dengan menggunakan bobot normalisasi korelasi silang mengasumsikan bahwa keterkaitan data residu ($U_i(t)$) antar lokasi dipengaruhi oleh tinggi rendahnya korelasi yang dimiliki dari data residu ($U_i(t)$) pada lokasi tersebut. Bobot normalisasi korelasi silang didapatkan melalui normalisasi dari nilai-nilai korelasi antar lokasi pada lag yang bersesuaian. Sebagai contoh perhitungan nilai taksiran dari korelasi silang antara lokasi $Y_1(t)$ dan $Y_2(t)$ dihitung berdasarkan persamaan (2.13) sebagai berikut:

$$r_{12} = \frac{-0,0678566}{\sqrt{(3755,05544)(6,89 \times 10^{-9})}} = -0,06786$$

Untuk hasil perhitungan nilai taksiran korelasi silang variabel lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Nilai Taksiran Korelasi Silang

Korelasi Silang	Nilai Taksiran
r_{12}	-0,06786
r_{14}	-0,13791
r_{15}	0,32435
r_{21}	-0,14276
r_{24}	-0,06235
r_{25}	0,15449
r_{41}	-0,03357
r_{42}	0,07076
r_{45}	-0,01624
r_{51}	-0,02609
r_{52}	0,22591
r_{54}	-0,06249

Selanjutnya menghitung nilai bobot dengan normalisasi, cara menghitung bobot antara lokasi $Y_1(t)$ dan $Y_2(t)$ mengikuti persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$w_{12} = \frac{-0,06786}{-0,06786 - 0,13791 + 0,32435} = -0,572$$

Hasil perhitungan bobot normalisasi korelasi silang variabel lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.16. Berdasarkan Tabel 4.16, maka didapatkan matriks bobot normalisasi korelasi silang sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} 0 & -0,572 & -1,162 & 2,735 \\ 2,820 & 0 & 1,231 & -3,052 \\ -1,603 & 3,378 & 0 & -0,775 \\ -0,190 & 1,645 & -0,455 & 0 \end{pmatrix}$$

Tabel 4.17. Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Lokasi		Nilai Taksiran	Bobot
Dari	Ke		
$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	-0,06786	-0,572
	$Y_4(t)$	-0,13791	-1,162
	$Y_5(t)$	0,32435	2,735
$Y_2(t)$	$Y_1(t)$	-0,14276	2,820
	$Y_4(t)$	-0,06235	1,231
	$Y_5(t)$	0,15449	-3,052
$Y_4(t)$	$Y_1(t)$	-0,03357	-1,603
	$Y_2(t)$	0,07076	3,378
	$Y_5(t)$	-0,01624	-0,775
$Y_5(t)$	$Y_1(t)$	-0,02609	-0,190
	$Y_2(t)$	0,22591	1,645
	$Y_4(t)$	-0,06249	-0,455

Tabel 4.18. Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR(1₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Parameter	DF	Estimasi	SE	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>
ϕ_{10}^1	1	-0,32753	0,130154	-2,52	0,0142
ϕ_{11}^1	1	-0,00003	0,010036	-0,00	0,9974
ϕ_{10}^2	1	-0,28195	0,115137	-2,45	0,0169
ϕ_{11}^2	1	$-1,16 \times 10^{-8}$	$1,012 \times 10^{-8}$	-1,15	0,2562
ϕ_{10}^4	1	-0,19567	0,139727	-1,40	0,1659
ϕ_{11}^4	1	-0,47579	0,987653	-0,48	0,6315
ϕ_{10}^5	1	-0,47306	0,105725	-4,47	< 0,0001
ϕ_{11}^5	1	-0,00173	0,007699	-0,22	0,8229

Setelah mendapatkan bobot normalisasi korelasi silang, selanjutnya menghitung estimasi parameter model GSTAR(1₁)-

OLS(1₁). Hasil dari estimasi parameter model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot normalisasi korelasi silang ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot normalisasi korelasi silang dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,32753 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,28195 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,19567 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,47306 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} -0,00003 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1,16 \times 10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,47579 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,00173 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

atau

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,32753 & 1,86 \times 10^{-5} & 3,79 \times 10^{-5} & -8,91 \times 10^{-5} \\ -3,26 \times 10^{-8} & -0,28195 & -1,42 \times 10^{-8} & 3,53 \times 10^{-8} \\ 0,76275 & -1,60747 & -0,19567 & 0,36892 \\ 3,29 \times 10^{-4} & -2,85 \times 10^{-3} & 7,87 \times 10^{-4} & -0,47306 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

Model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot normalisasi korelasi silang dalam bentuk persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U_1(t) = & -0,32753U_1(t-1) + (1,86 \times 10^{-5}) \\ & U_2(t-1) + (3,79 \times 10^{-5})U_4(t-1) \\ & + (-8,91 \times 10^{-5})U_5(t-1) + \varepsilon_1(t) \end{aligned} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} U_2(t) = & (-3,26 \times 10^{-8})U_1(t-1) - 0,28195 \\ & U_2(t-1) + (-1,42 \times 10^{-8})U_4(t-1) \end{aligned} \quad (4.11)$$

$$\begin{aligned}
 &+(3,53 \times 10^{-8})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t) \\
 U_4(t) = &0,76275U_1(t-1) - 1,60747U_2(t-1) \\
 &-0,19567U_4(t-1) + 0,36892U_5(t-1) \quad (4.12) \\
 &+\varepsilon_4(t)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_5(t) = &(3,29 \times 10^{-4})U_1(t-1) + (-2,85 \times 10^{-3}) \\
 &U_2(t-1) + (7,87 \times 10^{-4})U_4(t-1) \quad (4.13) \\
 &-0,47306U_5(t-1) + \varepsilon_5(t)
 \end{aligned}$$

4.7 Pemodelan GSTAR(1₁)-SUR

Pemodelan GSTAR-SUR menggunakan metode estimasi parameter *Generalized Least Square* (GLS). Orde yang digunakan dalam pemodelan GSTAR-SUR sama dengan orde yang digunakan dalam GSTAR-OLS sehingga dinyatakan dengan GSTAR(1₁)-SUR menggunakan bobot *invers* jarak dan bobot normalisasi korelasi silang.

4.7.1 Pemodelan GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot *Invers* Jarak

Bobot *invers* jarak yang digunakan dalam model GSTAR(1₁)-SUR sama dengan bobot *invers* jarak yang digunakan dalam model GSTAR(1₁)-OLS, sehingga matriks pembobot *invers* jarak dalam model GSTAR(1₁)-SUR adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} 0 & 0,319 & 0,453 & 0,227 \\ 0,213 & 0 & 0,693 & 0,092 \\ 0,274 & 0,628 & 0 & 0,096 \\ 0,432 & 0,263 & 0,303 & 0 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya menghitung estimasi parameter model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot *invers* jarak. Hasil penghitungan estimasi parameter model GSTAR(1₁)-SUR bobot *invers* jarak ditunjukkan pada Tabel 4.19. berikut ini:

Tabel 4.19. Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot *Invers* Jarak

Parameter	DF	Estimasi	SE	t-value	p-value
Φ_{10}^1	1	-0,34588	0,127489	-2,71	0,0084
Φ_{11}^1	1	0,007253	0,024941	0,29	0,7721
Φ_{10}^2	1	-0,25194	0,113298	-2,22	0,0295
Φ_{11}^2	1	$-1,8 \times 10^{-8}$	$1,972 \times 10^{-8}$	-0,91	0,3652
Φ_{10}^4	1	-0,19103	0,136454	-1,40	0,1661
Φ_{11}^4	1	2,418486	5,458413	0,44	0,6591
Φ_{10}^5	1	-0,44204	0,100209	-4,41	< 0,0001
Φ_{11}^5	1	0,000971	0,010943	0,09	0,9295

Estimasi parameter pada Tabel 4.19. digunakan untuk membentuk persamaan matriks model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot *invers* jarak pada persamaan berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,34588 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,25194 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,19103 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,44204 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} \\
 + \begin{bmatrix} 0,007253 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1,8 \times 10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2,418486 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,000971 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

atau

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,34588 & 0,00232 & 0,00329 & 0,00165 \\ -3,84 \times 10^{-9} & -0,25194 & -1,25 \times 10^{-8} & -1,67 \times 10^{-9} \\ 0,66449 & 1,52020 & -0,19103 & 0,23380 \\ 0,00042 & 0,00026 & 0,00030 & -0,44204 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

Sehingga model GSTAR(1₁)-SUR bobot *invers* jarak dalam bentuk persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U_1(t) = & -0,34588U_1(t-1) + 0,00232U_2(t-1) \\ & + 0,00329U_4(t-1) + 0,00165U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_1(t) \end{aligned} \quad (4.14)$$

$$\begin{aligned} U_2(t) = & (-3,84 \times 10^{-9})U_1(t-1) - 0,25194 \\ & U_2(t-1) + (-1,25 \times 10^{-8})U_4(t-1) \\ & + (-1,67 \times 10^{-8})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t) \end{aligned} \quad (4.15)$$

$$\begin{aligned} U_4(t) = & 0,66449U_1(t-1) + 1,52020U_2(t-1) \\ & - 0,19103U_4(t-1) + 0,23380U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_4(t) \end{aligned} \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned} U_5(t) = & 0,00042U_1(t-1) + 0,00026U_2(t-1) \\ & + 0,00030U_4(t-1) - 0,44204U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_5(t) \end{aligned} \quad (4.17)$$

4.7.2 Pemodelan GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Bobot normalisasi korelasi silang yang digunakan dalam model GSTAR(1₁)-SUR sama dengan bobot normalisasi korelasi silang yang digunakan dalam model GSTAR(1₁)-OLS . Sehingga didapatkan matriks pembobot normalisasi korelasi silang sebagai berikut:

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} 0 & -0,572 & -1,162 & 2,735 \\ 2,820 & 0 & 1,231 & -3,052 \\ -1,603 & 3,378 & 0 & -0,775 \\ -0,190 & 1,645 & -0,455 & 0 \end{pmatrix}$$

Setelah mendapatkan matriks bobot normalisasi korelasi silang, selanjutnya melakukan estimasi parameter model

GSTAR(1₁)-SUR. Berikut ini merupakan hasil dari estimasi parameter model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang yang dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Parameter	DF	Estimasi	SE	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>
Φ_{10}^1	1	-0,32923	0,129141	-2,55	0,0131
Φ_{11}^1	1	0,000420	0,010026	0,04	0,9667
Φ_{10}^2	1	-0,24978	0,112332	-2,22	0,0295
Φ_{11}^2	1	$-1,12 \times 10^{-8}$	$1,011 \times 10^{-8}$	-1,11	0,2700
Φ_{10}^4	1	-0,20664	0,137605	-1,50	0,1378
Φ_{11}^4	1	-0,44345	0,938347	-0,47	0,6380
Φ_{10}^5	1	-0,44502	0,100472	-4,43	< 0,0001
Φ_{11}^5	1	-0,00139	0,007684	-0,18	0,8575

Setelah mendapatkan estimasi untuk model GSTAR(1₁)-SUR bobot normalisasi korelasi silang, model dapat ditulis dalam bentuk matriks. Sehingga model GSTAR(1₁)-SUR bobot normalisasi korelasi silang dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,32923 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,24978 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,20664 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,44502 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} \\
 + \begin{bmatrix} 0,000420 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1,12 \times 10^{-8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,44345 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,00139 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -0,572 & -1,162 & 2,735 \\ 2,820 & 0 & 1,231 & -3,052 \\ -1,603 & 3,378 & 0 & -0,775 \\ -0,190 & 1,645 & -0,455 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

atau

$$\begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ U_4(t) \\ U_5(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,32923 & -0,00024 & -0,00049 & 0,00115 \\ -3,16 \times 10^{-8} & -0,24978 & -1,38 \times 10^{-8} & 3,42 \times 10^{-8} \\ 0,71091 & -1,49821 & -0,20664 & 0,34385 \\ 0,00026 & -0,00229 & 0,00063 & -0,44502 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(t-1) \\ U_2(t-1) \\ U_4(t-1) \\ U_5(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(t) \\ \varepsilon_2(t) \\ \varepsilon_4(t) \\ \varepsilon_5(t) \end{bmatrix}$$

Model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang dalam bentuk persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U_1(t) = & -0,32923U_1(t-1) - 0,00024U_2(t-1) \\ & -0,00049U_4(t-1) + 0,00115U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_1(t) \end{aligned} \quad (4.18)$$

$$\begin{aligned} U_2(t) = & (-3,16 \times 10^{-8})U_1(t-1) - 0,24978 \\ & U_2(t-1) + (-1,38 \times 10^{-8})U_4(t-1) \\ & + (3,42 \times 10^{-8})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t) \end{aligned} \quad (4.19)$$

$$\begin{aligned} U_4(t) = & 0,71091U_1(t-1) - 1,49821U_2(t-1) \\ & -0,20664U_4(t-1) + 0,34385U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_4(t) \end{aligned} \quad (4.20)$$

$$\begin{aligned} U_5(t) = & 0,00026U_1(t-1) - 0,00229U_2(t-1) \\ & + 0,00063\hat{U}_4(t-1) - 0,44502U_5(t-1) \\ & + \varepsilon_5(t) \end{aligned} \quad (4.21)$$

4.8 Pemeriksaan Diagnosis

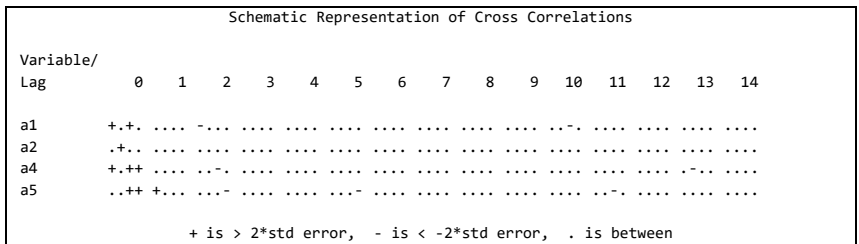
Untuk memastikan bahwa model dugaan merupakan model yang baik maka perlu pemeriksaan diagnosis dengan menggunakan asumsi white noise dan *multivariate* normal.

