



TUGAS AKHIR - KS 141501

PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG MENGUNAKAN METODE SEASONAL ARIMAX- GARCH

FORECASTING THE NUMBER OF TUBERCULOSIS INCIDENCE IN MALANG REGENCY USING SEASONAL ARIMAX-GARCH METHOD

TRISHNA FADEA DURROTUN NASEHAH
NRP 5214100068

Dosen Pembimbing
Edwin Riksakomara, S. Kom., M. T.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

TUGAS AKHIR - KS 141501

**PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG
MENGUNAKAN METODE SEASONAL
ARIMAX-GARCH**

TRISHNA FADEA DURROTUN NASEHAH
NRP 5214100068

Dosen Pembimbing

Edwin Riksakomara, S. Kom., M. T.

JURUSAN SISTEM INFORMASI

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

TUGAS AKHIR - KS 141501

**FORECASTING THE NUMBER OF
TUBERCULOSIS INCIDENCE IN MALANG
REGENCY USING SEASONAL ARIMAX-GARCH
METHOD**

TRISHNA FADEA DURROTUN NASEHAH
NRP 5214100068

Dosen Pembimbing
Edwin Riksakomara, S. Kom., M. T.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN
PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG
MENGGUNAKAN METODE SEASONAL ARIMAX-
GARCH

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Trishna Fadea Durrotun Nasehah
NRP 5214100068

Surabaya, Januari 2018

PLH KEPALA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI



Edwin Riksakomara, S. Kom, M.T
NIP. 19690725 200312 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN METODE SEASONAL ARIMAX-GARCH

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Trishna Fadea Durrotun Nasehah
NRP 5214100068

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 15 Januari 2018

Periode Wisuda :

8 Maret 2018

Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

(Pembimbing 1)

Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

(Penguji 1)

Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng.

(Penguji 2)

**PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG
MENGUNAKAN METODE SEASONAL ARIMAX-
GARCH**

Nama Mahasiswa : Trishna Fadea Durrotun Nasehah
NRP : 5214100068
Departemen : SISTEM INFORMASI FTIK-ITS
Dosen Pembimbing : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

ABSTRAK

Dinas Kesehatan Jawa Timur mencatat jumlah penderita Tuberkulosis (TB) tahun 2015 sebanyak 15.371 kasus. Dinas Kesehatan Kota Malang mencatat pada tahun 2015 terdapat 1.123 kasus TB. Pada tahun 2016 mengalami kenaikan menjadi 1.851 kasus TB, sehingga dinyatakan mengalami peningkatan kasus hingga 50%. Pencegahan dan pengendalian dibutuhkan melihat dari tingginya angka kasus TB. Banyak penelitian berupa peramalan yang dilakukan untuk mengetahui jumlah kasus TB periode kedepan dalam upaya pencegahan dan dan pengendalian munculnya banyak kasus baru. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan jumlah kasus tuberkolosis di Kabupaten Malang yang melibatkan faktor luar berupa suhu dan kelembapan udara dengan metode SARIMAX-GARCH. Data yang digunakan dalam peramalan merupakan data olah dalam periode bulanan dari Januari 2007 hingga September 2016 untuk setiap variabel yang terlibat. Sebelum melakukan peramalan jumlah penderita TB, dilakukan pembuatan model dengan menggunakan metode SARIMA. Model terbaik dari hasil pemodelan inilah yang nantinya akan

digunakan sebagai model untuk melakukan peramalan pada periode 2016-2018.

Luaran dari tugas akhir ini adalah peramalan jumlah penderita tuberkulosis dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan rata-rata untuk periode Oktober 2016-Desember 2017. Evaluasi hasil peramalan dengan menggunakan MAPE membuktikan bahwa model terbaik SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ memberikan hasil sangat baik dengan nilai MAPE 4.28% dan MDA 0.71 dan untuk model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) memiliki nilai MAPE 4.90% dan MDA 0.72.

Metode SARIMAX lebih cocok digunakan untuk melakukan peramalan data jumlah penderita tuberkulosis Kabupaten Malang karena menghasilkan MAPE yang lebih kecil daripada metode SARIMAX-GARCH. Peramalan dengan menggunakan satu variabel independen saja dapat menjadikan hasil peramalan lebih baik karena adanya pengaruh multikolinearitas antar variabel independen.

Kata kunci: Garch, Peramalan, SARIMA, SARIMAX, Tuberkulosis

FORECASTING NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES IN MALANG DISTRICT USING SEASONAL ARIMAX- GARCH METHOD

Name : Trishna Fadea Durrotun Nasehah
NRP : 5214100068
Department : SISTEM INFORMASI FTIK-ITS
Supervisor : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

ABSTRACT

East Java Health Office recorded the number of Tuberculosis (TB) patients in 2015 as many as 15,371 cases. Malang City Health Office noted in 2015 there are 1212 cases of TB. In 2016 experienced an increase to 1,851 cases of TB, so it is claimed to have increased cases by 50%. Prevention and control need to see from the high number of TB cases. A lot of research in the form of forecasting is done to know the number of future TB cases in the prevention and control of the emergence of many new cases. This study aims to forecast the number of cases of tuberculosis in Malang Regency that involves outside factors such as temperature and humidity by SARIMAX-GARCH method. The data used in forecasting is monthly period from January 2007 to September 2016 for each variable involved. Before doing the forecasting number of tuberculosis patients, modeling using SARIMA method was made. The best model of this modeling result will be used as a model for forecasting in the period 2016-2018.

The outcome of this final project is the forecasting of the number of tuberculosis patients affected by the average

temperature and humidity for the period of October 2016-December 2017. Evaluation of forecasting results using MAPE proves that the best model of SARIMAX (0,1,3) (1,1,2)₆ gives excellent results with MAPE 4.28% and MDA 0.71. For SARIMAX (3.1,0) (1,1,2)₆ GARCH (1) model has MAPE 4.90% and MDA 0.72.

SARIMAX method is more suitable for data forecasting the number of tuberculosis patient in Malang Regency because it produces MAPE smaller than SARIMAX-GARCH method. Forecasting using one independent variable alone can make better forecasting results because of the influence of multicollinearity among independent variables.

Keywords: *Garch, Forecasting, SARIMA, SARIMAX, Tuberculosis*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul **“PERAMALAN JUMLAH KASUS PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN METODE SEASONAL ARIMAX-GARCH”**. Sebagai salah satu syarat kelulusan pada Jurusan Sistem Informasi , Fakultas Teknologi Infomasi, Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Secara khusus penulis akan menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.
2. Bapak Tri Hadiyanto dan Ibu Eni Herlina selaku orang tua penulis, Trishna Nadhifa dan Trishna Alghifari selaku adik penulis, serta segenap keluarga yang telah mendoakan dan senantiasa mendukung serta selalu memberikan semangat selama penulis menempuh studi hingga penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Edwin Riksakomara selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk mendukung dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
4. Ibu Wiwik Anggraeni dan Bapak Faizal Mahananto selaku dosen penguji penulis yang selalu memberikan masukan dan meningkatkan kualitas dari Tugas Akhir ini.
5. Bapak Faisal Johan Atletiko selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan selama penulis

menempuh masa perkuliahan dan penelitian tugas akhir.

6. Para bapak dan ibu dosen jurusan Sistem Informasi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga dalam empat tahun masa studi penulis. Serta seluruh staff dan karyawan Jurusan Sistem Informasi yang telah memfasilitasi kebutuhan administrasi akademis penulis selama berkuliah.
7. Sahabat-sahabat penulis, *breakfreak* yaitu Rieca Permata Sari, Yolada Wulandari, Cantika Grastiyola, Miranda Mardhatillah, Marisya Fitri Islamy dan Sriwahyuni serta teman tertawa Andika Bagaskara yang telah menyemangati dan menemani sampai tugas akhir selesai. Tidak lupa pula sahabat seperjuangan kuliah, *aw* yaitu Ria Widiya Ariani, Niken Dwi T, Erma Maulina, dan Hiqma Lovenya yang sudah membuat masa perkuliahan menjadi masa yang indah dikenang.
8. Teman-teman seperjuangan Lab RDIB, OSIRIS dan Sosmas Harmonis yang tidak dapat disebutkan namanya semua, terima kasih telah memberi semangat dan mendukung untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
9. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu dalam kelancaran penyelesaian tugas akhir.

Penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saya menerima adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan menjadi sebuah kontribusi bagi ilmu pengetahuan.

Surabaya, 20 Januari 2018

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan	6
1.5. Manfaat.....	6
1.6. Relevansi	6
BAB II.....	9
2.1. Studi Sebelumnya.....	9
2.2. Dasar Teori.....	13
2.2.1. Tuberkulosis	13
2.2.2. Kabupaten Malang	14
2.2.3. Peramalan	15
2.2.4. Pola data dalam Peramalan.....	15
2.2.5. Uji linieritas dan Multikolinearitas	15
2.2.6. Metode ARIMA.....	16
2.2.7. Model SARIMAX	17
2.2.8. Tahapan Analisis Model SARIMAX.....	18
2.2.9. Metode Peramalan <i>Eksponential Holt Winter</i>	25
2.2.10. Ukuran Ketepatan Metode Peramalan	26
2.2.11. Uji Mean Directional Accuracy (MDA).....	27
BAB III.....	29
3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir	29
3.1.1. Identifikasi Permasalahan dan Studi Literatur.....	30

3.1.2.	Pengumpulan dan Pra-Processing Data.....	30
3.1.3.	Pemodelan SARIMA.....	30
3.1.4.	Pemodelan SARIMAX Sementara.....	32
3.1.5.	Pemodelan SARIMAX- GARCH	33
3.1.6.	Peramalan Data yang Tersedia	33
3.1.7.	Pemilihan Model Terbaik.....	34
3.1.8.	Peramalan Model Mendatang.....	34
3.1.9.	Analisis Hasil Peramalan dan Penarikan Kesimpulan.....	34
3.1.10.	Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir....	35
BAB IV	37
4.1	Pengumpulan dan Pra-proses Data	37
4.1.1	Pengumpulan data.....	37
4.1.2	Pra-processing data.....	37
4.1.3	Menentukan data pelatihan dan data pengujian....	38
4.1.4	Menentukan variabel dependen dan independen..	38
4.2	Gambaran data masukan	38
4.3	Uji Stasioner Ragam	40
4.4	Transformasi Data.....	41
4.5	Uji Stasioner Rataan	41
4.6	Differencing data	41
4.7	Uji Linearitas dan Multikolinearitas	42
4.8	Pemodelan SARIMA	42
4.8.1	Estimasi parameter SARIMA	42
4.8.2	Uji Signifikansi SARIMA	43
4.8.3	Uji Diagnostik SARIMA	43
4.9	Pemodelan SARIMAX	44
4.9.1	Estimasi parameter SARIMAX	44
4.9.2	Uji Signifikansi SARIMAX	44
4.9.3	Uji Diagnostik SARIMAX	45
4.9.4	Pemilihan Model Terbaik SARIMAX.....	45
4.10	Uji Heterokedastistas	45
4.11	Pemodelan GARCH.....	46
4.11.1	Estimasi Parameter SARIMAX GARCH	46
4.11.2	Uji Signifikansi SARIMAX GARCH	46
4.11.3	Uji Diagnostik SARIMAX GARCH	47
4.11.4	Pemilihan Model Terbaik SARIMAX GARCH.	47

4.12 Peramalan Suhu dan Kelembapan Rata Rata	47
4.13 Peramalan Penderita Tuberkulosis	48
4.14 Ketepatan Model Peramalan	48
4.15 Gambaran Data Keluaran	48
BAB V	51
5.1 Pengujian Outlier	51
5.2 Menentukan Data Pelatihan dan Data Pengujian	52
5.3 Uji Stasioner Ragam	52
5.4 Transformasi Data	53
5.5 Uji Stasioner Rataan	54
5.6 Differencing Data	55
5.7 Uji Linieritas dan Multikolinieritas	56
5.8 Pemodelan SARIMA	58
5.8.1 Estimasi parameter SARIMA	58
5.8.2 Uji Signifikansi SARIMA	61
5.8.3 Uji Diagnostik SARIMA	63
5.9 Pemodelan SARIMAX	65
5.9.1 Estimasi parameter SARIMAX	65
5.9.2 Uji Signifikansi SARIMAX	66
5.9.3 Uji Diagnostik SARIMAX	67
5.9.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX Sementara	70
5.10 Uji Heterokedastistas	70
5.11 Pemodelan SARIMAX GARCH	72
5.11.1 Estimasi parameter SARIMAX GARCH	72
5.11.2 Uji Signifikansi SARIMAX GARCH	72
5.11.3 Uji Diagnostik SARIMAX GARCH	73
5.11.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX-GARCH	76
BAB VI	79
6.1 Hasil Uji Coba Model	79
6.2 Hasil Validasi Model	83
6.3 Analisis Hasil Uji Mean Directional Accuracy (MDA) ...	87
6.4 Hasil dan Analisis Peramalan Periode Mendatang	88
6.4.1 Hasil dan Analisis Peramalan Suhu Rata-rata	88