4.8.1 Uji White Noise

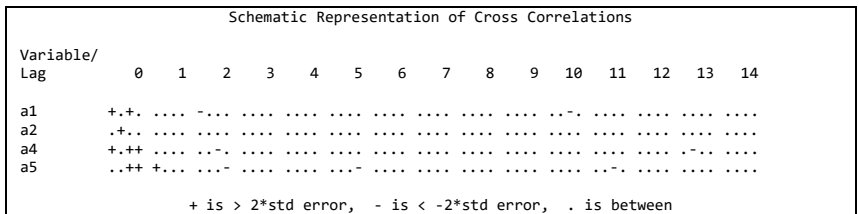
Uji *white noise* dilakukan dengan cara memodelkan ulang residu dari model ($U_i(t)$) serta melakukan pengecekan skema

MCCF antar residu. Residu bersifat *white noise* ketika residu dari masing-masing data saling bebas atau independen. Model yang baik ketika residunya memenuhi asumsi *white noise*.

Skema MCCF menunjukkan tidak ada korelasi antar residu, jika terlihat bahwa banyaknya simbol (.) dibandingkan dengan simbol (-) dan simbol (+) sehingga dapat dikatakan bahwa residu dari masing-masing model telah memenuhi asumsi *white noise*.

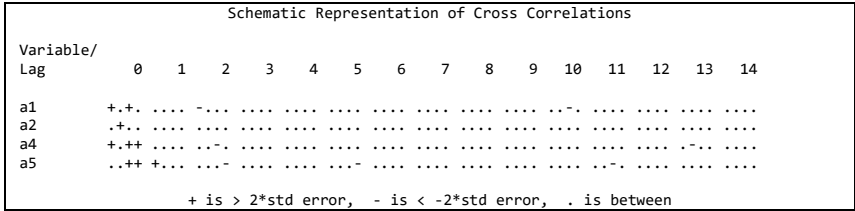


Gambar 4.9. Skema MCCF Residual GSTAR(1₁)-OLS dengan Bobot *Invers* Jarak

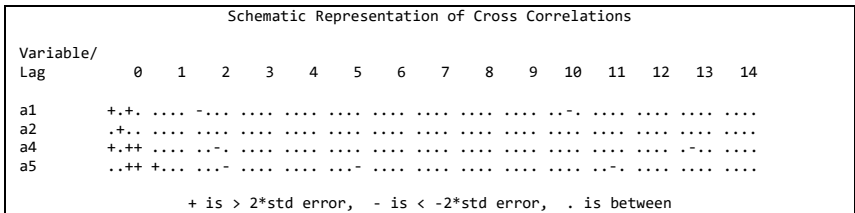


Gambar 4.10. Skema MCCF Residual GSTAR(1₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Berdasarkan skema MCCF yang di tunjukkan pada Gambar 4.9. hingga Gambar 4.12. menunjukkan bahwa simbol (.) lebih banyak dari pada simbol (-) dan (+) sehingga residu dari masing-masing data tidak terjadi korelasi, oleh karena itu dapat dikatakan bahwa residu memenuhi asumsi *white noise*.



Gambar 4.11. Skema MCCF Residual GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot *Invers* Jarak



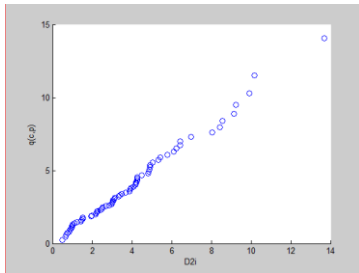
Gambar 4.12. Skema MCCF Residual GSTAR(1₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

4.8.2 Uji *Multivariate* Normal

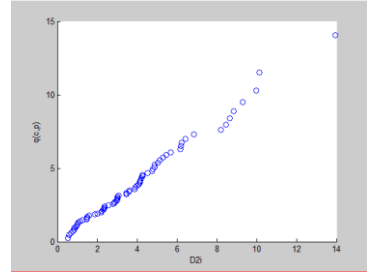
Setelah dilakukan pengecekan *white noise* langkah selanjutnya adalah mengecek residu dari data apakah memenuhi asumsi distribusi normal atau tidak dengan melakukan uji *multivariate* normal. Data memenuhi asumsi *multivariate* normal jika nilai jarak kuadrat residu yang kurang dari *chi-square* lebih dari 50%, atau dengan melihat residu dari data *multivariate* menyebar mengikuti garis normal.

Nilai jarak kuadrat residu yang kurang dari *chi-square* pada model GSTAR(1₁)-OLS dengan bobot *invers* jarak sebesar 95,71%, dimana nilai tersebut lebih dari 50%. Pada Gambar 4.13. (a) terlihat bahwa sebaran data antara nilai d_i^2 dan nilai $q_{c,p}$ mengikuti garis diagonal, maka dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal.

Sedangkan untuk model lainnya juga menghasilkan nilai lebih dari 50%. Hasil pola sebaran data pada *scatterplot* yang ditunjukkan pada Gambar 4.13. (b) dan 4.14. menunjukkan bahwa data mengikuti garis diagonal, sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal.



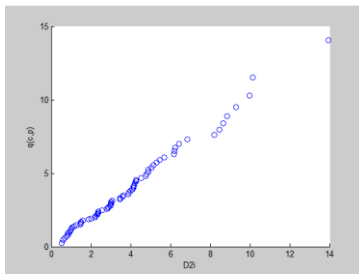
(a)



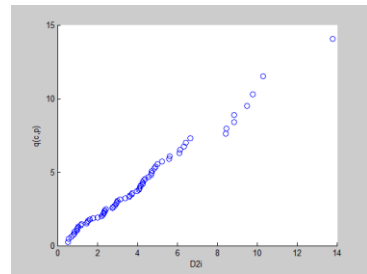
(b)

Gambar 4.13. Multivariate Normal model GSTAR(1₁)-OLS

(a). Bobot *Invers* Jarak, (b). Normalisasi Korelasi Silang



(a)



(b)

Gambar 4.14. Multivariate Normal model GSTAR(1₁)-OLS

(a). Bobot *Invers* Jarak, (b). Normalisasi Korelasi Silang

Data residu dari model GSTAR(1₁)-OLS dan GSTAR(1₁)-SUR dengan menggunakan bobot *invers* jarak dan normalisasi

korelasi silang telah memenuhi asumsi *white noise* dan *multivariate normal*, maka dapat dikatakan bahwa model dugaan merupakan model yang baik.

4.9 Pemodelan GSTARX

Pemodelan GSTARX merupakan model GSTAR dengan penambahan variabel eksogen, dengan variabel eksogen yang digunakan berupa variasi kalender. Sehingga didapatkan model GSTARX sebagai berikut:

4.9.1 Model GSTARX(1₁)-OLS dengan Bobot *Invers Jarak*

Sehingga dari persamaan (4.2) dengan persamaan (4.6), persamaan (4.3) dengan persamaan (4.7), persamaan (4.4) dengan persamaan (4.8), persamaan (4.5) dengan (4.9) sehingga diperoleh model GSTARX(1₁)-OLS dengan bobot *invers jarak* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t + 1) \\
 & -13,002D_{4,2}(t + 1) + 27,495D_{3,3}(t + 1) \\
 & +10,096D_{4,3}(t - 1) - 19,143D_{4,3}(t) \\
 & -0,34548U_1(t - 1) + 0,00229U_2(t - 1) \\
 & +0,00326U_4(t - 1) + 0,00163U_5(t - 1) \\
 & +\varepsilon_1(t)
 \end{aligned} \tag{4.22}$$

$$\begin{aligned}
 X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t - 1) \\
 & -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t + 1) \\
 & +(-4,09 \times 10^{-9})U_1(t - 1) - 0,28369 \\
 & U_2(t - 1) + (-1,33 \times 10^{-8})U_4(t - 1) \\
 & +(-1,77 \times 10^{-9})U_5(t - 1) + \varepsilon_2(t)
 \end{aligned} \tag{4.23}$$

$$\begin{aligned}
 X_4(t) = & -0,158 - 112,509D_{1,2}(t - 1) \\
 & -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t + 1) \\
 & +0,74577U_1(t - 1) + 1,70614U_2(t - 1) \\
 & -0,19424U_4(t - 1) + 2,6239U_5(t - 1)
 \end{aligned} \tag{4.24}$$

$$\begin{aligned}
& +\varepsilon_4(t) \\
X_5(t) = & -0,512 + 3,705D_{1,1}(t+1) + 2,662 \\
& D_{3,3}(t+1) + 0,00071U_1(t-1) + 0,00043 \\
& U_2(t-1) + 0,00050U_4(t-1) - 0,47131 \\
& U_5(t-1) + \varepsilon_5(t)
\end{aligned} \tag{4.25}$$

4.9.2 Model GSTARX(1₁)-OLS dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Sehingga dari persamaan (4.2) dengan persamaan (4.10), persamaan (4.3) dengan persamaan (4.11), persamaan (4.4) dengan persamaan (4.12), persamaan (4.5) dengan (4.13) sehingga diperoleh model GSTARX(1₁)-OLS dengan bobot normalisasi korelasi silang sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t+1) \\
& -13,002D_{4,2}(t+1) + 27,495D_{3,3}(t+1) \\
& +10,096D_{4,3}(t-1) - 19,143D_{4,3}(t) \\
& -0,32753U_1(t-1) + (1,86 \times 10^{-5}) \\
& U_2(t-1) + (3,79 \times 10^{-5})U_4(t-1) \\
& +(-8,91 \times 10^{-5})U_5(t-1) + \varepsilon_1(t)
\end{aligned} \tag{4.26}$$

$$\begin{aligned}
X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t-1) \\
& -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t+1) \\
& +(-3,26 \times 10^{-8})U_1(t-1) - 0,28195 \\
& U_2(t-1) + (-1,42 \times 10^{-8})U_4(t-1) \\
& +(3,53 \times 10^{-8})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t)
\end{aligned} \tag{4.27}$$

$$\begin{aligned}
X_4(t) = & -0,158 - 112,509D_{1,2}(t-1) \\
& -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t+1) \\
& +0,76275U_1(t-1) - 1,60747U_2(t-1) \\
& -0,19567U_4(t-1) + 0,36892U_5(t-1) \\
& +\varepsilon_4(t)
\end{aligned} \tag{4.28}$$

$$X_5(t) = -0,512 + 3,705D_{1,1}(t+1) + 2,662 \tag{4.29}$$

$$\begin{aligned}
& D_{3,3}(t+1) + (3,29 \times 10^{-4})U_1(t-1) \\
& + (-2,85 \times 10^{-3})U_2(t-1) + (7,87 \times 10^{-4}) \\
& U_4(t-1) - 0,47306U_5(t-1) + \varepsilon_5(t)
\end{aligned}$$

4.9.3 Model GSTARX(1₁)-SUR dengan Bobot *Invers* Jarak

Sehingga dari persamaan (4.2) dengan persamaan (4.14), persamaan (4.3) dengan persamaan (4.15), persamaan (4.4) dengan persamaan (4.16), persamaan (4.5) dengan (4.17) sehingga diperoleh model GSTARX(1₁)-SUR dengan bobot *invers* jarak sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t+1) \\
& -13,002D_{4,2}(t+1) + 27,495D_{3,3}(t+1) \\
& +10,096D_{4,3}(t-1) - 19,143D_{4,3}(t) \\
& -0,34588U_1(t-1) + 0,00232U_2(t-1) \\
& +0,00329U_4(t-1) + 0,00165U_5(t-1) \\
& +\varepsilon_1(t)
\end{aligned} \tag{4.30}$$

$$\begin{aligned}
X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t-1) \\
& -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t+1) \\
& +(-3,84 \times 10^{-9})U_1(t-1) - 0,25194 \\
& U_2(t-1) + (-1,25 \times 10^{-8})U_4(t-1) \\
& +(-1,67 \times 10^{-8})U_5(t-1) + \varepsilon_2(t)
\end{aligned} \tag{4.31}$$

$$\begin{aligned}
X_4(t) = & -0,158 - 112,509D_{1,2}(t-1) \\
& -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t+1) \\
& +0,66449U_1(t-1) + 1,52020U_2(t-1) \\
& -0,19103U_4(t-1) + 0,23380U_5(t-1) \\
& +\varepsilon_4(t)
\end{aligned} \tag{4.32}$$

$$\begin{aligned}
X_5(t) = & -0,512 + 3,705D_{1,1}(t+1) \\
& +2,662D_{3,3}(t+1) + 0,00042U_1(t-1) \\
& +0,00026U_2(t-1) + 0,00030U_4(t-1) \\
& -0,44204U_5(t-1) + \varepsilon_5(t)
\end{aligned} \tag{4.33}$$

4.9.4 Model GSTARX(1₁)-SUR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Sehingga dari persamaan (4.2) dengan persamaan (4.18), persamaan (4.3) dengan persamaan (4.19), persamaan (4.4) dengan persamaan (4.20), persamaan (4.5) dengan (4.21) sehingga diperoleh model GSTARX(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t + 1) \\
 & -13,002D_{4,2}(t + 1) + 27,495D_{3,3}(t + 1) \\
 & +10,096D_{4,3}(t - 1) - 19,143D_{4,3}(t) \\
 & -0,32923U_1(t - 1) - 0,00024U_2(t - 1) \\
 & -0,00049U_4(t - 1) + 0,00115U_5(t - 1) \\
 & + \varepsilon_1(t)
 \end{aligned} \tag{4.34}$$

$$\begin{aligned}
 X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t - 1) \\
 & -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t + 1) \\
 & +(-3,16 \times 10^{-8})U_1(t - 1) - 0,24978 \\
 & U_2(t - 1) + (-1,38 \times 10^{-8})U_4(t - 1) \\
 & +(3,42 \times 10^{-8})U_5(t - 1) + \varepsilon_2(t)
 \end{aligned} \tag{4.35}$$

$$\begin{aligned}
 X_4(t) = & -0,158 - 112,509D_{1,2}(t - 1) \\
 & -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t + 1) \\
 & +0,71091U_1(t - 1) - 1,49821U_2(t - 1) \\
 & -0,20664U_4(t - 1) + 0,34385U_5(t - 1) \\
 & + \varepsilon_4(t)
 \end{aligned} \tag{4.36}$$

$$\begin{aligned}
 X_5(t) = & -0,512 + 3,705D_{1,1}(t + 1) \\
 & +2,662D_{3,3}(t + 1) + 0,00026U_1(t - 1) \\
 & -0,00229U_2(t - 1) + 0,00063\hat{U}_4(t - 1) \\
 & -0,44502U_5(t - 1) + \varepsilon_5(t)
 \end{aligned} \tag{4.37}$$

Berdasarkan hasil pemodelan GSTARX dapat dikatakan bahwa model selain dipengaruhi oleh variasi kalender juga

dipengaruhi oleh wisatawan Jepang dilokasi tersebut dan lokasi lain pada waktu sebelumnya.

Pada persamaan 4.22. hingga persamaan 4.37. karena $X_1(t), X_2(t), X_4(t), X_5(t)$ merupakan data stasioner terhadap *mean*, maka perlu melakukan transformasi balik, sehingga:

$$X_1(t) = \sqrt{Y_1(t)} - \sqrt{Y_1(t-1)} \quad (4.38)$$

$$X_2(t) = \frac{1}{Y_2(t)} - \frac{1}{Y_2(t-1)} \quad (4.39)$$

$$X_4(t) = Y_4(t) - Y_4(t-1) \quad (4.40)$$

$$X_5(t) = \sqrt{Y_5(t)} - \sqrt{Y_5(t-1)} \quad (4.41)$$

dari persamaan 4.38. menjadi:

$$Y_1(t) = \left(X_1(t) + \sqrt{Y_1(t-1)} \right)^2 \quad (4.42)$$

dari persamaan 4.39. menjadi:

$$Y_2(t) = \frac{1}{\left(X_2(t) + \frac{1}{Y_2(t-1)} \right)} \quad (4.43)$$

dari persamaan 4.40. menjadi:

$$Y_4(t) = X_4(t) + Y_4(t-1) \quad (4.44)$$

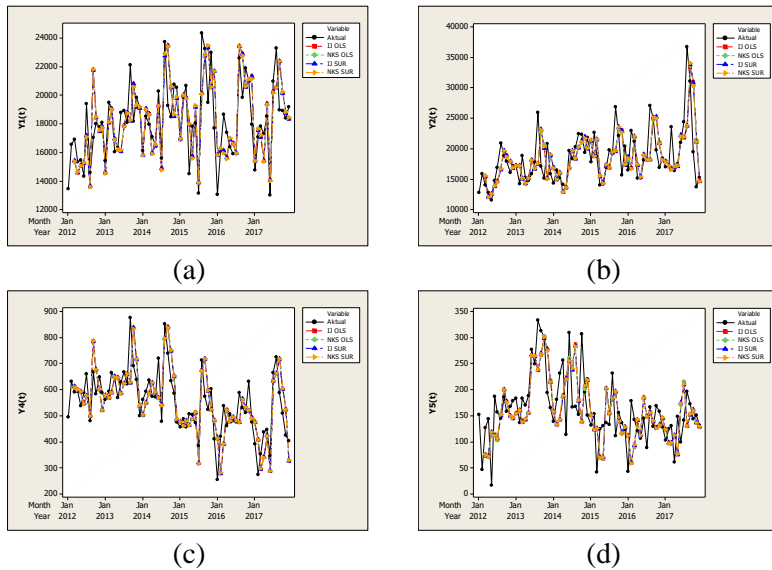
dari persamaan 4.41. menjadi:

$$Y_5(t) = \left(X_5(t) + \sqrt{Y_5(t-1)} \right)^2 \quad (4.45)$$

4.10 Pemilihan model terbaik

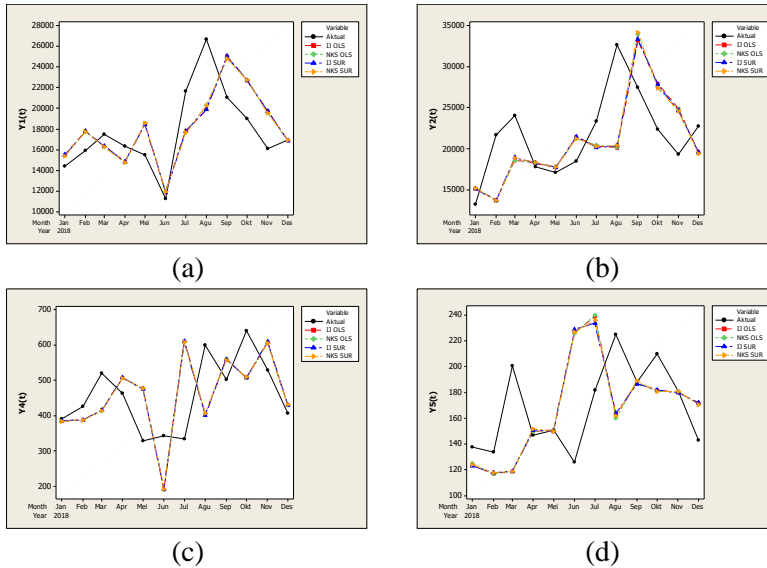
Setelah mendapatkan hasil pemodelan GSTARX dan uji kelayakan model, langkah selanjutnya yaitu peramalan menggunakan data *in-sample* dan data *out-sample*, serta menghitung nilai RMSE dari data *out-sample*. Jumlah data *in-sample* yang digunakan sebanyak 72 data, sedangkan jumlah data *out-sample* yang digunakan sebanyak 12 data.

Model dikatakan baik jika pola peramalan data *in-sample* mengikuti pola data aktual. Hasil perbandingan data *in-sample* dan hasil ramalan model GSTARX ditunjukkan pada Gambar 4.15. (Lampiran F. Hasil Peramalan Data *In-sample*).



Gambar 4.15. Perbandingan Data *In-sample* Wisatawan Jepang dan Hasil Ramalan Model GSTARX: (a). Soekarno Hatta, (b). Ngurah Rai, (c). Juanda, dan (d). Kualanamu

Pada Gambar 4.15. hasil peramalan dari masing-masing model GSTARX mengikuti pola data aktualnya. Hasil peramalan masing-masing model GSTARX memiliki perbedaan yang kecil dengan data aktualnya, terlihat dari Gambar 4.15. menunjukkan bahwa garis merah, hijau, biru dan *orange* saling berhimpit dengan garis hitam.



Gambar 4.16. Perbandingan Data *Out-sample* Wisatawan Jepang dan Hasil Ramalan Model GSTARX: (a). Soekarno Hatta, (b). Ngurah Rai, (c). Juanda, dan (d). Kualanamu

Setelah mendapatkan peramalan dari data *in-sample* langkah selanjutnya membandingkan data *out-sample* dengan hasil peramalan model GSTARX, hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 4.16. serta dapat dilihat pada Lampiran G. Hasil peramalan antara GSTAR(1₁)-OLS dan GSTAR(1₁)-SUR menggunakan bobot *invers* jarak maupun normalisasi korelasi silang memiliki nilai yang hampir sama, terlihat dari garis merah, hijau, biru, dan orange pada Gambar 4.16. saling berdekatan, serta memiliki pola yang sama dengan data aktualnya.

Selanjutnya yaitu menghitung RMSE untuk data *out-sample* yang bertujuan untuk memilih model terbaik, hasil penghitungan RMSE ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21. Nilai RMSE *Out-sample* Model GSTARX

Lokasi	GSTAR(1 ₁)-OLS		GSTAR(1 ₁)-SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
Soekarno Hatta	3169.2254	3095.7557	3170.2218	3088.4658
Ngurah Rai	5575.4658	5589.6039	5512.3059	5551.2094
Juanda	129.9269	129.7080	130.0628	128.6128
Kualanamu	46.6717	46.9086	46.4426	46.4704
\bar{x}	2230.3224	2215.4940	2214.7583	2203.6896

Pada Tabel 4.21. menunjukkan bahwa model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang secara umum merupakan model terbaik. Sehingga model terbaik berdasarkan hasil analisis RMSE yang sesuai untuk meramalkan wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Juanda dan Kualanamu adalah model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang karena memiliki nilai RMSE terkecil.