6.4.2 Hasil dan Analisis Peramalan Kelembapan Rata-rata	89
6.4.3 Hasil dan Analisis Peramalan Penderita Tuberkulosis	90
6.5 Analisis Hasil Peramalan	93
6.6 Analisis Pengaruh Multikolinieritas	94
BAB VII	99
7.1 Kesimpulan	99
7.2 Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
BIODATA PENULIS	105
LAMPIRAN A DATA MENTAH.....	A-1
LAMPIRAN B UJI SIGNIFIKANSI	B-1
LAMPIRAN C Uji Diagnostik.....	C-1
LAMPIRAN D Uji Heterokastistas.....	D-1
LAMPIRAN E Hasil Peramalan Model SARIMAX	E-1
LAMPIRAN F Hasil Peramalan Model SARIMAX-GARCH	F-1
LAMPIRAN G Hasil Uji Mean Directional Accuracy (MDA)	G-1
LAMPIRAN H Hasil Perhitungan Ramalan Multiplikative Holt Winter.....	H-1
LAMPIRAN I Hasil Perhitungan Ramalan Periode Mendatang	I-1
LAMPIRAN J Perhitungan Ramalan SARIMAX variabel Suhu.....	J-1
LAMPIRAN K Perhitungan Ramalan SARIMAX-GARCH Variabel Suhu.....	K-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	29
Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Penderita Tuberkulosis Januari 2007-September 2016	39
Gambar 4. 2 Grafik Suhu Rata-rata Januari 2007-September 2016.....	40
Gambar 4. 3 Grafik Kelembapan Rata-rata Januari 2007 - September 2016.....	40
Gambar 5.1 Hasil uji stasioner ragam data penderita tuberkulosis	53
Gambar 5.2 Grafik hasil transformasi data penderita tuberkulosis	54
Gambar 5. 3 Grafik differencing 1 seasonal dan non seasonal data penderita tuberkulosis.....	56
Gambar 6. 1 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	80
Gambar 6. 2 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	81
Gambar 6. 3 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	82
Gambar 6. 4 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	83
Gambar 6. 5 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ penderita tuberkolosis menggunakan data pelatihan	84
Gambar 6. 6 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ penderita tuberkolosis menggunakan data pelatihan	85
Gambar 6. 7 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan menggunakan data pelatihan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	86

Gambar 6. 8 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan menggunakan data pelatihan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	86
Gambar 6. 9 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan suhu rata-rata	89
Gambar 6. 10 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan kelembapan rata-rata	90
Gambar 6. 11 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	91
Gambar 6. 12 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	92
Gambar 6. 13 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX 1 dan 2 variabel dengan data pelatihan	95
Gambar 6. 14 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX 1 dan 2 variabel dengan data pengujian ...	96
Gambar 6. 15 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX-GARCH 1 dan 2 variabel dengan data pelatihan	97
Gambar 6. 16 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX-GARCH 1 dan 2 variabel dengan data pengujian	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Estimasi λ dengan transformasi Box-Cox	20
Tabel 2. 2 Pola teoritis ACF dan PACF dari proses musiman yang stasioner	22
Tabel 2. 3 Kriteria MAPE	27
Tabel 5.1 Hasil pengujian outlier variabel penderita tuberkulosis	51
Tabel 5.2 Hasil pengujian outlier data suhu rata-rata.....	52
Tabel 5.3 Hasil pengujian outlier data kelembapan rata-rata ..	52
Tabel 5.4 Hasil uji stasioner rata-rata data penderita tuberkulosis	55
Tabel 5.5 Hasil differencing 1 data penderita tuberkulosis....	56
Tabel 5.6 Hasil uji linieritas variabel dependen dan independen	57
Tabel 5.7 Uji Multikolineritas variabel independen.....	58
Tabel 5. 8 Grafik ACF dan PACF jumlah penderita tuberkulosis setelah dilakukan differencing pertama dan musiman lag 6 ..	60
Tabel 5.9 Estimasi parameter SARIMA data penderita tuberkulosis	61
Tabel 5.10 Uji Signifikansi parameter SARIMA (0,3,1) (1,1,2) ₆	62
Tabel 5.11 Uji signifikansi SARIMA	62
Tabel 5.12 Correlogram Q Statistics SARIMA (0,1,3)(1,1,2) ₆	63
Tabel 5.13 Correlogram Squared Residual SARIMA (0,1,3)(1,1,2) ₆	64
Tabel 5.14 Uji Diagnostik SARIMA.....	65
Tabel 5.15 Estimasi parameter SARIMAX data penderita tuberkulosis	65
Tabel 5.16 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	67
Tabel 5.17 Uji signifikansi SARIMAX.....	67

Tabel 5.18 Correlogram Q Statistics SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	68
Tabel 5.19 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	69
Tabel 5.20 Uji Diagnostik SARIMAX	69
Tabel 5.21 AIC dan SIC pada Model SARIMAX	70
Tabel 5.22 Hasil uji heterokedastistas SARIMAX(0,3,1)(1,1,2) ₆	71
Tabel 5. 23 Uji heterokedastistas model SARIMAX	71
Tabel 5. 24 Estimasi parameter SARIMAX GARCH	72
Tabel 5.25 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	73
Tabel 5.26 Uji Signifikansi SARIMAX GARCH	73
Tabel 5.27 Correlogram Q Statistics SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	74
Tabel 5.28 Correlogram Squared Residual SARIMA (3,1,0)(1,1,2) ₆	75
Tabel 5.29 Uji Heterokedatistas SARIMAX (3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	75
Tabel 5.30 Uji Diagnostik SARIMAX GARCH	76
Tabel 5.31 Nilai AIC dan SIC estimasi parameter SARIMAX-GARCH	77
Tabel 6. 1 Hasil uji coba model SARIMAX	80
Tabel 6. 2 Hasil uji coba model SARIMAX-GARCH	82
Tabel 6. 3 Hasil validasi model SARIMAX	84
Tabel 6. 4 Hasil validasi model SARIMAX-GARCH	85
Tabel 6. 5 Kemampuan mengikuti pola model SARIMAX	87
Tabel 6. 6 Kemampuan mengikuti pola model SARIMAX-GARCH	87
Tabel 6. 7 Perbandingan MAPE SARIMAX dan SARIMAX-GARCH	93
Tabel 6. 8 Perbandingan MAPE model dengan 1 dan 2 variabel independen model SARIMAX	94
Tabel 6. 9 Perbandingan MAPE model dengan 1 dan 2 variabel independen model SARIMAX GARCH	96
Tabel A. 1 Data aktual penderita tuberkulosis, suhu rata-rata, dan kelembapan rata-rata	A-1

Tabel B. 1 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,1) ₆	B-1
Tabel B. 2 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,2) ₆	B-1
Tabel B. 3 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,3) ₆	B-2
Tabel B. 4 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,4) ₆	B-2
Tabel B. 5 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆	B-2
Tabel B. 6 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆	B-3
Tabel B. 7 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆	B-3
Tabel B. 8 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,3) ₆	B-3
Tabel B. 9 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,4) ₆	B-4
Tabel B. 10 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₆	B-4
Tabel B. 11 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,2) ₆	B-4
Tabel B. 12 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,3) ₆	B-5
Tabel B. 13 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,4) ₆	B-5
Tabel B. 14 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆	B-5
Tabel B. 15 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆	B-6
Tabel B. 16 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆	B-6
Tabel B. 17 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,3) ₆	B-6
Tabel B. 18 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,4).....	B-7
Tabel B. 19 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	B-7
Tabel B. 20 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	B-7
Tabel B. 22 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	B-8
Tabel B. 23 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	B-8
Tabel B. 24 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	B-8
Tabel B. 25 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....	B-9
Tabel B. 26 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1).....	B-9
Tabel B. 27 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....	B-9
Tabel B. 28 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....	B-10
Tabel B. 29 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1).....	B-10

Tabel C. 1 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,1) ₆	C-1
Tabel C. 2 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,1) ₆	C-1
Tabel C. 3 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,2) ₆	C-2
Tabel C. 4 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,2) ₆	C-2
Tabel C. 5 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,3) ₆	C-3
Tabel C. 6 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,3) ₆	C-3
Tabel C. 7 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,4) ₆	C-4
Tabel C. 8 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,4) ₆	C-4
Tabel C. 9 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆	C-5
Tabel C. 10 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆	C-5
Tabel C. 11 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆	C-6
Tabel C. 12 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆	C-6
Tabel C. 13 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆	C-7
Tabel C. 14 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆	C-7
Tabel C. 15 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,3) ₆	C-8
Tabel C. 16 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,3) ₆	C-8
Tabel C. 17 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,4) ₆	C-9
Tabel C. 18 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,4) ₆	C-9

Tabel C. 19	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₆			C-10
Tabel C. 20	Uji Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₆			C-10
Tabel C. 21	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(0,1,2) ₆			C-11
Tabel C. 22	Uji Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(0,1,2) ₆			C-11
Tabel C. 23	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(0,1,3) ₆			C-12
Tabel C. 24	Uji Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(0,1,3) ₆			C-12
Tabel C. 25	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(0,1,4) ₆			C-13
Tabel C. 26	Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(0,1,4) ₆			C-13
Tabel C. 27	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆			C-14
Tabel C. 28	Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆			C-14
<i>Tabel C. 29</i>	<i>Uji Correlogram</i>	<i>Q-Statistic</i>	
SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆			C-15
<i>Tabel C. 30</i>	<i>Correlogram Squared</i>	<i>Residual</i>	
SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆			C-15
Tabel C. 31	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆			C-16
Tabel C. 32	Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆			C-16
Tabel C. 33	Uji Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(1,1,3) ₆			C-17
Tabel C. 34	Correlogram Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(1,1,3) ₆			C-17

Tabel C. 35	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMA(3,1,0)(1,1,4) ₆				C-18
Tabel C. 36	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMA(3,1,0)(1,1,4) ₆				C-18
Tabel C. 37	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆				C-18
Tabel C. 38	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆				C-19
Tabel C. 39	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆				C-19
Tabel C. 40	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆				C-20
Tabel C. 41	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆				C-20
Tabel C. 42	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆				C-21
Tabel C. 43	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆				C-21
Tabel C. 44	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆				C-22
Tabel C. 45	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆				C-22
Tabel C. 46	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆				C-23
Tabel C. 47	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....				C-23
Tabel C. 48	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....				C-24
Tabel C. 49	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1).....				C-24
Tabel C. 50	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1).....				C-25
Tabel C. 51	Uji	Correlogram	Q-Statistic	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....				C-25
Tabel C. 52	Correlogram	Squared	Residual	
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....				C-26

Tabel C. 53	Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....	C-26
Tabel C. 54	Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1).....	C-27
Tabel C. 55	Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	C-27
Tabel C. 56	Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	C-28
Tabel D. 1	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	D-1
Tabel D. 2	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	D-1
Tabel D. 3	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	D-1
Tabel D. 4	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	D-1
Tabel D. 5	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	D-1
Tabel D. 6	Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	D-1
Tabel E. 1	Hasil peramalan data pelatihan SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	E-1
Tabel E. 2	Hasil peramalan data pegujian SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	E-3
Tabel F. 1	Hasil Peramalan data pelatihan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....	F-1
Tabel F. 2	Hasil peramalan data pengujian SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	F-3
Tabel G. 3	Tabel F. 3 Hasil kemampuan mengikuti pola data pelatihan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	F-6
Tabel G. 1	Kemampuan mengikusi pola data pelatihan SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	G-1

Tabel G. 2 Kemampuan mengikuti pola data pengujian SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	G-4
Tabel G. 3 Tabel F. 5 Hasil kemampuan mengikuti pola data pelatihan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	G-6
Tabel G. 4 Hasil kemampuan mengikuti pola daya pengujian SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....	G-9
Tabel H. 1 Hasil peramalan variabel suhu rata-rata	H-1
Tabel H. 2 Hasil peramalan variabel kelembapan rata-rata ..	H-5
Tabel I. 1 Hasil peramalan Oktober 2016-Desember 2018 model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	I-1
Tabel I. 2 Hasil peramalan Oktober 2016-Desember 2018 SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1).....	I-2
Tabel J. 1 Hasil peramalan data pelatihan variabel suhu model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	J-1
Tabel J. 2 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	J-4
Tabel K. 1 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	K-1
Tabel K. 2 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	K-4

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan membahas terkait latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan relevansi terhadap pengerjaan tugas akhir.