4.11 Peramalan

Setelah mendapatkan model terbaik, selanjutnya melakukan peramalan untuk 24 bulan kedepan. Hasil peramalan untuk periode Januari 2019 hingga Desember 2019 ditunjukkan pada Tabel 4.22. sedangkan untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2020 ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.22. Hasil Peramalan Periode Januari 2019-Desember 2019

Tahun	Bulan	t	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
2019	Jan	85	13389	21946	412	141
	Feb	86	16302	22301	410	124
	Mar	87	16183	22367	410	114
	Apr	88	14090	17268	409	102
	Mei	89	14007	17340	409	92
	Juni	90	13928	22331	408	163
	Juli	91	13848	22452	408	150
	Agust	92	13769	22584	407	137
	Sep	93	13690	22708	407	125
	Okt	94	13611	22843	406	113
	Nov	95	13532	22970	406	102
	Des	96	13454	23108	293	92

Tabel 4.23. Hasil Peramalan Periode Januari 2020-Desember 2020

Tahun	Bulan	t	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
2020	Jan	97	10537	23241	292	82
	Feb	98	13046	23374	292	73
	Mar	99	12969	23516	291	64
	Apr	100	13323	17933	291	56
	Mei	101	9205	18017	137	48
	Juni	102	15154	23456	438	163
	Juli	103	15071	23599	437	150
	Agust	104	14988	23735	437	137
	Sep	105	14905	23883	436	125
	Okt	106	14823	24022	436	113
	Nov	107	14741	24174	435	102
	Des	108	14659	24316	322	92

Hasil peramalan untuk tahun 2019 menunjukkan bahwa wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu Ngurah Rai seiring bertambahnya waktu cenderung meningkat. Wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu Soekarno Hatta, Juanda, dan Kualanamu mengalami penurunan pada bulan Juli hingga Desember 2019.

Untuk hasil peramalan tahun 2020 menunjukkan bahwa wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu Ngurah Rai seiring bertambahnya waktu menunjukkan peningkatan dari tahun sebelumnya. Wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu Soekarno Hatta, Juanda, dan Kualanamu mengalami penurunan pada bulan Januari hingga Mei 2020.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi penarikan kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, berikut ini kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Model GSTARX yang sesuai untuk data wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui Soekarno Hatta, Ngurah Rai, Juanda, dan Kualanamu adalah GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang. Model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang untuk masing-masing variabel sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_1(t) = & -0,336 - 8,216D_{4,1}(t) + 11,907D_{1,2}(t + 1) \\ & -13,002D_{4,2}(t + 1) + 27,495D_{3,3}(t + 1) \\ & +10,096D_{4,3}(t - 1) - 19,143D_{4,3}(t) \\ & -0,32923U_1(t - 1) - 0,00024U_2(t - 1) \\ & -0,00049U_4(t - 1) + 0,00115U_5(t - 1) + \varepsilon_1(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2(t) = & (-2,55 \times 10^{-7}) + (1,34 \times 10^{-5})D_{1,1}(t - 1) \\ & -(1,26 \times 10^{-5})D_{1,1}(t + 1) \\ & +(-3,16 \times 10^{-8})U_1(t - 1) - 0,24978 \\ & U_2(t - 1) + (-1,38 \times 10^{-8})U_4(t - 1) \\ & +(3,42 \times 10^{-8})U_5(t - 1) + \varepsilon_2(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_4(t) = & -0,158 - 112,509D_{1,2}(t - 1) \\ & -152,842D_{4,3}(t) + 301,158D_{4,3}(t + 1) \\ & +0,71091U_1(t - 1) - 1,49821U_2(t - 1) \\ & -0,20664U_4(t - 1) + 0,34385U_5(t - 1) + \varepsilon_4(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X_5(t) = & -0,512 + 3,705D_{1,1}(t + 1) \\
& + 2,662D_{3,3}(t + 1) + 0,00026U_1(t - 1) \\
& - 0,00229U_2(t - 1) + 0,00063\hat{U}_4(t - 1) \\
& - 0,44502U_5(t - 1) + \varepsilon_5(t)
\end{aligned}$$

Berdasarkan model yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Jumlah wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Soekarno Hatta dipengaruhi oleh efek variasi kalender golden week, libur musim dingin, dan libur hari raya idul fitri, serta dipengaruhi oleh wisatawan Jepang dilokasi Soekarno Hatta dan lokasi lain dengan waku berbeda.
 - Jumlah wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Ngurah Rai dipengaruhi oleh efek variasi kalender golden week dan wisatawan Jepang dilokasi Ngurah Rai dan lokasi lain dengan waku berbeda.
 - Jumlah wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Juanda dipengaruhi oleh efek variasi kalender libur musim dingin dan libur hari raya idul fitri, serta dipengaruhi oleh wisatawan Jepang dilokasi Juanda dan lokasi lain dengan waku berbeda.
 - Jumlah wisatawan Jepang yang masuk melalui pintu Kualanamu dipengaruhi oleh efek variasi kalender golden week, serta dipengaruhi oleh wisatawan Jepang dilokasi Soekarno Hatta dan lokasi lain dengan waku berbeda.
2. Berdasarkan model terbaik yang didapatkan yaitu model GSTAR(1₁)-SUR dengan bobot normalisasi korelasi silang, maka hasil dari peramalan jumlah wisatawan Jepang yang berkunjung ke Indonesia melalui pintu utama untuk 24 bulan selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 4.22. dan Tabel 4.23.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Perlu menambahkan variabel eksogen dan bobot lokasi lainnya untuk mendukung model GSTAR.
2. Selain memperhatikan orde AR perlu juga untuk memperhatikan orde MA sehingga dapat mengembangkan model GSTAR menjadi GSTARMA atau GSTARI

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Indonesia Daftarkan 16056 Pulau Bernama ke pbb.* <https://nasional.kompas.com/>. (1 Februari 2020).
- [2] Philip E.P. & S.J. Deutsch. (1980). *A Three Stafe Uterative Pecedure for Space Time Modeling*. Jurnal.
- [3] Kartika Sukma O. (2015). *Pemodelan GSTARX dengan Intervensi Pulse dan Step untuk Peramalan Wisatawan Mancanegara. Tesis*. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] M. A. Novianto. (2018). *GSTARIX Model for Forecasting Spatio-Temporal Data with Trend, Seasonal and Intervention. Journal of Physics*.
- [5] Risma Hapsari. (2017). *Pengembangan Ramalan Interval pada Model GSTARX untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Kelompok Bahan Makanan. Tesis*. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Winny Putri, I. S. (2017). *Peramalan Jumlah Wisatawan pada Tiga Lokasi Wisata di Kabupaten Pacitan menggunakan Metode GSTAR-SUR. Tugas Akhir*. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Fitri Ayuningtyas. (2019). *Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Domestik di Empat Bandara Utama Keberangkatan menggunakan Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR). Tugas Akhir*. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Elsa Vidta, N. R. (2019). *Pemodelan GSTARX untuk Peramalan Jumlah Wisatawan pada Tiga Objek Wisata di Kota Batu. Tugas Akhir*. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [9] Mason, R.D & Douglas A. Lind. (1996). *Teknik Statistik Untuk Bisnis dan Ekonomi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [10] Sahoo, Prasanna. (2008). *Probability and Mathematical Statistics*. University of Louisville. USA.
- [11] Makridakis. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [12] Hanke, J. E. & Wichers, D. W. (2005). *Business Forecasting Eight Edition*. New Jersey : Pearson Prentice hall.
- [13] Wei, William W.S. (1990). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Addison Wesley, Canada
- [14] Muryanto. (2016). *Pemodelan GSTARX untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen di Kalimantan*. Tesis. Surabaya : Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [15] Dhoriva Urwatul Wutsqa, Suhartono, dan Brodjol Sutijo. (2010). *Aplikasi Model Generalized Space Time Autoregressive Pada Data Pencemaran Udara di Kota Surabaya*. PYTHAGORAS: Jurnal. 7(2): 17-30.
- [16] Rinto A. 2012. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta.
- [17] Suhartono, & Subanar. (2006). *The Optimal Determination of Space Weight in GSTAR Model by Using Cross-Correlation Inference*. *Journal Of Quantitative Methods*, (pp. 45-53).
- [18] Kuntarto Purnomo. (2010). *Estimasi Underground Economy di Indonesia Periode 2000-2009 melalui Pendekatan Moneter*. Tesis. Surabaya : Universitas Indonesia.
- [19] Gurajati, D.N. (2004). *Basic Econometrics fourth edition*. New York. Mc-Graw-Hill Inc.

LAMPIRAN A

Tabel Mackinon

N	Variants	Level	Obs.	β_∞	(s.e.)	β_1	β_2
1	no constant	1%	600	-2.5658	(0.0023)	-1.960	-10.04
		5%	600	-1.9393	(0.0008)	-0.398	
		10%	560	-1.6156	(0.0007)	-0.181	
1	no trend	1%	600	-3.4336	(0.0024)	-5.999	-29.25
		5%	600	-2.8621	(0.0011)	-2.738	-8.36
		10%	600	-2.5671	(0.0009)	-1.438	-4.48
1	with trend	1%	600	-3.9638	(0.0019)	-8.353	-47.44
		5%	600	-3.4126	(0.0012)	-4.039	-17.83
		10%	600	-3.1279	(0.0009)	-2.418	-7.58
2	no trend	1%	600	-3.9001	(0.0022)	-10.534	-30.03
		5%	600	-3.3377	(0.0012)	-5.967	-8.98
		10%	600	-3.0462	(0.0009)	-4.069	-5.73
2	with trend	1%	600	-4.3266	(0.0022)	-15.531	-34.03
		5%	560	-3.7809	(0.0013)	-9.421	-15.06
		10%	600	-3.4959	(0.0009)	-7.203	-4.01
3	no trend	1%	560	-4.2981	(0.0023)	-13.790	-46.37
		5%	560	-3.7429	(0.0012)	-8.352	-13.41
		10%	600	-3.4518	(0.0010)	-6.241	-2.79
3	with trend	1%	600	-4.6676	(0.0022)	-18.492	-49.35
		5%	600	-4.1193	(0.0011)	-12.024	-13.13
		10%	600	-3.8344	(0.0009)	-9.188	-4.85

LAMPIRAN B**Data Wisatawan Jepang yang Berkunjung ke Indonesia
melalui Pintu Utama**

Tahun	Bulan	t	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_3(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
2012	Jan	1	13435	12748	1576	495	152
	Feb	2	16532	15868	1761	630	47
	Mar	3	16911	14060	1703	589	127
	Apr	4	15324	12825	1685	592	144
	Mei	5	15442	11536	1590	537	17
	Jun	6	14304	14744	1781	588	187
	Jul	7	19405	16849	1878	660	157
	Ags	8	14589	20855	1807	479	145
	Sep	9	17031	18848	1809	666	186
	Okt	10	18017	17930	1777	582	158
	Nov	11	17781	16092	1939	647	168
	Des	12	18078	17210	1770	588	179
2013	Jan	13	15399	17149	1693	561	183
	Feb	14	19482	14270	1882	593	136
	Mar	15	19098	18843	2157	663	183
	Apr	16	16026	15216	1628	645	170
	Mei	17	16356	14776	2033	569	188
	Jun	18	18779	15880	1811	629	277
	Jul	19	18943	17840	2045	667	250
	Ags	20	18109	25932	1933	620	334
	Sep	21	22108	17140	1885	876	313
	Okt	22	18187	15169	1884	690	301
	Nov	23	19862	20809	2150	638	194
	Des	24	19137	15815	2029	500	165

LAMPIRAN B LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	$Y_1(t)$	$Y_2(t)$	$Y_3(t)$	$Y_4(t)$	$Y_5(t)$
2014	Jan	25	16109	14334	1881	561	139
	Feb	26	18518	16488	1809	593	181
	Mar	27	17953	15131	1958	636	232
	Apr	28	17074	14155	1800	573	257
	Mei	29	16495	13749	2025	571	114
	Jun	30	20285	19690	1887	720	310
	Jul	31	15568	18308	1732	478	166
	Ags	32	23767	20268	1951	851	168
	Sep	33	19268	22449	1726	738	152
	Okt	34	18490	22363	1684	632	307
	Nov	35	20762	19395	1749	584	195
	Des	36	20559	21854	1693	476	151
2015	Jan	37	16875	17827	1713	457	132
	Feb	38	19836	22658	1985	486	153
	Mar	39	20688	18695	1969	457	42
	Apr	40	14481	14030	1751	507	125
	Mei	41	17813	14122	1850	503	130
	Jun	42	18029	16866	1729	473	137
	Jul	43	13126	19802	1951	385	133
	Ags	44	24381	19121	2164	711	232
	Sep	45	23253	26878	1668	573	111
	Okt	46	19486	22092	1311	522	156
	Nov	47	23018	15642	1663	602	136
	Des	48	17700	20338	1542	410	123