1.1. Latar Belakang

Tuberkulosis (TB atau TBC) adalah penyakit yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycrobacterium Tuberculosis*) dan bersifat menular. Sumber penularan adalah pasien TB paru Basil Tahan Asam (BTA) positif yang menyebarkan kuman ke udara saat batuk atau bersin dalam bentuk percikan dahak (droplet nuclei)[1]. Robert Koch merupakan ilmuwan asal Jerman yang dalam penelitiannya tentang bakteri menemukan bakteri *Mycrobacterium Tuberculosis* pada tanggal 24 Maret 1882. Pasien yang terjangkit TB akan mengalami batuk-batuk, sakit dada, nafas pendek, hilang nafsu makan, berat badan turun, demam, kedinginan, dan kelelahan[2].

Penyakit TB di Indonesia merupakan nomor dua penyebab kematian dari golongan penyakit infeksi pada semua golongan usia. Sedangkan penyakit saluran pernafasan yang termasuk dalam golongan penyakit infeksi merupakan penyebab kematian nomor tiga setelah penyakit kardiovascular. Pasien terjangkit TB paru yang tidak melakukan pengobatan dalam jangka waktu 5 tahun memiliki kemungkinan 50% meninggal dunia, 25% menjadi kasus kronik yang tetap menular dan 25% sembuh sendiri karena daya tahan tubuh yang tinggi[3]. Infeksi TB adalah jenis infeksi penyakit yang harus ditangani tepat waktu untuk menghindari bahaya yang ditimbulkan bagi diri sendiri dan lingkungan sekitar[4].

World Health Organization (WHO) melalui Global Tuberculosis Report 2016 memberikan estimasi total 10,4 juta kasus baru TB akan terjadi di seluruh dunia pada tahun 2015. Spesifikasi kasus TB tersebut adalah penderita laki-laki

berjumlah 5,9 juta (56%), penderita perempuan 3,5 juta (34%) dan 1 juta penderita dalam usia anak-anak. Penderita yang mengalami kematian diperkirakan berjumlah 1,4 juta[5].

Indonesia termasuk dalam enam negara penyumbang 60% kasus baru tuberkulosis di dunia berdasarkan Global Tuberculosis report 2016 oleh WHO. Kasus TB di China, India dan Indonesia jika diakumulasikan akan menjadi penyumbang 45% dari total keseluruhan kasus TB yang terjadi di dunia tahun 2015. Tercatat Indonesia memiliki 395 kasus TB per 100.000 populasi ditahun 2015[5].

Dinas Kesehatan Jawa Timur mencatat jumlah penderita TB tahun 2015 sebanyak 15.371 kasus[6]. Dinas Kesehatan Kota Malang mencatat pada tahun 2015 terdapat 1.123 kasus TB. Pada tahun 2016 mengalami kenaikan menjadi 1.851 kasus TB, sehingga dinyatakan mengalami peningkatan kasus hingga 50%[7]. Pencegahan dan pengendalian dibutuhkan melihat dari tingginya angka kasus TB. Banyak penelitian berupa peramalan yang dilakukan untuk mengetahui jumlah kasus TB periode kedepan dalam upaya pencegahan dan dan pengendalian munculnya banyak kasus baru[8].

Peramalan mengenai jumlah kasus tuberkulosis sudah pernah dilakukan dengan membandingkan enam metode peramalan. Data kasus tuberkulosis merupakan data runtun waktu dengan pola musiman dan tren turun. Metode yang dibandingkan adalah linear regression, moving average, decomposition, Holt-Winter's, Box-Jenkins, dan artificial neural network (ANN). Peramalan umlah kasus TB dilakukan untuk lima tahun kedepan. Model ARIMA dengan pola musiman dari Metode Box-jenkins merupakan model yang paling bagus karena memiliki nilai error yang relatif kecil dibanding metode lainnya[9]. Penelitian mengenai peramalan jumlah kasus TB juga dilakukan dengan metode Box-Jenkins di Punjab, Pakistan. Peramalan jumlah Penderita TB di Pakistan dilakuan dengan metode ARIMA dengan estimasi parameter berjumlah 12 model ARIMA. Semua model ARIMA dibandingkan dengan

pengukuran *Akaike*, *Hannan-Quinn* dan *Schwarz* terkecil. Sehingga didapatkanlah model ARIMA terbaik dan digunakan untuk melkakukan peramalan jumlah penyakit TB tahun 2012. Peramalan penderita TB di Punjab menunjukkan akan adanya 11,43% kasus baru TB tahun 2012[10].Penelitian mengenai peramalan jumlah kasus TB juga pernah dilakukan di Iran pada tahun 2013 menggunakan metode Box-Jenkins. Penelitian tersebut bertujuan untuk meramalkan kasus tuberculosis tahun 2012-2014 berdasarkan data kasus tuberculosis tahun 2005-2011. Model ARIMA dengan pola musiman (SARIMA) menghasilkan peramalan terbaik berdasarkan AIC dan BIC terendah. Model SARIMA terbaik mempunyai AIC terkecil pada level 12,785, sedangkan BIC untuk semua model berada pada level yang relative sama[11].

Berdasarkan penelitian yang telah dipaparkan diatas, metode Box-Jenkins merupakan metode yang paling banyak digunakan[9][10][11]. Penggunaan pola musiman dan trend dapat memberikan hasil dengan kualitas peramalan yang lebih baik[9][11]. Namun model ARIMA dan SARIMA hanya dapat melibatkan satu variable saja yaitu variable dependent. Model yang dapat menggunakan variabel dependent dan variabel independent adalah model ARIMAX dan SARIMAX. SARIMAX lebih cocok digunakan untuk data runtun waktu yang dipengaruhi pola musiman. Model Seasonal ARIMAX (SARIMAX) adalah model SARIMA dengan variabel eXogen yang merupakan variabel independent yang mempengaruhi jumlah objek peramalan[12].

Penelitian tahun 2015 oleh Khairunnisa Siregar, menemukan korelasi signifikan antara kelembapan udara, suhu udara, dan curah hujan dengan kasus penyakit TB paru BTA Positif di Kabupaten Batubara tahun 2010-2012. Perhitungan korelasi signifikan menghasilkan nilai nilai $r = 0,428$ untuk kelembapan udara, nilai $r = 0,271$ untuk suhu udara dan nilai $r = 0,310$ untuk

curah hujan. Dari analisa multivariat juga menunjukkan korelasi signifikan antara kelembaban udara $p = 0,012$, suhu udara $p = 0,018$, Curah hujan $p = 0,017$. Sehingga kelembapan udara, suhu udara dan curah hujan dapat dijadikan variabel independen yang mempengaruhi terjadinya kasus TB di Batubara[13].

Model SARIMAX juga pernah digunakan untuk melakukan peramalan penjualan harian pada industri ritel makanan. Variable pengurangan harga, efek liburan dan efek bulanan digunakan menjadi variable eXogen. Nilai *adjusted R²* jika menggunakan tiga variable eXogen terhadap model SARIMAX penjualan makanan bernilai 0,613. Dengan model SARIMAX yang dipengaruhi tiga variable eXogen, maka dihasilkan mean absolute percentage error (MAPE) dan *root mean squared error* (RMSE) yang tercil pula terhadap peramalan, yaitu 23,059 dan 16,973 secara berurutan[14]. Pada tahun yang sama, penelitian juga dilakukan terhadap data inflasi nasional dengan model ARIMAX-GARCH, ARIMAX-APARCH dan GJR-ARIMAX-GJR GARCH. Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) dibutuhkan untuk mengatasi adanya volatilitas yang tidak konstan. Model ARIMAX-GARCH menghasilkan nilai evaluasi kinerja model dengan MSE, MAE dan MAPE sebesar 0,599; 0,502; 2,045 secara berurutan. Sehingga dapat memberikan hasil peramalan yang baik[15].

Peramalan yang akan dilakukan pada tugas akhir terhadap jumlah kasus tuberkolosis di Kabupaten Malang yang melibatkan faktor luar berupa suhu dan kelembapan udara dengan metode SARIMAX-GARCH. Harapan dengan dilakukannya penelitian ini, Kabupaten Malang dapat mengetahui prediksi jumlah kasus tuberculosi kedepan sehingga dapat melakukan pencegahan dan pengendalian munculnya banyak kasus baru. [2]

1.2. Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang dapat diselesaikan dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana bentuk model SARIMAX-GARCH terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan jumlah kasus Tuberkulosis di kabupaten Malang pada tahun 2016-2018?
2. Bagaimana hasil peramalan jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Malang pada tahun 2016-2018 menggunakan model SARIMAX-GARCH terbaik?
3. Bagaimana akurasi model SARIMAX-GARCH terbaik untuk meramalkan jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Malang pada tahun 2016-2018?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah di dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Studi kasus yang digunakan menggunakan data Kabupaten Malang periode Januari 2007 hingga September 2016
2. Data yang digunakan adalah data jumlah kasus TB yang berasal dari Dinas Kesehatan Kabupaten Malang dan data suhu serta kelembapan udara dari Stasiun Klimatologi Karang Ploso Malang yang direkam dalam situs online resmi milik Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
3. Peramalan dilakukan untuk memprediksi jumlah kasus TB di Kabupaten Malang bulan September 2016 sampai dengan Desember 2018.
4. Peramalan dilakukan menggunakan *tools* Eviews dan Minitab

1.4. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan model dan hasil peramalan jumlah kasus TB di Kabupaten Malang tahun 2016-2018 dengan menggunakan metode SARIMAX-GARCH.

1.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini antara lain :

1. Sebagai bahan perencanaan untuk melakukan pencegahan dan pengendalian munculnya kasus TB di Kabupaten Malang untuk periode kedepan.
2. Sebagai pertimbangan untuk Dinas Kesehatan Kabupaten Malang untuk mempersiapkan fasilitas kesehatan bagi penderita penyakit TB periode yang akan datang.

1.6. Relevansi

Penyakit Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit yang banyak ditemui di Indonesia dengan jumlah kematian yang tidak sedikit disebabkan oleh penyakit ini. Peramalan jumlah penderita untuk periode mendatang dapat menjadi masukan terhadap perencanaan aktivitas pencegahan dan penanganan penyakit TB.

Penerapan model SARIMAX-GARCH dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penderita TB yang mendekati kondisi aktual kedepannya. Sehingga hasil dari penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan masukan sebagai bahan perencanaan pencegahan dini serta perencanaan kebutuhan untuk menanggulangi kasus TB yang berguna bagi dinas kesehatan atau seluruh elemen terkait.

Tujuan dari Lab Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis (RDIB) adalah menjadi pusat penelitian terkait pemanfaatan data yang mendukung analisis bisnis dan organisasi untuk bisa ditransformasi menjadi informasi bermakna serta pengetahuan sehingga berguna dalam pengambilan keputusan. Peramalan jumlah kasus TB termasuk dalam bidang keilmuan *business*

analytics bagian *data mining* dan peramalan. Metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir termasuk dalam mata kuliah pilihan teknik peramalan dan penggalian data dan analitika bisnis yang ada di lab RDIB. Serta mata kuliah wajib yang termasuk dalam RDIB dan pengerjaan tugas akhir adalah mata kuliah statistika dan sistem cerdas.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini berisikan mengenai penjelasan teori-teori yang digunakan dalam tugas akhir ini, maupun bahan penelitian

2.1. Studi Sebelumnya

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang penelitian terkait yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

1.	Judul Paper	Performance of Univariate Forecasting on Seasonal Diseases: The Case of Tuberculosis[9]
	Penulis;Tahun	Adhistya Erna Permanasari, Dayang Rohaya Awang Rambli, P. Dhanapal Durai Dominic; 2011
	Deskripsi umum penelitian	Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan metode terbaik untuk meramalkan jumlah kasus TB dengan data runtun waktu dan dipengaruhi dengan trend dan pola musiman. Metode yang dibandingkan adalah linear regression, moving average, decomposition, Holt-Winter's, ARIMA, dan artificial neural network (ANN). Model ARIMA yang dipengauhi dengan pola musiman menghasilkan error yang relatif kecil dengan data aktual dibandingkan dengan metode lainnya.
	Keterkaitan dengan penelitian	Penelitian mengenai peramalan jumlah kasus TB ini dapat menjadi referensi penelitian yang pernah dilakukan dengan metode Box-Jenkins terkait peramalan TB dalam mengerjakan tugas akhir.

2.	Judul Paper	Forecasting Tuberculosis Incidence in Iran Using Box-Jenkins Models[11]
	Penulis;Tahun	Mahmood Moosazadeh, Mahshid Nasehi, Abbas Bahrapour, Narges

		Khanjani, Saeed Sharafi, dan Shanaz Ahmadi;2014
	Deskripsi umum penelitian	Tujuan dari penelitian adalah melakukan peramalan terjadinya tuberkulosis(tb) ditahun 2012-2014 di Iran berdasarkan data histori terjadinya tb bulan dari tahun 2005-2011 di Iran. Peramalan menggunakan model Box Jenkins yaitu model ARIMA dan Seasonal ARIMA (SARIMA) yang merupakan perluasan dari model ARIMA. Hasil dari penelitian adalah dipilihnya model SARIMA karena merupakan data runtun waktu yang memiliki pola musiman. SARIMA (0,1,1)(0,1,1) ₁₂ digunakan untuk melakukan prediksi tb di tahun 2012-2014. Hasil prediksi menunjukkan peningkatan trend pada total terjadinya tb di Iran.
	Keterkaitan dengan penelitian	Penelitian mengenai peramalan jumlah kasus TB ini dapat menjadi referensi penelitian yang pernah dilakukan dengan metode Box-Jenkins terkait peramalan TB dengan pola musiman dalam mengerjakan tugas akhir.

3.	Judul Paper	Pengaruh Kelembapan Udara, Suhu Udara, Curah Hujan dengan Kasus Penyakit Tuberkulosis di Kabupaten Batubara 2010-2012 [13]
	Penulis;Tahun	Khairunnisa Siregar; 2015
	Deskripsi umum penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola hubungan antara kelembaban udara, suhu udara, curah hujan dan faktor lainnya yang mempengaruhi kejadian TB Paru BTA Positif di Kabupaten Batubara Tahun 2010-2012. Hasil penelitian menunjukkan korelasi signifikan

		antara kelembaban udara dengan nilai $r = 0,428$ dan suhu udara dengan nilai $r = 0,271$, curah hujan dengan nilai $r = 0,310$ dengan kasus penyakit TB Paru BTA Positif di Kabupaten Batubara tahun 2010, 2011, 2012. Dari analisa multivariat juga menunjukkan korelasi signifikan antara kelembaban udara $p = 0,012$, suhu udara $p = 0,018$, Curah hujan $p = 0,017$.
	Keterkaitan dengan penelitian	Pengaruh suhu udara dan kelembapan terhadap menjadi variabel eXogen terhadap peramalan jumlah kasus TB pada penelitian tugas akhir ini.

4.	Judul Paper	Model ARIMAX dan SARIMAX untuk Meramalkan Data Curah Hujan [12]
	Penulis;Tahun	Lina Suryani; 2013
	Deskripsi umum penelitian	Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan data curah hujan. Peramalan yang dilakukan dengan membentuk model pada metode ARIMAX dan SARIMAX. Hasil model dari kedua metode tersebut digunakan untuk melakukan perbandingan untuk menentukan nilai AIC terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model dengan menggunakan metode SARIMAX lebih cocok untuk meramalkan curah hujan dari pada ARIMAX dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 1250,86.
	Keterkaitan dengan penelitian	Pembuatan model SARIMAX menjadi referensi acuan dalam tahapan metodologi pengerjaan tugas akhir.

5.	Judul Paper	The Performance of ARIMAX Method in Forecasting Number of Tuberculosis Patients in Malang Regency, Indonesia[16]
	Penulis;Tahun	Wiwik Anggraeni1, Niswati Pusparinda, Edwin Riksakomara, Febriliyan Samopa, Pujiadi;2017
	Deskripsi umum penelitian	Tujuan dari penelitian adalah melakukan peramalan terhadap jumlah penderita tuberkolosis(tb) dipengaruhi oleh faktor suhu dan kelembapan udara di Kabupaten Malang. Data yang digunakan dalam peramalan merupakan data olah dalam periode bulanan dari Januari 2007 hingga September 2016 untuk setiap variabel yang terlibat. Model yang digunakan adalah ARIMAX.
	Keterkaitan dengan penelitian	Penggunaan tools Eviews dan Minitab dalam penelitian ini menjadi referensi acuan dalam peramalan jumlah kasus TB pengerjaan tugas akhir.

6.	Judul Paper	Modeling Inflation Volatility Using Arimax-Garch[15]
	Penulis;Tahun	Aryani, Sri; Kuswanto, Heri; 2015
	Deskripsi umum penelitian	Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model terbaik untuk melakukan peramalan terhadap inflasi nasional. Kasus data ekonomi dan keuangan memiliki volatilitas tidak konstan sehingga terjadinya masalah heteroskedastisitas pada residual. Penelitian dilakukan dengan membandingkan tingkat keakuratan menggunakan model ARIMAX dengan Generalized Autoregressive Conditional Heteroschedasticity (GARCH), Gloston jagannathan Runkle-GARCH (GJR-GARCH) dan

		Asymmetric Power ARCH (APARCH) bertujuan untuk mendapatkan hasil peramalan dengan standard error yang terkecil. Model ARIMAX-GARCH menghasilkan model terbaik.
	Keterkaitan dengan penelitian	Penerapan metode ARIMAX-Garch dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan acuan untuk tahapan metodologi tugas akhir.

2.2. Dasar Teori

Pada sub bab ini berisi teori-teori yang mendukung serta berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir.

2.2.1. Tuberkulosis

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai definisi dan faktor yang mempengaruhi terhadinya TB.

2.2.1.1. Definisi

Tuberkulosis (TB atau TBC) adalah penyakit yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycrobacterium Tuberculosis*) dan bersifat menular. Sumber penularan adalah pasien TB BTA positif yang menyebarkan kuman ke udara saat batuk atau bersin dalam bentuk percikan dahak (droplet nuclei)[1]. Robert Koch merupakan ilmuwan asal Jerman yang dalam penelitiannya tentang bakteri menemukan bakteri *Mycrobacterium Tuberculosis* pada tanggal 24 Maret 1882. Pasien yang terjangkit TB akan mengalami batuk-batuk, sakit dada, nafas pendek, hilang nafsu makan, berat badan turun, demam, keedinginan, dan kelelahan[2].

2.2.1.2. Faktor

Faktor penyebab TB secara umum terdapat pada individu (host) dan faktor lingkungan[1][13].

2.2.1.2.1. Karakteristik Individu

Faktor risiko penularan penyakit TB yang terdapat pada individu (host) tempat berkembangnya bakteri TB meliputi umur, status gizi, jenis kelamin, pekerjaan, kepadatan penduduk, dan ketinggian wilayah. Kemungkinan wanita terkena bakteri TB meningkat hingga umur 40-50 tahun, sedangkan pria hingga umur 60 tahun. Status gizi merupakan suatu daya tangkal yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh. Jenis pekerjaan akan berdampak terhadap pola konsumsi makanan dan pemeliharaan kesehatan. Kepadatan penduduk yang tinggi lebih cenderung memiliki tempat tinggal yang kumuh sehingga akan mempercepat persebaran penyakit dari seorang penderita. Ketinggian wilayah berdampak pada kelembapan udara dan suhu lingkungan dimana kuman TB yang bersifat aerob akan semakin mudah berkembang [13].

2.2.1.2.2 Risiko Lingkungan

Risiko lingkungan yang menjadi faktor pertumbuhan, perkembangan dan persebaran kuman TB adalah suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan curah hujan. Suhu dan kelembapan udara sangat mempengaruhi siklus hidup kuman TB. Kuman TB tumbuh subur pada rentang suhu 25°C-40°C dan optimal pada suhu 31°C-37°C. Cahaya matahari sangat penting untuk membunuh kuman TB. Cahaya matahari minimal masuk kedalam rumah 60 lux dan tidak menyilaukan. Curah hujan berdampak terhadap peningkatan suhu dan kelembapan yang dapat menjadikan siklus hidup kuman TB meningkat. [13]

2.2.2. Kabupaten Malang

Kabupaten Malang merupakan kabupaten nomor dua terluas di Jawa Timur. Dengan luas sebesar 3.534,86 km², Kabupaten Malang memiliki total 2.544.315 jiwa dengan kepadatan 875,96/km² pada tahun 2015. Dataran tinggi dan pegunungan merupakan sebagian besar wilayah Kabupaten Malang [17]. Pada tahun 2017 memiliki suhu rata-rata 26,1°C. Rata-rata kelembapan udara berkisar 79%-86% [18].

2.2.3. Peramalan

Peramalan dilakukan untuk mengetahui nilai di periode masa depan dengan menggunakan data di masa lalu. Tujuan utama dari dilakukannya peramalan adalah sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil keputusan terhadap penanganan kondisi yang diperkirakan terjadi di masa depan[19].

2.2.4. Pola data dalam Peramalan

Pola data dalam peramalan akan mempengaruhi metode yang akan digunakan dalam peramalan. Pola data dalam peramalan dibagi menjadi empat kategori, yaitu pola horizontal, musiman, siklus, dan trend[16].

- Pola horizontal

Pada pola ini terjadi deret data yang stasioner pada rata-rata atau dengan kata lain data berfluktuasi hanya disekitar rata-rata yang konstan.

- Pola Musiman

Pada pola ini terjadi deret data yang akan berulang secara musiman (seperti: kuartal pada tahun, bulanan, atau hari pada minggu tertentu).

- Pola Siklus

Pola data yang cocok untuk peramalan jangka menengah ini dipengaruhi fluktuasi jangka panjang.

- Pola Trend

Pada pola data ini kenaikan dan penurunan terjadi pada data secara berkelanjutan dalam jumlah yang panjang.

2.2.5. Uji linieritas dan Multikolinearitas

Uji linieritas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen. Uji linieritas dapat dilakukan menggunakan fungsi *stability diagnostics* dengan metode *Ramsey RESET test*. Suatu variabel dapat dikatakan lulus uji linieritas apabila memiliki

nilai probabilitas $>0,05$ [20]. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : nilai probabilitas $\geq 0,05$ (tidak ada keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen)

H_1 : nilai probabilitas $< 0,05$ (ada keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen)

Uji multikolinieritas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara variabel independen. Uji multikolinieritas dapat dilakukan menggunakan dengan metode *VIF (Varieance Inflation Factors)*. Berapa variabel dapat dikatakan tidak lolos uji multikolinieritas atau dikatakan terdapat keterhubungan antar variabel apabila memiliki nilai $VIF > 10$ [21]. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : $VIF \geq 10$ (variabel independen bersifat multikolinieritas)

H_1 : $VIF < 10$ (variabel independen tidak bersifat multikolinieritas)

Penggunaan model ARIMA dalam peramalan tidak menjadikan masalah multikolinieritas menjadi masalah yang serius, karena korelasi antara dua parameter selalu tinggi meskipun melibatkan data sampel dengan jumlah yang besar[22]. Multikolinieritas juga mempunyai sifat yang sensitif terhadap perubahan data yang digunakan.

2.2.6. Metode ARIMA

ARIMA adalah metode peramalan untuk menyelesaikan deret berkala untuk menganalisis runtun waktu. ARIMA jika digunakan dalam peramalan dengan jangka waktu pendek akan menghasilkan permalan yang sangat baik, namun ketepatan peramalannya akan berkurang ketika digunakan untuk peramalan jangka panjang. Model Box-Jenkins dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu : model AR, MA, ARMA, ARIMA[12].

Model ARIMA dinotasikan dengan ARIMA (p,d,q) dimana d adalah banyaknya proses differencing unntuk membuat data stasioner. Sedangkan SARIMA merupakan model ARIMA yang dipengaruhi pola musiman. Notasi dari model SARIMA adalah ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)_s, dimana S merupakan panjang pola musiman yang memengaruhi model[12].

2.2.7. Model SARIMAX

Seasonal ARIMAX (SARIMAX) adalah model SARIMA dengan variabel eXogen. Dalam model ini, variabel dependent Y pada waktu-t dipengaruhi oleh faktor-faktor independent lainnya pada waktu-t[12].

Perbedaan model SARIMA-SARIMAX dan SARIMAX dengan efek ARCH/GARCH dapat dilihat seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 menjelaskan mengenai perbedaan peramalan dengan menggunakan model SARIMA yang menggunakan satu variabel, model SARIMAX yang menggunakan variabel endogen dan efek ARCH/GARCH yang memperhitungkan error kuadrat periode sebelumnya.