LAMPIRAN B LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	Y₁(t)	Y₂(t)	Y₃(t)	Y₄(t)	Y₅(t)
2016	Jan	49	13026	16441	1303	255	43
	Feb	50	16166	22972	1497	421	179
	Mar	51	18654	21183	2028	538	143
	Apr	52	17400	15173	1570	461	121
	Mei	53	16389	15112	1847	505	107
	Jun	54	15899	18105	1674	479	145
	Jul	55	15906	18145	1518	476	89
	Ags	56	22618	27012	1397	587	166
	Sep	57	19858	24963	1294	529	129
	Okt	58	21913	19727	1502	511	169
	Nov	59	21040	16897	1471	630	158
	Des	60	17945	18471	1507	474	128
2017	Jan	61	14747	17042	1794	392	103
	Feb	62	17081	16977	1689	274	125
	Mar	63	17833	23569	1768	353	131
	Apr	64	17311	16329	1636	437	61
	Mei	65	18526	17537	1660	447	149
	Jun	66	13011	20972	1412	346	99
	Jul	67	20995	24384	1817	664	141
	Ags	68	23292	36756	1715	723	197
	Sep	69	18980	31064	1918	587	172
	Okt	70	18901	19421	1828	509	144
	Nov	71	18378	13715	1503	425	151
	Des	72	19198	15284	1568	402	132

LAMPIRAN B LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	Y₁(t)	Y₂(t)	Y₃(t)	Y₄(t)	Y₅(t)
2018	Jan	73	14381	13215	1680	391	138
	Feb	74	15944	21640	1764	427	134
	Mar	75	17486	24049	2146	522	201
	Apr	76	16328	17773	1609	464	147
	Mei	77	15468	17144	1729	329	151
	Jun	78	11273	18482	1851	344	126
	Jul	79	21669	23372	1857	335	182
	Ags	80	26676	32579	1794	601	225
	Sep	81	21075	27476	1973	503	188
	Okt	82	19009	22331	1633	641	210
	Nov	83	16102	19317	1829	530	181
	Des	84	16970	22751	1983	408	143

LAMPIRAN C**Data Wisatawan Jepang yang telah Stasioner terhadap
Varians**

Tahun	Bulan	t	$Y_1^*(t)$	$Y_2^*(t)$	$Y_4^*(t)$	$Y_5^*(t)$
2012	Jan	1	115.909	7.84E-05	495	12.329
	Feb	2	128.577	6.30E-05	630	6.856
	Mar	3	130.042	7.11E-05	589	11.269
	Apr	4	123.790	7.80E-05	592	12.000
	Mei	5	124.266	8.67E-05	537	4.123
	Jun	6	119.599	6.78E-05	588	13.675
	Jul	7	139.302	5.94E-05	660	12.530
	Ags	8	120.785	4.80E-05	479	12.042
	Sep	9	130.503	5.31E-05	666	13.638
	Okt	10	134.227	5.58E-05	582	12.570
	Nov	11	133.345	6.21E-05	647	12.961
	Des	12	134.454	5.81E-05	588	13.379
2013	Jan	13	124.093	5.83E-05	561	13.528
	Feb	14	139.578	7.01E-05	593	11.662
	Mar	15	138.196	5.31E-05	663	13.528
	Apr	16	126.594	6.57E-05	645	13.038
	Mei	17	127.891	6.77E-05	569	13.711
	Jun	18	137.036	6.30E-05	629	16.643
	Jul	19	137.634	5.61E-05	667	15.811
	Ags	20	134.570	3.86E-05	620	18.276
	Sep	21	148.688	5.83E-05	876	17.692
	Okt	22	134.859	6.59E-05	690	17.349
	Nov	23	140.933	4.81E-05	638	13.928
	Des	24	138.337	6.32E-05	500	12.845

LAMPIRAN C LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	$Y_1^*(t)$	$Y_2^*(t)$	$Y_4^*(t)$	$Y_5^*(t)$
2014	Jan	25	126.921	6.98E-05	561	11.790
	Feb	26	136.081	6.07E-05	593	13.454
	Mar	27	133.989	6.61E-05	636	15.232
	Apr	28	130.668	7.06E-05	573	16.031
	Mei	29	128.433	7.27E-05	571	10.677
	Jun	30	142.425	5.08E-05	720	17.607
	Jul	31	124.772	5.46E-05	478	12.884
	Ags	32	154.165	4.93E-05	851	12.961
	Sep	33	138.809	4.45E-05	738	12.329
	Okt	34	135.978	4.47E-05	632	17.521
	Nov	35	144.090	5.16E-05	584	13.964
	Des	36	143.384	4.58E-05	476	12.288
2015	Jan	37	129.904	5.61E-05	457	11.489
	Feb	38	140.840	4.41E-05	486	12.369
	Mar	39	143.833	5.35E-05	457	6.481
	Apr	40	120.337	7.13E-05	507	11.180
	Mei	41	133.465	7.08E-05	503	11.402
	Jun	42	134.272	5.93E-05	473	11.705
	Jul	43	114.569	5.05E-05	385	11.533
	Ags	44	156.144	5.23E-05	711	15.232
	Sep	45	152.489	3.72E-05	573	10.536
	Okt	46	139.592	4.53E-05	522	12.490
	Nov	47	151.717	6.39E-05	602	11.662
	Des	48	133.041	4.92E-05	410	11.091

LAMPIRAN C LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	$Y_1^*(t)$	$Y_2^*(t)$	$Y_4^*(t)$	$Y_5^*(t)$
2016	Jan	49	114.132	6.08E-05	255	6.557
	Feb	50	127.146	4.35E-05	421	13.379
	Mar	51	136.580	4.72E-05	538	11.958
	Apr	52	131.909	6.59E-05	461	11.000
	Mei	53	128.020	6.62E-05	505	10.344
	Jun	54	126.091	5.52E-05	479	12.042
	Jul	55	126.119	5.51E-05	476	9.434
	Ags	56	150.393	3.70E-05	587	12.884
	Sep	57	140.918	4.01E-05	529	11.358
	Okt	58	148.030	5.07E-05	511	13.000
	Nov	59	145.052	5.92E-05	630	12.570
	Des	60	133.959	5.41E-05	474	11.314
2017	Jan	61	121.437	5.87E-05	392	10.149
	Feb	62	130.694	5.89E-05	274	11.180
	Mar	63	133.540	4.24E-05	353	11.446
	Apr	64	131.571	6.12E-05	437	7.810
	Mei	65	136.110	5.70E-05	447	12.207
	Jun	66	114.066	4.77E-05	346	9.950
	Jul	67	144.897	4.10E-05	664	11.874
	Ags	68	152.617	2.72E-05	723	14.036
	Sep	69	137.768	3.22E-05	587	13.115
	Okt	70	137.481	5.15E-05	509	12.000
	Nov	71	135.565	7.29E-05	425	12.288
	Des	72	138.557	6.54E-05	402	11.489

LAMPIRAN D**Data Wisatawan Jepang yang telah Stasioner terhadap *Mean***

Tahun	Bulan	t	$X_1(t)$	$X_2(t)$	$X_4(t)$	$X_5(t)$
2012	Jan	1	*	*	*	*
	Feb	2	12.667	-1.54E-05	135	-5.473
	Mar	3	1.465	8.10E-06	-41	4.414
	Apr	4	-6.252	6.85E-06	3	0.731
	Mei	5	0.476	8.71E-06	-55	-7.877
	Jun	6	-4.667	-1.89E-05	51	9.552
	Jul	7	19.702	-8.47E-06	72	-1.145
	Ags	8	-18.517	-1.14E-05	-181	-0.488
	Sep	9	9.718	5.11E-06	187	1.597
	Okt	10	3.725	2.72E-06	-84	-1.068
	Nov	11	-0.882	6.37E-06	65	0.392
	Des	12	1.109	-4.04E-06	-59	0.418
2013	Jan	13	-10.362	2.07E-07	-27	0.149
	Feb	14	15.485	1.18E-05	32	-1.866
	Mar	15	-1.382	-1.70E-05	70	1.866
	Apr	16	-11.602	1.27E-05	-18	-0.489
	Mei	17	1.297	1.96E-06	-76	0.673
	Jun	18	9.146	-4.71E-06	60	2.932
	Jul	19	0.597	-6.92E-06	38	-0.832
	Ags	20	-3.064	-1.75E-05	-47	2.464
	Sep	21	14.118	1.98E-05	256	-0.584
	Okt	22	-13.828	7.58E-06	-186	-0.342
	Nov	23	6.073	-1.79E-05	-52	-3.421
	Des	24	-2.596	1.52E-05	-138	-1.083

LAMPIRAN D LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	$X_1(t)$	$X_2(t)$	$X_4(t)$	$X_5(t)$
2014	Jan	25	-11.415	6.53E-06	61	-1.055
	Feb	26	9.160	-9.11E-06	32	1.664
	Mar	27	-2.092	5.44E-06	43	1.778
	Apr	28	-3.321	4.56E-06	-63	0.800
	Mei	29	-2.235	2.09E-06	-2	-5.354
	Jun	30	13.993	-2.19E-05	149	6.930
	Jul	31	-17.654	3.83E-06	-242	-4.723
	Ags	32	29.394	-5.28E-06	373	0.077
	Sep	33	-15.356	-4.79E-06	-113	-0.633
	Okt	34	-2.831	1.71E-07	-106	5.193
	Nov	35	8.112	6.84E-06	-48	-3.557
	Des	36	-0.706	-5.80E-06	-108	-1.676
2015	Jan	37	-13.480	1.03E-05	-19	-0.799
	Feb	38	10.937	-1.20E-05	29	0.880
	Mar	39	2.993	9.36E-06	-29	-5.889
	Apr	40	-23.496	1.78E-05	50	4.700
	Mei	41	13.128	-4.64E-07	-4	0.221
	Jun	42	0.807	-1.15E-05	-30	0.303
	Jul	43	-19.703	-8.79E-06	-88	-0.172
	Ags	44	41.575	1.80E-06	326	3.699
	Sep	45	-3.655	-1.51E-05	-138	-4.696
	Okt	46	-12.897	8.06E-06	-51	1.954
	Nov	47	12.125	1.87E-05	80	-0.828
	Des	48	-18.675	-1.48E-05	-192	-0.571

LAMPIRAN D LANJUTAN

Tahun	Bulan	t	$X_1(t)$	$X_2(t)$	$X_4(t)$	$X_5(t)$
2016	Jan	49	-18.910	1.17E-05	-155	-4.533
	Feb	50	13.014	-1.73E-05	166	6.822
	Mar	51	9.434	3.68E-06	117	-1.421
	Apr	52	-4.671	1.87E-05	-77	-0.958
	Mei	53	-3.890	2.66E-07	44	-0.656
	Jun	54	-1.928	-1.09E-05	-26	1.698
	Jul	55	0.028	-1.22E-07	-3	-2.608
	Ags	56	24.274	-1.81E-05	111	3.450
	Sep	57	-9.474	3.04E-06	-58	-1.526
	Okt	58	7.112	1.06E-05	-18	1.642
	Nov	59	-2.979	8.49E-06	119	-0.430
	Des	60	-11.093	-5.04E-06	-156	-1.256
2017	Jan	61	-12.522	4.54E-06	-82	-1.165
	Feb	62	9.257	2.25E-07	-118	1.031
	Mar	63	2.846	-1.65E-05	79	0.265
	Apr	64	-1.969	1.88E-05	84	-3.635
	Mei	65	4.539	-4.22E-06	10	4.396
	Jun	66	-22.044	-9.34E-06	-101	-2.257
	Jul	67	30.831	-6.67E-06	318	1.924
	Ags	68	7.721	-1.38E-05	59	2.161
	Sep	69	-14.849	4.99E-06	-136	-0.921
	Okt	70	-0.287	1.93E-05	-78	-1.115
	Nov	71	-1.915	2.14E-05	-84	0.288
	Des	72	2.991	-7.48E-06	-23	-0.799

LAMPIRAN E

Identifikasi Variabel *Dummy*

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
29 Apr-5 Mei 2012	Golden Week Minggu ke-4 April 2012 Minggu ke-1 Mei 2012	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2012
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2012
		$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2012
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2012
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2012
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2012
28 Des 2012-3 Jan 2013	Libur Musim Dingin Minggu ke-4 Desember 2012 Minggu ke-1 Januari 2013	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2012
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2012
		$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2012
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2013
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2013
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2013
12 Agustus- 26 Agustus 2012	Libur Hari Raya Idul Fitri Minggu ke-2 Agustus 2012 Minggu ke-3 Agustus 2012 Minggu ke-4 Agustus 2012	$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2012
		$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2012
		$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2012
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Ags 2012
		$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Ags 2012
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Ags 2012
		$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Sep 2012
		$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Sep 2012
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Sep 2012

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
29 Apr-6 Mei 2013	Golden Week Minggu ke-4 April 2013 Minggu ke-1 Mei 2013	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2013
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2013
		$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2013
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2013
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2013
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2013
28 Des 2013-3 Jan 2014	Libur Musim Dingin Minggu ke-4 Desember 2013 Minggu ke-1 Januari 2014	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2013
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2013
		$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2013
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2014
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2014
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2014
4 Agustus-8 Agustus 2013	Libur Hari Raya Idul Fitri Minggu ke-1 Agustus 2013 Minggu ke-2 Agustus 2013	$D_{1,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2013
		$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2013
		$D_{1,3}(t) = 1$, untuk Ags 2013
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Ags 2013
		$D_{1,3}(t + 1) = 1$, untuk Sep 2013
		$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Sep 2013
29 Apr-5 Mei 2014	Golden Week Minggu ke-4 April 2014 Minggu ke-1 Mei 2014	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2014
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2014
		$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2014
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2014
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2014
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2014

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
28 Des 2014-4 Jan 2015	Libur Musim Dingin Minggu ke-4 Desember 2014 Minggu ke-1 Januari 2015	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2014
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2014
		$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2014
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2015
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2015
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2015
20 Juli- 3Agustus 2014	Libur Hari Raya Idul Fitri Minggu ke-3 Juli 2014 Minggu ke-4 Juli 2014 Minggu ke-1 Agustus 2014	$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2014
		$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2014
		$D_{1,3}(t - 1) = 1$, untuk Jul 2014
		$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Jul 2014
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Jul 2014
		$D_{1,3}(t) = 1$, untuk Ags 2014
		$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2014
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2014
29 Apr-6 Mei 2015	Golden Week Minggu ke-4 April 2015 Minggu ke-1 Mei 2015	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2015
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2015
		$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2015
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2015
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2015
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2015

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
25 Des 2015-3 Jan 2016	Libur Musim Dingin	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2015
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2015
	Minggu ke-4 Desember 2015	$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2015
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2016
	Minggu ke-1 Januari 2016	$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2016
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2016
13 Juli-26 Juli 2015	Libur Hari Raya Idul Fitri	$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2015
		$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2015
	Minggu ke-2 Juli 2015	$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2015
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Jul 2015
	Minggu ke-3 Juli 2015	$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Jul 2015
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Jul 2015
	Minggu ke-4 Juli 2015	$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2015
		$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2015
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2015
29 Apr-5 Mei 2016	Golden Week Minggu ke-4 April 2016	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2016
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2016
	Minggu ke-1 Mei 2016	$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2016
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2016
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2016
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2016

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
28 Des 2016-3 Jan 2017	Libur Musim Dingin Minggu ke-4 Desember 2016 Minggu ke-1 Januari 2017	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2016
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2016
		$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2016
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2017
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2017
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2017
1 Juli-17 Juli 2016	Libur Hari Raya Idul Fitri Minggu ke-1 Juli 2016 Minggu ke-2 Juli 2016 Minggu ke-3 Juli 2016	$D_{1,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2016
		$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2016
		$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Jun 2016
		$D_{1,3}(t) = 1$, untuk Jul 2016
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Jul 2016
		$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Jul 2016
		$D_{1,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2016
		$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2016
		$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Ags 2016
29 Apr-6 Mei 2017	Golden Week Minggu ke-4 April 2017 Minggu ke-1 Mei 2017	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2017
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2017
		$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2017
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2017
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2017
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2017

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
28 Des 2017-3 Jan 2018	Libur Musim Dingin	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2017
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2017
	Minggu ke-4 Desember 2017	$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2017
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2018
	Minggu ke-1 Januari 2018	$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2018
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2018
18 Juni- 29 Juni 2017	Libur Hari Raya Idul Fitri	$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2017
		$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2017
	Minggu ke-3 Juni 2017	$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Jun 2017
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Jun 2017
	Minggu ke-4 Juni 2017	$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2017
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2017
28 Apr-6 Mei 2018	Golden Week Minggu ke-4 April 2018	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2018
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2018
	Minggu ke-1 Mei 2018	$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2018
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2018
		$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2018
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2018
28 Des 2018-3 Jan 2019	Libur Musim Dingin	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2018
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2018
	Minggu ke-4 Desember 2018	$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2018
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2019
	Minggu ke-1 Januari 2019	$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2019
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2019

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
10 Juni- 24 Juni 2018	Libur Hari Raya Idul Fitri Minggu ke-2 Juni 2018 Minggu ke-3 Juni 2018 Minggu ke-4 Juni 2018	$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2018
		$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2018
		$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2018
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Jun 2018
		$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Jun 2018
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Jun 2018
		$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2018
		$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2018
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2018
		27 Apr-6 Mei 2019
$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr2019		
$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2019		
$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2019		
$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2019		
$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Juni 2019		
28 Des 2019-3 Jan 2020	Libur Musim Dingin Minggu ke-4 Desember 2019 Minggu ke-1 Januari 2020	$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2019
		$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2019
		$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des 2019
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2020
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan 2020
		$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2020

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
1 Juni-9 Juni 2019	Libur Hari Raya Idul Fitri	$D_{1,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2019
		$D_{2,3}(t - 1) = 1$, untuk Mei 2019
	Minggu ke-1 Juni 2019	$D_{1,3}(t) = 1$, untuk Jun 2019
		$D_{2,3}(t) = 1$, untuk Jun 2019
	Minggu ke-2 Juni 2019	$D_{1,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2019
		$D_{2,3}(t + 1) = 1$, untuk Jul 2019
29 Apr-6 Mei 2020	Golden Week Minggu ke-4	$D_{4,1}(t - 1) = 1$, untuk Mar 2020
		$D_{1,1}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2020
	April 2020	$D_{4,1}(t) = 1$, untuk Apr 2020
		$D_{1,1}(t) = 1$, untuk Mei 2020
	Minggu ke-1 Mei 2020	$D_{4,1}(t + 1) = 1$, untuk Mei 2020
		$D_{1,1}(t + 1) = 1$, untuk Juni 2020
23 Des 2020-3 Jan 2021	Libur Musim Dingin	$D_{3,2}(t - 1) = 1$, untuk Okt 2020
		$D_{4,2}(t - 1) = 1$, untuk Nov 2020
	Minggu ke-3 Desember 2020	$D_{1,2}(t - 1) = 1$, untuk Des 2020
		$D_{3,2}(t) = 1$, untuk Nov 2020
	Minggu ke-4 Desember 2020	$D_{4,2}(t) = 1$, untuk Des2020
		$D_{1,2}(t) = 1$, untuk Jan 2021
	Minggu ke-1 Januari 2021	$D_{3,2}(t + 1) = 1$, untuk Des 2020
		$D_{4,2}(t + 1) = 1$, untuk Jan2021
	$D_{1,2}(t + 1) = 1$, untuk Feb 2021	

LAMPIRAN E LANJUTAN

Tanggal	Keterangan	Variabel Dummy
22 Mei-27 Mei 2020	Libur Hari Raya Idul Fitri	$D_{3,3}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2020
		$D_{4,3}(t - 1) = 1$, untuk Apr 2020
	Minggu ke-3 Agustus 2013	$D_{3,3}(t) = 1$, untuk Mei 2020
		$D_{4,3}(t) = 1$, untuk Mei 2020
	Minggu ke-4 Agustus 2013	$D_{3,3}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2020
		$D_{4,3}(t + 1) = 1$, untuk Jun 2020

LAMPIRAN F**Hasil Peramalan Data *In-sample*****Soekarno Hatta**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
13435	*	*	*	*
16532	*	*	*	*
16911	15420	15372	15420	15348
15324	14578	14616	14578	14622
15442	15048	15055	15048	15054
14304	15242	15292	15241	15296
19405	17169	17103	17170	17100
14589	13600	13588	13600	13575
17031	21762	21793	21761	21797
18017	18447	18461	18447	18486
17781	17480	17571	17479	17581
18078	17798	17739	17799	17731
15399	14591	14555	14591	14548
19482	18103	18140	18102	18143
19098	19041	19033	19041	19026
16026	16961	16897	16962	16888
16356	16193	16194	16193	16197
18779	16064	16133	16063	16143
18943	17854	17848	17853	17835
18109	18796	18767	18796	18761
22108	18232	18258	18232	18267
18187	20791	20628	20792	20582
19862	19204	19302	19204	19336
19137	19101	19180	19100	19184
16109	15799	15810	15799	15814

LAMPIRAN F LANJUTAN**Soekarno Hatta**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
18518	19051	19006	19051	18996
17953	18683	18641	18683	18639
17074	15923	15879	15923	15875
16495	16466	16541	16465	16548
20285	19275	19269	19275	19269
15568	14878	14778	14878	14758
23767	22801	22900	22800	22912
19268	23497	23439	23497	23426
18490	20533	20560	20533	20584
20762	18541	18619	18541	18638
20559	19789	19876	19787	19878
16875	16948	16943	16948	16942
19836	20011	20027	20011	20030
20688	19830	19800	19830	19796
14481	17963	18007	17963	18007
17813	15709	15599	15710	15600
18029	19199	19269	19198	19264
13126	13873	13858	13873	13865
24381	20168	20108	20169	20098
23253	22774	22827	22772	22816
19486	23361	23481	23360	23503
23018	20573	20554	20574	20569
17700	21707	21698	21707	21679
13026	15820	15802	15822	15820
16166	16158	16261	16157	16283
18654	16094	15962	16095	15941

LAMPIRAN F LANJUTAN**Soekarno Hatta**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
17400	15633	15583	15633	15563
16389	16895	16977	16893	16986
15899	16655	16602	16655	16597
15906	15931	15945	15931	15949
22618	23451	23457	23451	23456
19858	22927	22802	22928	22786
21913	20606	20613	20606	20626
21040	21044	21098	21043	21098
17945	21320	21195	21322	21178
14747	15424	15411	15425	15421
17081	17545	17619	17544	17630
17833	17102	17190	17101	17207
17311	15412	15363	15413	15351
18526	19411	19370	19411	19354
13011	14036	14004	14037	14006
20995	20240	20182	20241	20174
23292	20548	20551	20547	20547
18980	22408	22393	22408	22380
18901	20164	20215	20165	20242
18378	18734	18803	18733	18814
19198	18361	18426	18360	18439

LAMPIRAN F LANJUTAN**Ngurah Rai**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
12748	*	*	*	*
15868	*	*	*	*
14060	15332	15499	15418	15598
12825	12120	12093	12086	12057
11536	12582	12588	12614	12620
14744	13889	13934	13843	13881
16849	14579	14515	14610	14553
20855	16549	16655	16603	16717
18848	19521	19529	19666	19671
17930	18913	18705	18888	18668
16092	17928	17946	17920	17926
17210	16908	16908	16833	16840
17149	17181	17200	17204	17229
14270	17161	17171	17163	17170
18843	15158	15197	15064	15104
15216	14262	14257	14359	14362
14776	15179	15155	15187	15162
15880	18127	18104	18124	18091
17840	16790	16881	16703	16796
25932	17489	17515	17544	17575
17140	22817	22713	23126	23016
15169	20436	20695	20086	20370
20809	15156	15026	15136	14990
15815	18703	18799	18915	19006
14334	16964	16937	16830	16800
16488	14978	15005	14919	14949

LAMPIRAN F LANJUTAN

Ngurah Rai

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
15131	16003	15976	16069	16047
14155	12965	12947	12929	12914
13749	13575	13585	13635	13642
19690	16885	16919	16864	16896
18308	19572	19623	19635	19711
20268	18385	18425	18366	18392
22449	20183	20271	20224	20323
22363	21212	20981	21321	21074
19395	21857	21678	21893	21697
21854	20040	20160	19965	20072
17827	21268	21289	21346	21369
22658	18837	18826	18724	18709
18695	21362	21351	21521	21520
14030	15535	15596	15467	15522
14122	14469	14348	14431	14318
16866	17247	17352	17249	17351
19802	16923	16873	16919	16866
19121	19304	19325	19385	19417
26878	19582	19726	19548	19691
22092	23246	23225	23568	23518
15642	23054	22786	22938	22667
20338	17485	17610	17283	17409
16441	18463	18272	18646	18447
22972	16868	16819	16798	16731
21183	21797	21773	21989	22004
15173	17325	17449	17258	17392