Tabel 2. 1 Perbedaan model SARIMA, SARIMAX, dan SARIMAX-ARCH/GARCH

SARIMA	SARIMAX	SARIMAX-GARCH
Merupakan model ARIMA yang dipengaruhi pola musiman. Notasi dari model SARIMA adalah ARIMA (p,d,q)(P,D,Q) _S ,	Merupakan model SARIMA dengan variabel eXogen.	Arch dan Garch adalah hal yang sama. Model ARCH memanfaatkan data error kuadrat periode sebelumnya sedangkan GARCH memanfaatkan data varian periode sebelumnya untuk meramal data periode berikutnya.

Tabel 2.1 menjelaskan mengenai perbedaan peramalan dengan menggunakan model SARIMA yang menggunakan satu variabel, model SARIMAX yang menggunakan variabel endogen dan efek ARCH/GARCH yang memperhitungkan error kuadrat periode sebelumnya.

Secara umum bentuk model SARIMAX (p, d, q)(P, D, Q)S dapat diberikan dengan persamaan berikut:

$$(1-B)^d(1-B^s)^D\phi_p(B)\Phi_p(B^s)Y_t=\theta_q(B)\theta_Q(B^s)e_t+a_1X_{1,t}+a_2X_{2,t}+\dots+a_kX_{k,t} \quad (2.1)$$

Dimana:

- Y_t = variabel *dependent*
- $X_{k,t}$ = Variabel *independent* atau sebagai variable eXogen ke-k pada saat t dengan $k=1,2,3,\dots,k$
- B = operator *back shift* dengan $BY_t = Y_{t-1}$
- $\phi_p(B)$ = operator *autoregresif*
- $\theta_q(B)$ = operator *moving average*
- e_t = error waktu ke t
- $(1-B)_d$ = order pembeda musiman
- d = *pembeda non musiman*
- D = *pembeda musiman*
- S = *panjang musiman*
- p = *non seasona autoregressive order*
- P = *seasonal autoregressive order*
- q = *non seasonal moving average order*
- Q = *seasonal moving average order*

2.2.8. Tahapan Analisis Model SARIMAX

Tahapan dalam pemodelan SARIMAX memiliki kesamaan dengan tahapan pada model SARIMA. Namun, SARIMAX memiliki estimasi parameter yang akan digunakan sebagai variabel independent-nya dan akan ditambahkan dalam model. Berikut merupakan tahapan dalam mendapatkan model SARIMAX[12]

Langkah 1. Pembagian Data

Membagi data yang dimiliki menjadi bagian *in-sample* dan *out-sample*. Data *in-sample* berguna untuk pembuatan model. Data *out-sample* berguna untuk melakukan proses peramalan. Persentase pembagian data *in sample* dan *out sample* adalah 70%:30%[23]

Langkah 2. Identifikasi

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap identifikasi adalah menguji kestasioneran data, proses *differencing* dan transformasi, pemodelan SARIMA dan pemodelan SARIMAX sementara.

a. Kestasioneran data

Data runtun waktu dikatakan stasioner jika koefisien autokorelasi pada semua lag secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dari nol. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan plot ACF dan PACF dari residual kuadrat. Dapat juga melihat plot Box-Cox pada data yang apabila koefisien λ (lamda) bernilai satu atau mendekati satu, maka data dikatakan stasioner.

b. Proses Differencing(Pembedaan) dan transformasi

Pembedaan dilakukan apabila data tidak stasioner dalam mean. Notasi yang digunakan adalah operator shift mundur atau yang dapat disimbolkan dengan B, cara penggunaan adalah sebagai berikut:

$$B_{Y_t} = Y_{t-1} \quad (2.2)$$

Keterangan: notasi B dipasangkan dengan Y_t berpengaruh menggeser 1 periode ke belakang. Dua kali penerapan B akan menggeser 2 periode ke belakang, seperti berikut:

$$B(B_{Y_t})=B^2Y=Y_{t-2} \quad (2.3)$$

Pembedaan dilakukan satu kali jika data tidak stasioner. Lalu dilakukan pengecekan ulang kestasioneran data. Jika masih bersifat tidak stasioner, maka dilakukan pembedaan kedua.

Pembedaan pertama:

$$Y'_t=Y_t-Y_{t-1} \quad (2.4)$$

Dengan operator B, maka persamaan 2.4 menjadi:

$$Y'_t=Y_t-BY_t=(1-B)Y_t \quad (2.5)$$

Transformasi dilakukan apabila data tidak stasioner dalam varians. Transformasi yang sering digunakan pada data runtun waktu adalah transformasi Box-Cox yang berupa transformasi logaritma.

Tabel 2.2 merupakan rumus transformasi data berdasarkan nilai estimasi λ dari data aktual.

Tabel 2. 2 Nilai Estimasi λ dengan transformasi Box-Cox

Nilai Estimasi λ	Transformasi
2	Y_t^2
0.5	$\sqrt{Y_t}$
0	$\ln Y_t$
-0.5	$\frac{1}{\sqrt{y_t}}$
-1.0	$\frac{1}{Y_t}$

c. Menentukan nilai p, d, q dan P, D, Q untuk mendapatkan Model SARIMA dari variabel Dependent

Notasi dari model SARIMA adalah ARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)^S$, dengan[24]:

p,d,q : bagian yang tidak musiman dari model

$(P,D,Q)^S$: bagian musiman dari model

S : panjang musiman

Adapun bentuk matematis dari ARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)^S$ yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Phi_P B^S \phi_p(B) (1-B)^d (1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B) \theta_Q(B)^S a_t \quad (2.6)$$

dengan:

$\phi_p(B)$: AR non seasonal

$\Phi_P B^S$: AR seasonal

$(1-B)^d$: differencing non seasonal

$(1-B^S)^D$: differencing seasonal

$\theta_q(B)$: MA non seasonal

$\theta_Q(B)^S$: MA seasonal

Seperti pada model non musiman (ARIMA), untuk menentukan orde P dan Q dari model ARIMA musiman (SARIMA) pada suatu data dilakukan dengan mengidentifikasi plot ACF dan PACF dari data yang sudah stasioner. Adapun petunjuk umum penentuan orde P dan Q pada data runtun waktu musiman dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.2 merupakan karakteristik lag ACF dan PACF dalam menentukan estimasi ordo *AR* dan *MA* pada model SARIMA[24].

Tabel 2. 3 Pola teoritis ACF dan PACF dari proses musiman yang stasioner

Proses	ACF	PACF
$AR(p)^S$	Dies down pada lag kS , dengan $k=1,2,3,\dots$	Cuts off setelah lag PS
$MA(q)^S$	Cuts off setelah lag QS	Dies down pada lag kS , dengan $k=1,2,3,\dots$
$ARMA(P,Q)^S$	Dies down pada lag kS , dengan $k=1,2,3,\dots$	Dies down pada lag kS , dengan $k=1,2,3,\dots$
$AR(P)^S$ atau $MA(Q)^S$	<i>Cuts off</i> setelah lag QS	<i>Cuts off</i> setelah lag PS
White noise (Random)	Tidak ada yang signifikan (tidak ada yang keluar batas)	Tidak ada yang signifikan (tidak ada yang keluar batas)

d. Pembentukan Model SARIMAX Sementara

Setelah model SARIMA sementara diperoleh, maka model tersebut digunakan untuk membentuk model SARIMAX sementara yaitu dengan menambahkan variabel *independent* ke dalam model SARIMA. Bentuk model matematis seperti pada model (2.1).

Langkah 3. Estimasi Parameter

Menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan *Least Square*. Langkah pertama yang harus

dilakukan adalah dengan melakukan observasi sampel random N_{iid} untuk sampel random Z . Pdf untuk setiap Z_i (untuk $i=1, 2, \dots, n$) adalah $f(Z_i, \theta) \dots f(Z_N, \theta)$, dimana θ adalah parameter terap. Setiap Z_i independen satu sama lain, sehingga pdf bersamanya adalah[25]:

$$f(Z_1, Z_2, Z_3; \theta) = f(Z_1, \theta) f(Z_2, \theta) \dots f(Z_N, \theta) \quad (2.7)$$

Untuk melakukan observasi pada nilai tertentu untuk $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N$ dalam sampel dapat dituliskan dalam fungsi[25]:

$$L(\theta; Z_1, Z_2, Z_3) = L(\theta, Z_1) f(\theta, Z_2) \dots f(\theta, Z_N) \quad (2.8)$$

Langkah 4. Uji Diagnostik

Dapat dilakukan dengan cara:

i. Uji Asumsi White Noise

Merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui ke independen dan homogen dari residual (Varians homogen). Untuk dapat melihat apakah residual et bersifat white noise atau tidak, dapat dilakukan dengan melakukan uji korelasi serial, yakni dengan menguji hipotesis dengan tahapan sebagai berikut[26]:

- Hipotesis Uji

H_0 : minimal ada satu $\rho_k \neq 0$ (model belum memenuhi asumsi *white noise*)

H_1 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (model memenuhi asumsi *white noise*)

Taraf signifikansi = $\alpha = 5\%$

- Statistik Uji menggunakan Ljung-Box

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho_k^2}{(n-k)} \quad (2.9)$$

Dimana:

m : banyaknya lag maksimum

n : banyaknya pengamatan asli

pk : koefisien autokorelasi

• Kaidah pengambilan keputusan

H_0 ditolak jika $Q > X^2 (1 - \alpha, db)$ atau tolak H_0 jika $p - value > \alpha$

Dimana $db = m - M$ dengan $M = p + q$

ii. Uji Normalitas

Selain harus memenuhi asumsi *white noise*, residual juga harus memenuhi distribusi normal. Pemeriksaan kenormalan pada residual dapat dilakukan dengan menggunakan *qq-plot*. Data yang berdistribusi normal akan menampilkan titik-titik yang tersebar digaris lurus apabila dilakukan plot dengan *qq-plot*. Jika titik-titik tersebut agak menjauh dari garis lurus, maka data tersebut masih dapat dikatakan normal karena yang perlu dijadihkan perhatian adalah daerah tengah dari kumpulan titik data tersebut. Apabila model tidak memenuhi asumsi tersebut, maka harus dirumuskan kembali model yang baru, yang berikutnya diestimasi dan parameternya diuji ulang [26]

Langkah 5. Model ARCH/GARCH

Pada dasarnya Arch dan Garch adalah hal yang sama. Arch dan Garch adalah hal yang sama. Model ARCH memanfaatkan data error kuadrat periode sebelumnya sedangkan GARCH memanfaatkan data varian periode sebelumnya untuk meramal data periode berikutnya. ARCH/GARCH dikembangkan karena adanya asumsi bahwa pada model ARIMA sering terjadi homoskedastisitas sehingga model memiliki efek ARCH/GARCH. Heteroskedastisitas terjadi karena data deret waktu menunjukkan unsur pola keragaman yang dihasilkan dari varian sisaan sebelumnya [15].

Persamaan GARCH (p,q) secara umum dinyatakan dengan

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 \quad (2.10)$$

log *likelihood* untuk GARCH(1,1) adalah

$$\ln L = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - 0,5 \sum_{t=1}^T \ln h_t - 0,5 \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \quad (2.11)$$

dengan $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2$ dan T adalah jumlah observasi.

Langkah 6. Peramalan

Setelah mendapatkan model SARIMAX yang telah memenuhi uji diagnostik, selanjutnya dapat dilakukan peramalan dengan model SARIMAX. Bentuk matematis dari peramalan seperti pada persamaan (2.1).

Langkah 7. Pemilihan Model Terbaik

Memilih model terbaik dapat dilakukan melalui Uji Akaike Information Criteria (AIC)[16], sebagai berikut

$$AIC = \left(\frac{2k}{n}\right) + \ln\left(\frac{SSE}{n}\right) \quad (2.12)$$

Dimana:

SSE : Jumlah residual kuadrat

k : jumlah parameter yang diestimasi

n : jumlah data

2.2.9. Metode Peramalan Eksponensial Holt Winter

Metode Holt-Winters didasarkan pada tiga persamaan pemulusan, yakni persamaan pemulusan keseluruhan, pemulusan tren, dan persamaan pemulusan musiman[27]. Untuk Pemulusan Eksponensial Holt-Winters dengan Metode Penambahan:

Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.13)$$

Pemulusan Trend

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.14)$$

Pemulusan Musiman

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{1-L} \quad (2.15)$$

Ramalan

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{1-L+m} \quad (2.16)$$

Makna simbol-simbol yang digunakan pada persamaan (2.13) sampai (2.16) adalah:

- X_t = nilai aktual pada periode akhir t
- α = konstanta penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)
- β = konstanta penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)
- γ = konstanta penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)
- S_t = nilai pemulusan awal
- b_t = konstanta pemulusan
- I = faktor penyesuaian musiman
- L = panjang musim

F_{t+m} = ramalan untuk m periode ke depan dari t.

2.2.10. Ukuran Ketepatan Metode Peramalan

Untuk Mengetahui keakuratan hasil peramalan dilakukan evaluasi dengan melihat nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE merupakan perhitungan yang menunjukkan nilai absolut rata-rata perbedaan antara nilai aktual dan nilai prediksi. Hasil peramalan dikatakan semakin akurat jika nilai MAPE semakin kecil[16]. Rumus MAPE secara umum dituliskan :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - f_t}{x_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.17)$$

Dimana:

MAPE = Mean Absolute Percentage Error

n = Jumlah Sampel

x_t = Nilai Aktual Indeks pada period ke-t

f_t = Nilai Prediksi Indeks pada period ke-t

Tabel 2.3 merupakan kriteria nilai MAPE hasil peramalan terhadap data aktual yang tersedia.

Tabel 2. 4 Kriteria MAPE

MAPE	Hasil Peramalan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak/ Cukup
>50%	Buruk

2.2.11. Uji Mean Directional Accuracy (MDA)

Mean directional accuracy (MDA) merupakan alat ukur akurasi yang digunakan untuk membandingkan arah data peramalan dan arah data aktual (naik dan turunnya), dengan kata lain bagaimana ketepatan model peramalan dalam mengikuti pola data aktual. Jika nilai rata-rata MDA diatas 0.7 maka model dapat dikatakan baik [19]. Persamaan 2.18 adalah persamaan untuk menentukan MDA.

$$MDA = \sum_t 1_{sign(A_t - A_{t-1}) == sign(F_t - F_{t-1})} \quad (2.18)$$

Dengan catatan:

A = nilai aktual

F = nilai peramalan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

Pada bab metodologi akan menjelaskan bagaimana langkah pengerjaan tugas akhir dengan disertakan deskripsi dari setiap penjelasan untuk masing-masing tahapan beserta jadwal kegiatan pengerjaan tugas akhir

3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai metode yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Metodologi pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Gambar 3.1 merupakan digram metodologi pengerjaan tugas akhir. Berikut adalah penjelasan dari tiap-tiap proses yang dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini

3.1.1. Identifikasi Permasalahan dan Studi Literatur

Pada proses ini dilakukan identifikasi masalah untuk lebih memahami permasalahan yang terjadi terkait kasus Tuberkulosis di kabupaten Malang, dengan memahami permasalahan dapat digunakan untuk menentukan solusi yang akan diusulkan. Sedangkan tahap Studi Literatur digunakan untuk mencari metode penyelesaian yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir. Dengan melihat penelitian-penelitian yang memiliki hubungan dengan tugas akhir.

3.1.2. Pengumpulan dan Pra-Processing Data

Pada tahap ini dilakakukan proses pengumpulan data-data yang akan digunakan dalam tugas akhir ini. Data yang digunakan adalah data jumlah kasus Tuberkulosis kabupaten Malang, suhu, dan kelembapan udara pada tahun 2007 – 2016. Data disiapkan dalam tahap Pra-Processing Data dimana data dibagi dalam dua bagian, yaitu data pelatihan dan data pengujian dengan presentase 70 % : 30 %. Lalu data disimpan dalam format yang siap untuk diolah

3.1.3. Pemodelan SARIMA

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk membentuk model SARIMA. Adapun tahapan pembentukan model SARIMA adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Uji Stasioner Ragam

Dilakukan uji stasioner ragam terhadap data untuk menentukan data tersebut sudah stasioner dalam ragam atau tidak. Jika data tidak stasioner dalam ragam, maka dilakukan transformasi data dengan metode Box-Cox.

Langkah 2 Transformasi Data

Data yang tidak stasioner dalam ragam, perlu dilakukan tranformasi data. Proses transformasi yang digunakan dalam tugas akhir ini adaah transformasi Box-Cox.

Langkah 3 Uji Stasioner rataan

Pengujian dilakuakn terhadap stasioner data terhadap rataan. Apabila data tidak stasioner terhadap rataan, maka dilakukan *differencing* data.

Langkah 4 Differencing Data

Proses *differecing* diakukan dua kali, yaitu differencing seasonal(D) dan non-seasonal(d). notasi yang digunakan adalah operasi shift mundur.

Langkah 5 Uji Linieritas dan Multikolinieritas

Uji linieritas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen. Uji linieritas dapat dilakukan menggunakan fungsi *stability diagnostics* dengan metode *Ramsey RESET test*. Hipotesis yang digunakan yaitu:

H₀: variabel dependen dan variabel independen bersifat nonlinear

H₁: variabel dependen dan variabel independen bersifat linear

Uji multikolinieritas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara variabel independen. Uji multikolinieritas dapat dilakukan menggunakan dengan metode *VIF (Varieance Inflation Factors)*. Berapa variabel dapat dikatakan tidak lolos uji multikolinieritas atau dikatakan terdapat keterhubungan antar variabel apabila memiliki nilai $VIF > 10$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H₀: variabel independen bersifat multikolinearitas

H₁: variabel independen tidak bersifat multikolinearitas

Langkah 6 Pemodelan SARIMA

Melihat pola fungsi autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF) dari runtun waktu yang dipelajari.

Langkah 7 Estimasi Parameter

Membuat berbagai kemungkinan model SARIMA yang dapat digunakan untuk peramalan.

Langkah 8 Uji Signifikansi Parameter SARIMA

Uji Signifikansi Parameter SARIMA dilakukan untuk mengetahui kelayakan model SARIMA yang ditemukan. Model dapat dikatakan signifikan apabila semua probabilitas variabel $\leq 0,05$, sehingga model dapat dilanjutkan ke tahap uji diagnostik.

Langkah 9 Uji Diagnostik SARIMA

Uji diagnostik dilakukan untuk mengetahui apakah model ARIMA yang telah terbentuk bersifat acak dan homogen. Jika dalam model yang telah terbentuk masih terdapat keacakan dan tidak homogen, maka model dapat dikatakan belum layak dan harus dilakukan pemodelan ulang.

3.1.4. Pemodelan SARIMAX Sementara

Model SARIMA yang telah didapatkan tersebut digunakan untuk membentuk model SARIMAX sementara yaitu dengan menambahkan variabel *independent* ke dalam model SARIMA. Adapun tahapan yang dilakukan adalah:

Langkah 1 Estimasi Parameter

Sebelum melakukan pemodelan ARIMA/SARIMA, sebelumnya harus dipastikan terlebih dahulu bahwa data yang dimiliki telah stasioner terhadap rata-rata. Pemodelan dilakukan dengan menentukan apakah model yang digunakan AR, ARMA, ARIMA, dan SARIMA serta melakukan estimasi pada variabel *exogen*-nya. Estimasi

model dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

Langkah 2 Uji Signifikansi Parameter SARIMAX

Uji Signifikansi Parameter SARIMAX dilakukan untuk mengetahui kelayakan model SARIMAX yang ditemukan. Model dapat dikatakan signifikan apabila probabilitas variabel $\leq 0,05$, sehingga model dapat dilanjutkan ke tahap uji diagnostik.

Langkah 3 Analisis Diagnostik Sisaan Model SARIMAX

Pemilihan ordo ARMA yang tepat akan menghasilkan sisaan model SARIMAX yang tidak saling berkorelasi. Sisaan yang dihasilkan oleh model SARIMAX diperiksa untuk memastikan antar sisaan sudah saling bebas. Pemeriksaan dilakukan secara eksploratif melalui plot sisaan model SARIMAX dan menggunakan pengujian formal. Pengujian menggunakan uji formal Ljung-Box digunakan untuk meyakinkan kesimpulan secara eksploratif.

3.1.5. Pemodelan SARIMAX- GARCH

Pemodelan ARCH dilakukan apabila ditemukan efek ARCH/GARCH setelah dilakukan uji heterokedastisitas pada model SARIMAX. Model yang terbentuk merupakan model gabungan dari SARIMAX dan ARCH yang telah terbentuk sebelumnya.

3.1.6. Peramalan Data yang Tersedia

Peramalan dilakukan pada masing-masing data, baik data jumlah penderita TB, suhu dan kelembaban udara. Tahapan peramalan ini dilakukan menggunakan seluruh kelompok data,

baik itu kelompok data pelatihan, pengujian pertama dan pengujian kedua. Hal ini dilakukan untuk dapat menentukan model terbaik.

Setelah menemukan model yang sesuai maka dilakukan peramalan. Peramalan dilakukan pada masing-masing data, baik data jumlah penderita TB, suhu dan kelembaban udara. Tahapan peramalan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah penderita TB pada periode mendatang.

3.1.7. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan apabila ditemukan beberapa model SARIMAX-GARCH yang telah lolos uji diagnostik. Untuk memilih model terbaik dapat dilakukan melalui Uji *Akaike Information Criteria* (AIC), nilai MAPE dan kemampuan data mengikuti pola.

3.1.8. Peramalan Model Mendatang

Peramalan jumlah kasus penyakit TB di Kabupaten Malang dari bulan September 2016-Desember 2018 dilakukan menggunakan model SARIMAX dan SARIMAX GARCH terbaik.

Peramalan variabel dependen sebagai masukan untuk melakukan peramalan jumlah kasus penyakit TB dilakukan menggunakan metode peramalan Eksponential Holt Winter.

3.1.9. Analisis Hasil Peramalan dan Penarikan Kesimpulan

Menganalisis hasil percobaan dengan membandingkan antara data aktual dengan data hasil peramalan. Proses membandingkan tersebut dilakukan menggunakan 2 cara yaitu dengan melihat persentase jumlah kesalahan yang dihasilkan dari peramalan atau perhitungan MAPE dan melakukan uji MDA (*Mean Directional Accuracy*). Perhitungan uji MDA ditunjukkan dengan nilai rata-rata MDA untuk seluruh periode. Jika nilai rata-rata MDA diatas 0.7 maka model dapat dikatakan baik. Perhitungan akurasi prediksi ini dilakukan untuk data training dan data testing.

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada MAPE dan MDA, apakah model yang telah dipilih merupakan model yang baik untuk melakukan peramalan penderita TB di Kabupaten Malang.

3.1.10. Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir

Tahapan terakhir adalah pembuatan laporan tugas akhir sebagai bentuk dokumentasi atas terlaksananya tugas akhir ini. Didalam laporan tersebut mencakup :

a. Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat pengerjaan tugas akhir ini.

b. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Dijelaskan mengenai penelitian-penelitian serupa yang telah dilakukan serta teori – teori yang menunjang permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini

c. Bab III Metodologi

Dalam bab ini dijelaskan mengenai tahapan – tahapan apa saja yang harus dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir

d. Bab IV Perancangan

Bab ini menjelaskan tentang rancangan penelitian tugas akhir untuk membuat model peramalan. Bab ini berisikan proses pengumpulan data, gambaran data masukan dan keluaran, serta pengolahan data

e. Bab V Implementasi

Bab ini menjelaskan proses pelaksanaan penelitian dan pembuatan model yang akan digunakan untuk peramalan.

f. Bab VI Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan setelah melakukan implementasi. Hasil yang akan dijelaskan adalah hasil uji coba model, validasi model, hasil peramalan untuk periode yang akan datang.

g. Bab VII Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang lebih baik

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan mengenai rancangan penelitian tugas akhir dalam pembuatan model peramalan. Bab ini berisikan proses pengumpulan data, gambaran input dan output, serta proses pengolahan data menggunakan aplikasi minitab 17 dan Eviews 9. Hasil pengolahan akan berupa model peramalan.

4.1 Pengumpulan dan Pra-proses Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data dan pengolahan data dari awal hingga data siap untuk digunakan.