LAMPIRAN F LANJUTAN**Ngurah Rai**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
15112	15359	15370	15333	15335
18105	19023	19003	19004	18991
18145	18254	18249	18241	18232
27012	18228	18257	18228	18255
24963	24780	24781	25075	25111
19727	25201	25024	25167	24979
16897	21029	21073	20883	20919
18471	18225	18230	18101	18120
17042	17900	17801	17961	17859
16977	17196	17186	17171	17150
23569	16642	16578	16665	16589
16329	16895	16942	17024	17082
17537	17165	17274	17092	17207
20972	22153	22000	22212	22065
24384	21858	21939	21784	21872
36756	23621	23699	23727	23809
31064	33367	33600	33794	34064
19421	30940	30441	30893	30352
13715	21401	21364	21149	21095
15284	14786	14745	14652	14603

LAMPIRAN F LANJUTAN

Juanda

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
495	*	*	*	*
630	*	*	*	*
589	611	611	611	609
592	599	600	598	600
537	593	593	593	593
588	546	545	546	546
660	576	576	576	576
479	500	500	499	498
666	786	786	785	786
582	674	674	675	676
647	601	601	600	601
588	521	521	521	520
561	578	578	578	578
593	568	568	568	568
663	589	589	588	588
645	649	649	649	648
569	646	646	646	646
629	585	585	584	586
667	624	624	623	623
620	660	659	660	659
876	627	628	627	628
690	836	836	836	833
638	715	715	716	718
500	539	539	538	539
561	502	502	503	503
593	550	550	550	549

LAMPIRAN F LANJUTAN**Juanda**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
636	585	585	585	585
573	626	626	626	626
571	589	589	588	589
720	568	567	568	568
478	542	542	542	540
851	796	796	796	797
738	837	837	838	836
632	748	748	749	750
584	652	652	651	653
476	486	486	485	486
457	474	474	474	474
486	460	460	460	460
457	480	480	480	479
507	463	463	463	463
503	487	487	488	487
473	513	514	512	513
385	318	317	319	318
711	673	673	673	672
573	717	717	716	716
522	596	595	595	597
602	522	523	523	524
410	482	483	482	481
255	411	411	412	413
421	279	279	279	281
538	391	392	391	390
461	522	522	521	520

LAMPIRAN F LANJUTAN

Juanda

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
505	478	478	477	479
479	493	493	494	493
476	482	482	482	482
587	476	475	476	475
529	563	563	563	562
511	532	532	533	533
630	520	520	519	520
474	492	492	492	490
392	474	473	474	474
274	408	408	407	409
353	295	295	295	297
437	340	340	340	339
447	424	424	424	423
346	289	289	289	289
664	633	632	634	632
723	663	663	662	662
587	718	718	717	717
509	602	602	603	604
425	523	523	523	524
402	327	327	327	328

LAMPIRAN F LANJUTAN**Kualanamu**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
152	*	*	*	*
47	*	*	*	*
127	76	77	73	74
144	70	70	73	72
17	118	118	119	119
187	115	115	111	111
157	103	103	107	107
145	152	153	151	152
186	200	200	200	200
158	177	176	177	176
168	150	150	150	150
179	145	145	145	146
183	155	155	155	155
136	161	160	161	161
183	139	139	138	138
170	142	142	143	144
188	156	156	156	156
277	265	265	267	266
250	265	265	264	265
334	239	239	238	239
313	266	266	270	269
301	301	303	299	301
194	277	275	278	276
165	218	217	215	215
139	158	158	158	158
181	133	134	133	133

LAMPIRAN F LANJUTAN

Kualanamu

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
232	142	142	143	143
257	186	186	188	188
114	221	220	222	221
310	260	261	256	256
166	237	238	239	241
168	288	287	284	283
152	181	181	179	180
307	139	138	139	139
195	203	202	208	207
151	221	220	218	218
132	151	152	151	151
153	123	123	123	123
42	125	125	126	126
125	72	72	69	69
130	67	67	70	70
137	203	203	203	203
133	157	157	155	155
232	183	184	183	184
111	196	196	197	197
156	142	141	139	139
136	116	115	118	117
123	128	129	128	128
43	111	111	111	111
179	61	61	60	59
143	90	90	93	94
121	142	143	141	142

LAMPIRAN F LANJUTAN**Kualanamu**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
107	113	113	113	113
145	185	186	185	185
89	149	149	148	148
166	158	158	156	156
129	139	140	139	140
169	127	127	127	126
158	131	131	133	132
128	145	146	145	146
103	123	123	123	123
125	98	97	98	97
131	97	96	98	98
61	112	112	112	113
149	77	78	75	76
99	171	171	175	174
141	215	216	210	211
197	131	131	131	131
172	151	151	152	153
144	161	160	162	161
151	137	137	137	137
132	128	128	129	129

LAMPIRAN G**Hasil Peramalan Data *Out-sample*****Soekarno Hatta**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
14381	15465	15408	15466	15395
15944	17765	17749	17766	17753
17486	16347	16293	16347	16290
16328	14840	14791	14840	14778
15468	18478	18549	18477	18555
11273	11881	11924	11881	11945
21669	17803	17667	17804	17641
26676	19899	20252	19895	20292
21075	25019	24841	25020	24788
19009	22702	22701	22703	22725
16102	19710	19550	19712	19533
16970	16866	16910	16867	16929

LAMPIRAN G LANJUTAN**Ngurah Rai**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
13215	15147	15193	15183	15237
21640	13773	13734	13712	13672
24049	18594	18567	18910	18893
17773	18265	18318	18284	18350
17144	17745	17782	17745	17774
18482	21442	21203	21462	21202
23372	20342	20480	20172	20331
32579	20103	20155	20351	20351
27476	33134	33870	33299	34161
22331	27910	27467	27830	27368
19317	24838	24754	24601	24554
22751	19615	19464	19564	19398

LAMPIRAN G LANJUTAN

Juanda

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
391	386	386	386	385
427	389	389	389	389
522	416	415	416	415
464	508	509	508	507
329	477	477	477	478
344	192	192	193	194
335	612	611	612	609
601	405	406	403	408
503	561	562	561	558
641	508	508	509	510
530	609	608	610	607
408	430	430	431	432

LAMPIRAN G LANJUTAN**Kualanamu**

Aktual	GSTAR(1 ₁) – OLS		GSTAR(1 ₁) – SUR	
	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang	Invers Jarak	Normalisasi Korelasi Silang
138	124	125	123	124
134	117	117	118	118
201	119	119	119	119
147	150	150	151	152
151	151	151	150	150
126	227	226	229	227
182	239	240	234	236
225	163	160	164	162
188	187	188	187	189
210	182	181	182	181
181	180	181	180	181
143	172	171	172	171

Lampiran H

Syntax Program SAS

Identifikasi Model GSTAR

```

data WJ;
infile "F:\KULIAH\Tahun 4\Mata Kuliah (8)\Tugas Akhir\Bismillah
3\dummy 123\orde GSTAR.txt"
dlim='09'x;
input e1 e2 e4 e5;

proc varmax data=WJ;
model e1 e2 e4 e5/ p=1 lagmax=71 printall minic=(type=SBC
p=(0:9) q=(0:4))
noint
noint print=(corr pcorr);
run;

```

Estimasi Parameter Model GSTAR

```

Data WJInvers;
infile "F:\KULIAH\Tahun 4\Mata Kuliah (8)\Tugas Akhir\Bismillah
3\dummy 123\1245 Invers.txt"
dlim='09'x;
input e1 e2 e4 e5 e1t1 v1t1 e2t1 v2t1 e4t1 v4t1 e5t1 v5t1;

proc syslin data=WJInvers sur;
e1t: model e1=e1t1 v1t1/ noint;
e2t: model e2=e2t1 v2t1/ noint;
e4t: model e4=e4t1 v4t1/ noint;
e5t: model e5=e5t1 v5t1/ noint;
run;

```

LAMPIRAN I**Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR dengan Bobot*****Invers Jarak***

The SYSLIN Procedure					
Ordinary Least Squares Estimation					
Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e1t1	1	-0.34548	0.128451	-2.69	0.0090
v1t1	1	0.007179	0.025003	0.29	0.7749
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e2t1	1	-0.28369	0.116091	-2.44	0.0171
v2t1	1	-1.92E-8	1.973E-8	-0.97	0.3344
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e4t1	1	-0.19424	0.138876	-1.40	0.1665
v4t1	1	2.714305	5.741011	0.47	0.6379
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e5t1	1	-0.47131	0.105408	-4.47	<.0001
v5t1	1	0.001636	0.010962	0.15	0.8818

LAMPIRAN I LANJUTAN

The SYSLIN Procedure					
Seemingly Unrelated Regression Estimation					
Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e1t1	1	-0.34588	0.127489	-2.71	0.0084
v1t1	1	0.007253	0.024941	0.29	0.7721
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e2t1	1	-0.25194	0.113298	-2.22	0.0295
v2t1	1	-1.8E-8	1.972E-8	-0.91	0.3652
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e4t1	1	-0.19103	0.136454	-1.40	0.1661
v4t1	1	2.418486	5.458413	0.44	0.6591
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e5t1	1	-0.44204	0.100209	-4.41	<.0001
v5t1	1	0.000971	0.010943	0.09	0.9295

LAMPIRAN J

**Hasil Estimasi Parameter Model GSTAR dengan Bobot
Normalisasi Korelasi Silang**

The SYSLIN Procedure					
Ordinary Least Squares Estimation					
Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e1t1	1	-0.32753	0.130154	-2.52	0.0142
v1t1	1	-0.00003	0.010036	-0.00	0.9974
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e2t1	1	-0.28195	0.115137	-2.45	0.0169
v2t1	1	-1.16E-8	1.012E-8	-1.15	0.2562
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e4t1	1	-0.19567	0.139727	-1.40	0.1659
v4t1	1	-0.47579	0.987653	-0.48	0.6315
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e5t1	1	-0.47306	0.105725	-4.47	<.0001
v5t1	1	-0.00173	0.007699	-0.22	0.8229

LAMPIRAN J LANJUTAN

The SYSLIN Procedure					
Seemingly Unrelated Regression Estimation					
Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e1t1	1	-0.32923	0.129141	-2.55	0.0131
v1t1	1	0.000420	0.010026	0.04	0.9667
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e2t1	1	-0.24978	0.112332	-2.22	0.0295
v2t1	1	-1.12E-8	1.011E-8	-1.11	0.2700
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e4t1	1	-0.20664	0.137605	-1.50	0.1378
v4t1	1	-0.44345	0.938347	-0.47	0.6380
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
e5t1	1	-0.44502	0.100472	-4.43	<.0001
v5t1	1	-0.00139	0.007684	-0.18	0.8575

LAMPIRAN K**Syntax Program Matlab untuk Uji *Multivariate* Normal**

```

clc;
clear;
Y=xlsread('model 1245 (dummy 123) all
parameter.xlsx','Residu Invers OLS','I2:L71');
Y1=Y(:,1);
Y4=Y(:,2);
Y5=Y(:,3);
alpha = 0.05;

Y_bar = mean(Y);
[t,n] = size(Y);
X=[];

%Yi - Yi_bar
for j=1:n;
    eval('X=[X, (Y(:,j)-mean(Y(:,j)))]');
end;

%menghitung jarak mahalanobis (d2t)
S=cov(Y);
D2T = X*inv(S)*transpose(X);
d2t = sort(diag(D2T));

%menghitung untuk nilai chi-square
Pi=[];
for i=1:t;
    pi=Pi;
    xi=(i-0.5)/t;
    Pi=[pi,xi];
end;

%mencari nilai qcp
Qcp=[];
for i=1:t;
    qcp=Qcp;

```

LAMPIRAN K LANJUTAN

```

        yi=chi2inv(Pi(i),n);
        Qcp=[qcp,yi];
end;
Q=transpose(Qcp);
scatter(d2t,Q);
xlabel('D2i'),ylabel('q(c,p)');

%uji hipotesis
chi=chi2inv(1-alpha,n);
disp(chi);
total=0;
for i=1:t
    if d2t(i,1)<=chi
        total=total+1;
    end;
end;

%menghitung probabilitas
P=total/t;
disp(P);
%penarikan kesimpulan
if P<0.05
    disp('data tidak berdistribusi
multivariate normal ');
else
    disp('data berdistribusi multivariate
normal');
end;