4.1.1 Pengumpulan data

Bahan penelitian untuk tugas akhir ini adalah jumlah penderita penyakit TBC di kabupaten Malang, Jawa Timur. Data jumlah penderita penyakit TBC di kabupaten Malang didapatkan dari Dinas Kesehatan Kabupaten Malang. Data yang didapatkan mulai dari periode 2007 – 2016, dimana data tahun 2007,2010,2011,2012,2013,2014 merupakan data kuartal sedangkan data tahun 2008,2009,2015,2016 adalah data tahunan

Selain data tuberkulosis, dalam tugas akhir ini menggunakan data suhu rata-rata dan kelembaban rata-rata di Kabupaten Malang. Masing-masing data tersebut direkam dalam periode harian dari 1 Januari 2007 – 30 September 2016. Semua data suhu dan kelembaban yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini didapatkan dari Stasiun Klimatologi Karang Ploso Malang yang direkam dalam situs online resmi milik Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

4.1.2 Pra-processing data

Pra-processing data adalah tahapan pengolahan dari data yang telah didapatkan. Dikarenakan data yang didapatkan berupa data kuartal dan tahunan, sedangkan data yang dibutuhkan adalah data bulanan, sehingga perlu untuk melakukan proses

interpolasi untuk mengubah data tahunan dan kuartal menjadi data bulanan. Setelah dilakukan interpolasi, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian outlier.

Pengujian outlier dilakukan dengan menggunakan metode *Grubbs* dengan tingkat signifikan 95% menggunakan fungsi yang terdapat pada minitab yaitu *outlier test*. Data tidak mengandung outlier jika nilai probabilitas =1. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : Data mengandung outlier

H_1 : Data tidak mengandung outlier

4.1.3 Menentukan data pelatihan dan data pengujian

Data jumlah penderita tuberkulosis, suhu dan kelembaban yang telah dijadikan dalam periode bulanan, dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu data pelatihan dan data pengujian dengan proporsi 70% dan 30%. Data yang digunakan untuk data pelatihan adalah 70% dari total data yang dimiliki yaitu sebanyak 82 data, dari Januari 2007 – Oktober 2013. Data pengujian sebanyak 30% atau 35 data yaitu dari November 2013 hingga September 2016.

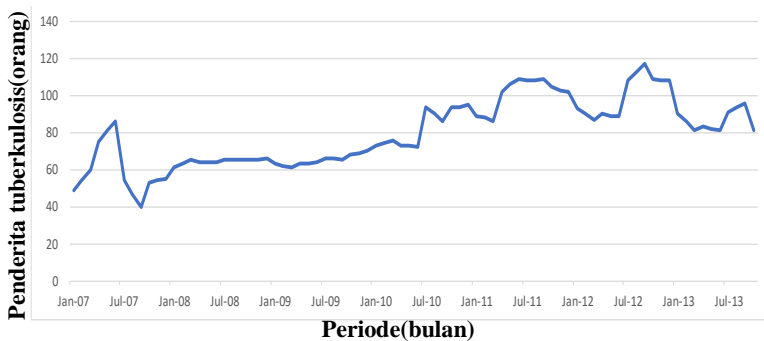
4.1.4 Menentukan variabel dependen dan independen

Variabel dependen merupakan variabel utama yang digunakan dalam peramalan. Sedangkan variabel independen merupakan variabel yang akan memengaruhi variabel dependen. Variabel dependen dalam peramalan ini adalah jumlah penderita tuberkulosis. Variabel independen adalah suhu rata-rata dan kelembaban rata-rata.

4.2 Gambaran data masukan

Gambaran data masukan adalah gambaran grafik data setelah dilakukan pra-proses data dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Data masukan yaitu data penderita tuberkulosis, suhu dan kelembaban rata-rata secara lengkap terdapat dalam LAMPIRAN A.

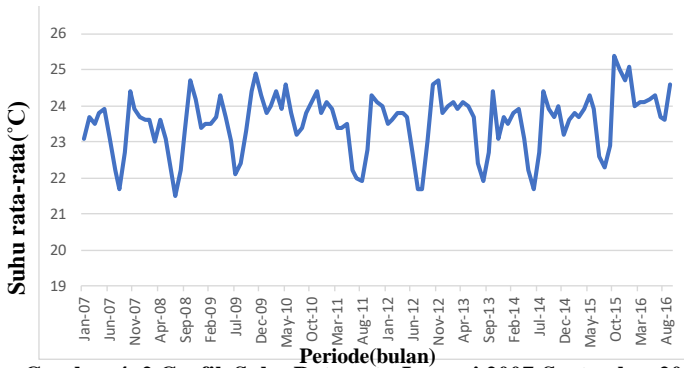
Gambar 4. 1 Menunjukkan bahwa grafik dari data aktual kasus tuberkulosis di kabupaten malang memiliki trend naik namun tidak signifikan. Data dianalisis mempunyai faktor musiman sepanjang enam bulan. Hal tersebut dikarenakan banyak data yang memiliki pola kenaikan dan penurunan pada bulan ke-6.



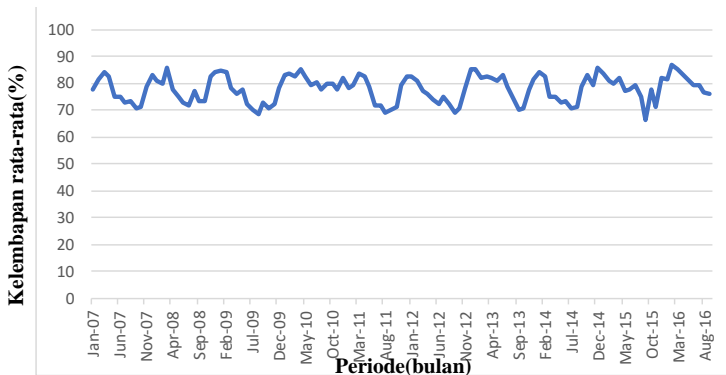
Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Penderita Tuberkulosis Januari 2007-September 2016

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa data suhu rata-rata memiliki tren naik yang tidak signifikan dan faktor musiman setiap 12 bulan. Sehingga peramalan untuk data suhu rata-rata menggunakan metode multiplikatif exponential smoothing akan menggunakan pengaruh panjang musiman selama 12 bulan.

Gambar 4.3 menunjukkan data kelembapan rata-rata yang cenderung stabil namun memiliki pola musiman setiap 12 bulan. Pada data rata-rata kelembapan udara juga dapat dilihat perulangan tren naik dan turun terjadi setiap 12 bulan. Sehingga peramalan untuk data kelembapan udara dapat menggunakan panjang musiman 12 bulan dengan menggunakan metode exponential smoothing.



Gambar 4. 2 Grafik Suhu Rata-rata Januari 2007-September 2016



Gambar 4. 3 Grafik Kelembapan Rata-rata Januari 2007 - September 2016

4.3 Uji Stasioner Ragam

Uji stasioner ragam dilakukan menggunakan fungsi *Box-Cox transformation* pada uji *Barlett* dengan program Minitab. Uji *Barlett* dilakukan dengan tingkat signifikansi sebesar 95%. Apabila hasil *rounded value* yang ditunjukkan = 1, maka data tidak perlu dilakukan transformasi. Apabila hasil *rounded value* menunjukkan $\neq 1$, maka data tersebut tidak stasioner dalam ragam, sehingga harus dilakukan transformasi data. Data yang digunakan dalam melakukan uji stasioner ragam adalah data

dependen yaitu data penderita tuberkulosis. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : data stasioner dalam ragam

H_1 : data tidak stasioner dalam ragam

4.4 Transformasi Data

Transformasi dilakukan jika data tidak stasioner dalam ragam. Transformasi dilakukan dengan software Eviews menggunakan fungsi log. Persamaan untuk melakukan transformasi data adalah data transformasi = log (data aktual).

4.5 Uji Stasioner Rataan

Uji ini dilakukan menggunakan fungsi *unit root test* pada program Eviews. Uji stasioner rata-rata dilakukan untuk mengetahui kestasioneritasan data dalam rata-rata. Data yang digunakan dalam uji stasioner rata-rata adalah data variabel dependen yang sudah ditransformasi. Data dikatakan stasioner apabila nilai probabilitas $\leq 0,05$ dan nilai $|t\text{-Statistic}| \geq |test\ critical\ values|$ pada uji akar unit. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : Terdapat akar unit dan data tidak stasioner

H_1 : Tidak terdapat akar unit dan data stasioner

4.6 Differencing data

Differencing data dilakukan menggunakan fungsi *unit root test* pada program EViews. *Differencing* data dilakukan jika data tidak lolos dalam uji stasioner rata-rata. *Differencing* dilakukan untuk sifat data non seasonal dan seasonal. Apabila data hasil *differencing* tingkat pertama menggunakan *unit root test* menunjukkan hasil yang tidak stasioner, *Differencing* data dapat dilakukan dua kali atau lebih hingga hasil dinyatakan stasioner.

4.7 Uji Linearitas dan Multikolinearitas

Uji Linearitas dilakukan untuk mengetahui keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen. *RESET Test* pada program Eviews digunakan untuk melakukan uji linearitas. Data dikatakan memenuhi uji linieritas apabila nilai probabilitas F-Statistic lebih besar dari tingkat alpha yaitu 0,05 (5%). Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : variabel dependen dan variabel independen bersifat nonlinear

H_1 : variabel dependen dan variabel independen bersifat linear

Uji Multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar variabel independen. *VIF (Variance Inflation Factors)* pada program Eviews digunakan untuk melakukan uji multikolinieritas. Data dikatakan tidak terjadi multikolinieritas apabila nilai *uncentered VIF* setiap variabel independen tidak lebih besar dari 10. Model linier dapat dikatakan baik apabila terbebas dari multikolinieritas. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : variabel independen bersifat multikolinearitas

H_1 : variabel independen tidak bersifat multikolinearitas

4.8 Pemodelan SARIMA

Tahap pembuatan model SARIMA menggunakan data yang telah dilakukan transformasi dan dimodelkan menggunakan proses *differencing*.

4.8.1 Estimasi parameter SARIMA

Estimasi parameter yang dilakukan menggunakan fungsi *collegram* pada program Eviews. Estimasi parameter dilakukan untuk menentukan model yang digunakan dalam ARIMA yaitu AR, MA atau ARMA musiman dan non musiman. Estimasi parameter dilakukan untuk menentukan nilai ordo masing-

masing dengan melihat lag pada grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

4.8.2 Uji Signifikansi SARIMA

Uji signifikansi SARIMA dilakukan menggunakan fungsi *quick estimation* pada program Eviews. Uji signifikansi SARIMA dilakukan untuk mengetahui kelayakan model SARIMA yang telah ditentukan. Model dikatakan layak apabila probabilitas seluruh variabel $\leq 0,05$ dan $|t\text{-statistic}|$ seluruh variabel $> t$ -tabel. Persamaan yang digunakan dalam program Eviews untuk *differencing* pertama adalah $d([data, i, s]) ar(p) ma(q) sar(P) sma(Q)$. Sedangkan untuk *differencing* kedua adalah $d(d([data, i, s])) ar(p) ma(q) sar(P) sma(Q)$ dengan $[data]$ adalah nama data observasi, i adalah jumlah deferensi, s adalah panjang musiman, p adalah ordo AR non musiman, q adalah ordo MA non musiman, P adalah ordo AR musiman, Q adalah ordo MA musiman. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : parameter tidak signifikan terhadap model

H_1 : parameter signifikan terhadap model

4.8.3 Uji Diagnostik SARIMA

Uji diagnostik SARIMA dilakukan untuk menentukan kelayakan model SARIMA dari residual model. Uji diagnostik yang dilakukan terdiri dari uji keacakan dan homogenitas sisaan. Model dikatakan lolos uji diagnostik apabila lolos dalam kedua uji yang dilakukan. Uji keacakan terhadap sisaan dilakukan menggunakan fungsi *correlogram – Qstatistics* pada Eviews. Model dapat diterima dari uji keacakan sisaan apabila tidak memiliki pola tertentu yaitu nilai $p > 0,05$. Sedangkan Uji homogenitas sisaan dilakukan menggunakan *correlogram squared residuals* pada Eviews. Model dapat diterima dalam uji homogenitas sisaan apabila model bersifat homogen yaitu

memiliki nilai $p > 0,05$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : sisaan tidak acak dan homogen

H_1 : sisaan acak dan homogen

4.9 Pemodelan SARIMAX

Pemodelan SARIMAX merupakan pengembangan model SARIMA yang melibatkan variabel independen.

4.9.1 Estimasi parameter SARIMAX

Estimasi parameter ARIMAX dilakukan menggunakan program Eviews. Setelah menemukan model SARIMA yang lolos uji diagnostik maka baru dilakukan estimasi parameter SARIMAX. Model yang lolos tersebut kemudian dimasukkan variabel independen yang telah lolos uji linieritas.