```

LAMPIRAN L**Hasil Nilai d_i^2 dan Nilai $q_{c,p}$ untuk Uji *Multivariate Normal***

GSTAR(1_1) – OLS				GSTAR(1_1) – SUR			
Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang		Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang	
d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$
0.508	0.249	0.518	0.249	0.560	0.249	0.539	0.249
0.652	0.446	0.589	0.446	0.609	0.446	0.553	0.446
0.709	0.589	0.701	0.589	0.682	0.589	0.679	0.589
0.771	0.711	0.796	0.711	0.754	0.711	0.790	0.711
0.844	0.820	0.845	0.820	0.851	0.820	0.859	0.820
0.874	0.922	0.863	0.922	0.872	0.922	0.867	0.922
0.940	1.017	0.963	1.017	0.953	1.017	0.978	1.017
0.978	1.109	0.999	1.109	0.976	1.109	0.990	1.109
0.987	1.197	1.016	1.197	1.016	1.197	1.012	1.197
1.025	1.283	1.046	1.283	1.029	1.283	1.041	1.283
1.107	1.366	1.161	1.366	1.119	1.366	1.176	1.366
1.241	1.449	1.268	1.449	1.194	1.449	1.224	1.449
1.431	1.529	1.465	1.529	1.410	1.529	1.471	1.529
1.479	1.609	1.487	1.609	1.511	1.609	1.486	1.609
1.525	1.688	1.510	1.688	1.525	1.688	1.541	1.688
1.533	1.767	1.591	1.767	1.566	1.767	1.633	1.767
1.948	1.845	1.894	1.845	1.849	1.845	1.803	1.845
1.995	1.923	2.011	1.923	1.989	1.923	2.010	1.923
2.184	2.000	2.224	2.000	2.220	2.000	2.215	2.000
2.202	2.078	2.233	2.078	2.228	2.078	2.284	2.078
2.237	2.156	2.310	2.156	2.271	2.156	2.310	2.156
2.261	2.234	2.323	2.234	2.326	2.234	2.334	2.234
2.443	2.312	2.367	2.312	2.348	2.312	2.367	2.312
2.508	2.391	2.367	2.391	2.427	2.391	2.386	2.391
2.541	2.470	2.554	2.470	2.552	2.470	2.423	2.470
2.678	2.550	2.785	2.550	2.636	2.550	2.746	2.550

LAMPIRAN L LANJUTAN

GSTAR(1 ₁) – OLS				GSTAR(1 ₁) – SUR			
Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang		Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang	
d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$
2.870	2.631	2.845	2.631	2.815	2.631	2.801	2.631
2.981	2.712	2.882	2.712	2.894	2.712	2.869	2.712
3.023	2.794	2.984	2.794	2.918	2.794	2.912	2.794
3.043	2.877	3.010	2.877	3.063	2.877	2.963	2.877
3.059	2.962	3.018	2.962	3.067	2.962	2.983	2.962
3.128	3.047	3.029	3.047	3.069	3.047	3.016	3.047
3.160	3.134	3.085	3.134	3.262	3.134	3.150	3.134
3.343	3.222	3.463	3.222	3.361	3.222	3.415	3.222
3.401	3.311	3.465	3.311	3.451	3.311	3.611	3.311
3.512	3.403	3.589	3.403	3.612	3.403	3.621	3.403
3.702	3.495	3.633	3.495	3.665	3.495	3.731	3.495
3.891	3.590	3.892	3.590	3.868	3.590	3.745	3.590
3.920	3.687	3.912	3.687	4.043	3.687	3.992	3.687
3.965	3.786	3.984	3.786	4.088	3.786	4.077	3.786
4.070	3.888	4.080	3.888	4.146	3.888	4.121	3.888
4.172	3.992	4.149	3.992	4.158	3.992	4.137	3.992
4.206	4.098	4.157	4.098	4.181	4.098	4.170	4.098
4.214	4.208	4.169	4.208	4.205	4.208	4.262	4.208
4.259	4.321	4.222	4.321	4.208	4.321	4.267	4.321
4.260	4.438	4.260	4.438	4.296	4.438	4.354	4.438
4.284	4.558	4.275	4.558	4.356	4.558	4.399	4.558
4.499	4.683	4.540	4.683	4.534	4.683	4.579	4.683
4.810	4.812	4.756	4.812	4.682	4.812	4.694	4.812
4.867	4.946	4.803	4.946	4.717	4.946	4.724	4.946
4.893	5.086	4.882	5.086	4.779	5.086	4.728	5.086
4.911	5.232	4.891	5.232	4.878	5.232	4.855	5.232
4.914	5.385	5.052	5.385	4.942	5.385	4.935	5.385

LAMPIRAN L LANJUTAN

GSTAR(1 ₁) – OLS				GSTAR(1 ₁) – SUR			
Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang		Invers Jarak		Normalisasi Korelasi Silang	
d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$	d_i^2	$q_{c,p}$
5.032	5.546	5.157	5.546	4.951	5.546	5.022	5.546
5.348	5.715	5.297	5.715	5.281	5.715	5.235	5.715
5.432	5.895	5.477	5.895	5.559	5.895	5.607	5.895
5.780	6.085	5.684	6.085	5.748	6.085	5.630	6.085
6.108	6.289	6.170	6.289	6.011	6.289	6.128	6.289
6.233	6.508	6.224	6.508	6.301	6.508	6.146	6.508
6.447	6.745	6.249	6.745	6.444	6.745	6.328	6.745
6.449	7.003	6.426	7.003	6.536	7.003	6.427	7.003
6.997	7.288	6.863	7.288	6.804	7.288	6.646	7.288
8.042	7.606	8.202	7.606	8.200	7.606	8.424	7.606
8.422	7.965	8.462	7.965	8.424	7.965	8.465	7.965
8.554	8.381	8.659	8.381	8.766	8.381	8.840	8.381
9.149	8.876	8.856	8.876	9.150	8.876	8.865	8.876
9.245	9.488	9.292	9.488	9.481	9.488	9.497	9.488
9.934	10.297	9.986	10.297	9.737	10.297	9.801	10.297
10.188	11.506	10.129	11.506	10.277	11.506	10.305	11.506
13.684	14.048	13.954	14.048	13.598	14.048	13.805	14.048
Jumlah $d_i^2 < q_{c,p}$							
67		67		67		66	
95,71%		95,71%		95,71%		94,28%	

LAMPIRAN M

Tabel t

Titik Persentase Distribusi t (df = 1 - 40)

Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
df	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370
11	0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.02470
12	0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	3.92963
13	0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	3.85198
14	0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	3.78739
15	0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	3.73283
16	0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	3.68615
17	0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.64577
18	0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.61048
19	0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.57940
20	0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.55181
21	0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.52715
22	0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.50499
23	0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.48496
24	0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.46678
25	0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.45019
26	0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.43500
27	0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.42103
28	0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.40816
29	0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.39624
30	0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.38518
31	0.68249	1.30946	1.69552	2.03961	2.45282	2.74404	3.37490
32	0.68223	1.30857	1.69389	2.03693	2.44868	2.73848	3.36531
33	0.68200	1.30774	1.69236	2.03452	2.44479	2.73328	3.35634
34	0.68177	1.30695	1.69092	2.03224	2.44115	2.72839	3.34793
35	0.68156	1.30621	1.68957	2.03011	2.43772	2.72381	3.34005
36	0.68137	1.30551	1.68830	2.02809	2.43449	2.71948	3.33262
37	0.68118	1.30485	1.68709	2.02619	2.43145	2.71541	3.32563
38	0.68100	1.30423	1.68595	2.02439	2.42857	2.71156	3.31903
39	0.68083	1.30364	1.68488	2.02269	2.42584	2.70791	3.31279
40	0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.30688

LAMPIRAN M LANJUTAN

Titik Persentase Distribusi t (df = 41 – 80)

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
41	0.68052	1.30254	1.68288	2.01954	2.42080	2.70118	3.30127
42	0.68038	1.30204	1.68195	2.01808	2.41847	2.69807	3.29595
43	0.68024	1.30155	1.68107	2.01669	2.41625	2.69510	3.29089
44	0.68011	1.30109	1.68023	2.01537	2.41413	2.69228	3.28607
45	0.67998	1.30065	1.67943	2.01410	2.41212	2.68959	3.28148
46	0.67986	1.30023	1.67866	2.01290	2.41019	2.68701	3.27710
47	0.67975	1.29982	1.67793	2.01174	2.40835	2.68456	3.27291
48	0.67964	1.29944	1.67722	2.01063	2.40658	2.68220	3.26891
49	0.67953	1.29907	1.67655	2.00958	2.40489	2.67995	3.26508
50	0.67943	1.29871	1.67591	2.00856	2.40327	2.67779	3.26141
51	0.67933	1.29837	1.67528	2.00758	2.40172	2.67572	3.25789
52	0.67924	1.29805	1.67469	2.00665	2.40022	2.67373	3.25451
53	0.67915	1.29773	1.67412	2.00575	2.39879	2.67182	3.25127
54	0.67906	1.29743	1.67356	2.00488	2.39741	2.66998	3.24815
55	0.67898	1.29713	1.67303	2.00404	2.39608	2.66822	3.24515
56	0.67890	1.29685	1.67252	2.00324	2.39480	2.66651	3.24226
57	0.67882	1.29658	1.67203	2.00247	2.39357	2.66487	3.23948
58	0.67874	1.29632	1.67155	2.00172	2.39238	2.66329	3.23680
59	0.67867	1.29607	1.67109	2.00100	2.39123	2.66176	3.23421
60	0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.23171
61	0.67853	1.29558	1.67022	1.99962	2.38905	2.65886	3.22930
62	0.67847	1.29536	1.66980	1.99897	2.38801	2.65748	3.22696
63	0.67840	1.29513	1.66940	1.99834	2.38701	2.65615	3.22471
64	0.67834	1.29492	1.66901	1.99773	2.38604	2.65485	3.22253
65	0.67828	1.29471	1.66864	1.99714	2.38510	2.65360	3.22041
66	0.67823	1.29451	1.66827	1.99656	2.38419	2.65239	3.21837
67	0.67817	1.29432	1.66792	1.99601	2.38330	2.65122	3.21639
68	0.67811	1.29413	1.66757	1.99547	2.38245	2.65008	3.21446
69	0.67806	1.29394	1.66724	1.99495	2.38161	2.64898	3.21260
70	0.67801	1.29376	1.66691	1.99444	2.38081	2.64790	3.21079
71	0.67796	1.29359	1.66660	1.99394	2.38002	2.64686	3.20903
72	0.67791	1.29342	1.66629	1.99346	2.37926	2.64585	3.20733
73	0.67787	1.29326	1.66600	1.99300	2.37852	2.64487	3.20567
74	0.67782	1.29310	1.66571	1.99254	2.37780	2.64391	3.20406
75	0.67778	1.29294	1.66543	1.99210	2.37710	2.64298	3.20249
76	0.67773	1.29279	1.66515	1.99167	2.37642	2.64208	3.20096
77	0.67769	1.29264	1.66488	1.99125	2.37576	2.64120	3.19948
78	0.67765	1.29250	1.66462	1.99085	2.37511	2.64034	3.19804
79	0.67761	1.29236	1.66437	1.99045	2.37448	2.63950	3.19663
80	0.67757	1.29222	1.66412	1.99006	2.37387	2.63869	3.19526

BIODATA PENULIS



Faridathul Noor Isnaini (Farida), lahir di Sidoarjo pada tanggal 08 November 1998, anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SD Hang Tuah-3 Surabaya (2004-2010), SMP Negeri 2 Surabaya (2010-2013), dan SMA Negeri 13 Surabaya (2013-2016). Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan mengambil bidang minat matematika terapan yang terdiri dari riset operasi dan pengolahan data.

Penulis aktif di beberapa organisasi diantaranya Himpunan Mahasiswa Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (HIMATIKA-ITS) sebagai *second secretary* periode 2017-2018, *first secretary* periode 2018-2019 dan sebagainya. Penulis juga aktif dalam kepanitian-kepanitian seperti Olimpiade Matematika ITS (OMITS 2018), OMITS 2019, Generasi Integralistik (GERIGI ITS 2017), GERIGI ITS 2018 dan sebagainya. Jika ingin memberikan saran, kritik atau pendapat mengenai Tugas Akhir ini bisa melalui email faridathulni.fni@gmail.com