4.9.2 Uji Signifikansi SARIMAX

Uji signifikansi dilakukan dengan menggunakan fungsi *quick estimation* pada EViews. Persamaan yang digunakan untuk melakukan uji signifikansi SARIMAX pada Eviews adalah $d([data,i,s])ar(p) ma(q) independen1 independen2$ dengan $[data]$ adalah nama data observasi, i adalah jumlah deferenensi, s adalah panjang musiman, p adalah ordo AR non musiman, q adalah ordo MA non musiman, P adalah ordo AR musiman, Q adalah ordo MA musiman, *independen1* dan *independen2* adalah variabel independen dalam pemodelan SARIMAX.

Tujuan dari uji signifikansi SARIMAX adalah untuk mengetahui kelayakan model SARIMAX yang ditemukan. Model dikatakan signifikan apabila nilai probabilitas $\leq 0,05$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : parameter tidak signifikan terhadap model

H_1 : parameter signifikan terhadap model

4.9.3 Uji Diagnostik SARIMAX

Uji diagnostik SARIMAX dilakukan untuk menentukan kelayakan model SARIMAX dari residual model. Uji diagnostik yang dilakukan terdiri dari uji keacakan dan homogenitas sisaan. Model dikatakan lolos uji diagnostik apabila lolos dalam kedua uji yang dilakukan. Uji keacakan terhadap sisaan dilakukan menggunakan fungsi correlogram – Qstatistics pada Eviews. Model dapat diterima dari uji keacakan sisaan apabila tidak memiliki pola tertentu yaitu nilai $p > 0,05$. Sedangkan Uji homogenitas sisaan dilakukan menggunakan *correlogram squared residuals* pada Eviews. Model dapat diterima dalam uji homogenitas sisaan apabila model bersifat homogen yaitu memiliki nilai $p > 0,05$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : sisaan tidak acak dan homogen

H_1 : sisaan acak dan homogen

4.9.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX

Pemilihan model SARIMAX dilakukan jika terdapat lebih dari satu model SARIMAX yang berhasil lolos uji diagnostik. Model dengan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC), dan *Schwarz Information Criterion* (SIC) terkecil merupakan model terbaik. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menggunakan program EViews.

4.10 Uji Heterokedastistas

Uji Heterokedastistas bisa menggunakan fungsi *Residual Diagnostic* → *ARCH LM test* pada Eviews. Tahap ini dilakukan untuk menguji apakah varian dipengaruhi oleh kuadrat sisaan sebelumnya. Model memiliki pengaruh kuadrat sisaan sebelumnya (Memiliki efek ARCH/GARCH) apabila nilai probabilitas $\leq 0,05$, menandakan model SARIMAX harus

dilanjutkan dengan pemodelan ARCH/GARCH. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : tidak ada efek ARCH/GARCH

H_1 : ada efek ARCH/GARCH

4.11 Pemodelan GARCH

Pemodelan GARCH dilakukan apabila ditemukan efek GARCH pada model SARIMAX. Pemodelan ini juga dapat dilakukan apabila ingin melakukan perbandingan antara model SARIMAX dan model SARIMAX-GARCH.

4.11.1 Estimasi Parameter SARIMAX GARCH

Model SARIMAX terbaik bisa digunakan dalam model SARIMAX-GARCH, sedang untuk menentukan model GARCH dapat dilakukan dengan trial and error.

4.11.2 Uji Signifikansi SARIMAX GARCH

Uji signifikansi dilakukan dengan menggunakan fungsi *quick estimation* pada EViews. Persamaan yang digunakan untuk melakukan uji signifikansi SARIMAX GARCH pada Eviews adalah $d([data])ar(p) ma(q) sar(P) sma(Q) independen1 independen2$ dengan $[data]$ adalah nama data observasi, i adalah jumlah deferensi, s adalah panjang musiman, p adalah ordo AR non musiman, q adalah ordo MA non musiman, P adalah ordo AR musiman, Q adalah ordo MA musiman, *independen1* dan *independen2* adalah variabel independen dalam pemodelan SARIMAX GARCH.

Tujuan dari uji signifikansi SARIMAX GARCH adalah untuk mengetahui kelayakan model SARIMAX GARCH yang ditemukan. Model dikatakan signifikan apabila nilai probabilitas $\leq 0,05$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : parameter tidak signifikan terhadap model

H_1 : parameter signifikan terhadap model

4.11.3 Uji Diagnostik SARIMAX GARCH

Uji diagnostik SARIMAX GARCH dilakukan untuk menentukan kelayakan model SARIMAX GARCH dari residual model. Uji diagnostik yang dilakukan terdiri dari uji keacakan dan homogenitas sisaan. Model dikatakan lolos uji diagnostik apabila lolos dalam kedua uji yang dilakukan. Uji keacakan terhadap sisaan dilakukan menggunakan fungsi correlogram – Qstatistics pada Eviews. Model dapat diterima dari uji keacakan sisaan apabila tidak memiliki pola tertentu yaitu nilai $p > 0,05$. Sedangkan Uji homogenitas sisaan dilakukan menggunakan *correlogram squared residuals* pada Eviews. Model dapat diterima dalam uji homogenitas sisaan apabila model bersifat homogen yaitu memiliki nilai $p > 0,05$. Sehingga hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : sisaan tidak acak dan homogen

H_1 : sisaan acak dan homogen

4.11.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX GARCH

Pemilihan model SARIMAX GARCH dilakukan jika terdapat lebih dari satu model SARIMAX GARCH yang berhasil lolos uji diagnostik. Model dengan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC), dan *Schwarz Information Criterion* (SIC) terkecil merupakan model terbaik. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menggunakan program EViews.

4.12 Peramalan Suhu dan Kelembapan Rata Rata

Peramalan periode Oktober 2016-Desember 2018 variabel independen yaitu suhu dan kelembapan rata-rata perlu dilakukan agar peramalan jumlah penderita tuberkulosis pada periode mendatang dapat dilakukan. Peramalan kedua variabel independen ini dilakukan menggunakan metode multiplikatif

Holt Winter. Program yang digunakan dalam peramalan kedua variabel ini adalah *Microsoft Excel*.

4.13 Peramalan Penderita Tuberkulosis

Peramalan penderita tuberkulosis periode Oktober 2016-Desember 2018 dilakukan menggunakan model SARIMAX GARCH terbaik yang telah dipilih dengan program Eviews. Peramalan yang akan dilakukan melibatkan hasil peramalan periode mendatang variabel independen sebagai masukan.

4.14 Ketepatan Model Peramalan

Ketepatan model peramalan dilakukan setelah melakukan peramalan jumlah penderita tuberkulosis pada data yang tersedia. Selain itu ketepatan peramalan juga dilakukan untuk mengetahui ketepatan peramalan pada variabel independen yaitu suhu dan kelembaban rata-rata. Hal tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan model yang telah didapatkan dalam melakukan peramalan. Ketepatan model peramalan dilakukan dengan mengukur MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan melakukan uji MDA (*Mean Directional Accuracy*) antara data aktual dan hasil peramalan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan nilai MAPE dan MAD menggunakan program *Microsoft Excel* dengan data hasil peramalan program Eviews yang ditransformasikan kembali dengan fungsi $\exp()$. Jika nilai rata-rata MDA diatas 0.7 maka model dapat dikatakan baik.

Hipotesis MDA yang digunakan yaitu:

H_0 : model dikatakan kurang baik

H_1 : model dikatakan baik

Sedangkan hipotesis MAPE yang digunakan yaitu:

H_0 : model kurang baik

H_1 : model sangat baik

4.15 Gambaran Data Keluaran

Data keluaran berupa hasil peramalan jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Malang pada periode tahun 2016-

2018 dengan menggunakan metode SARIMAX GARCH terbaik dan juga perhitungan tingkat kekuatan dari model peramalan (MAPE) dan hasil uji MDA.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses pelaksanaan penelitian dan pembuatan model yang digunakan dalam peramalan.

5.1 Pengujian Outlier

Pengujian outlier dilakukan dengan menggunakan metode *Grubbs* dengan tingkat signifikansi 95% menggunakan fungsi yang terdapat pada minitab yaitu *outlier test*.

Tabel 5.1 menunjukkan hasil tidak adanya outlier pada data penderita tuberkulosis sehingga H_0 seperti pada bagian 4.1.2 ditolak. Pengujian dilakukan dengan tingkat signifikansi 95% dan memiliki nilai probabilitas sebesar 1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian outlier variabel penderita tuberkulosis
Outlier Test: Penderita Tuberkulosis

```
Method
Null hypothesis      All data values come from the same normal population
Alternative hypothesis  Smallest or largest data value is an outlier
Significance level    $\alpha = 0.95$ 
```

Grubbs' Test

Variable	N	Mean	StDev	Min	Max	G	P
Penderita Tuberkulosis	82	79.68	18.45	40.00	117.00	2.15	1.000

* NOTE * No outlier at the 95% level of significance

Tabel 5.2 menunjukkan hasil tidak adanya outlier pada data suhu rata-rata sehingga H_0 seperti pada bagian 4.1.2 ditolak. Pengujian dilakukan dengan tingkat signifikansi 95% dan memiliki nilai probabilitas sebesar 1.

Tabel 5.3 menunjukkan hasil tidak adanya outlier pada data kelembapan rata-rata sehingga H_0 seperti pada bagian 4.1.2 ditolak. Pengujian dilakukan dengan tingkat signifikansi 95% dan memiliki nilai probabilitas sebesar 1.

Tabel 5.2 Hasil pengujian outlier data suhu rata-rata**Outlier Test: Suhu Rata-rata**

Method

Null hypothesis All data values come from the same normal population
 Alternative hypothesis Smallest or largest data value is an outlier
 Significance level $\alpha = 0.95$

Grubbs' Test

Variable	N	Mean	StDev	Min	Max	G	P
Suhu Rata-rata	82	23.463	0.815	21.500	24.900	2.41	1.000

* NOTE * No outlier at the 95% level of significance

Tabel 5.3 Hasil pengujian outlier data kelembapan rata-rata**Outlier Test: Kelembapan Rata-rata**

Method

Null hypothesis All data values come from the same normal population
 Alternative hypothesis Smallest or largest data value is an outlier
 Significance level $\alpha = 0.95$

Grubbs' Test

Variable	N	Mean	StDev	Min	Max	G	P
Kelembapan Rata-rata	82	77.685	4.959	68.600	85.700	1.83	1.000

* NOTE * No outlier at the 95% level of significance

5.2 Menentukan Data Pelatihan dan Data Pengujian

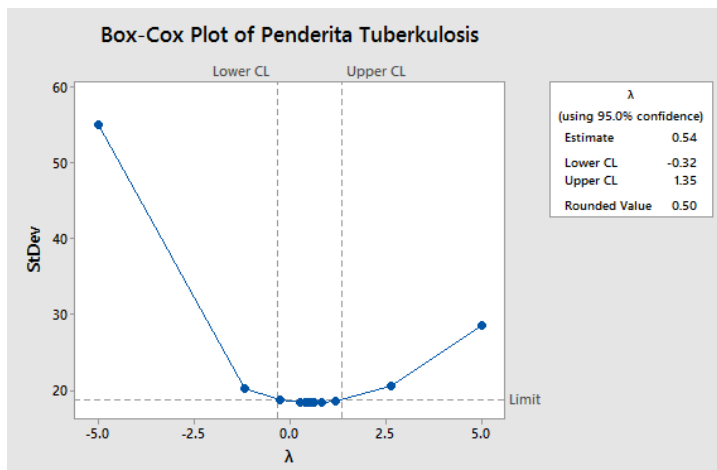
Data jumlah penderita tuberkulosis, suhu dan kelembapan yang telah dijadikan dalam periode bulanan, dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu data pelatihan dan data pengujian dengan proporsi 70% dan 30%. Data yang digunakan untuk data pelatihan adalah 70% dari total data yang dimiliki yaitu sebanyak 82 data, dari Januari 2007 – Oktober 2013. Data pengujian sebanyak 30% atau 35 data yaitu dari November 2013 hingga September 2016.

5.3 Uji Stasioner Ragam

Uji stasioner ragam dilakukan untuk data penderita tuberkulosis dengan menggunakan program Minitab. Pada program Minitab

digunakan fungsi Box-Cox Plot untuk menguji kestasioneran data dalam ragam(*variance*).

Gambar 5.1 merupakan hasil dari uji stasioner ragam untuk data penderita tuberkulosis. Menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam ragam. Hal tersebut dikarenakan nilai *rounded value* sebesar 0.50 atau $\neq 1$. Sehingga H_0 diterima dan data penderita tuberkulosis harus dilanjutkan dengan proses transformasi data.



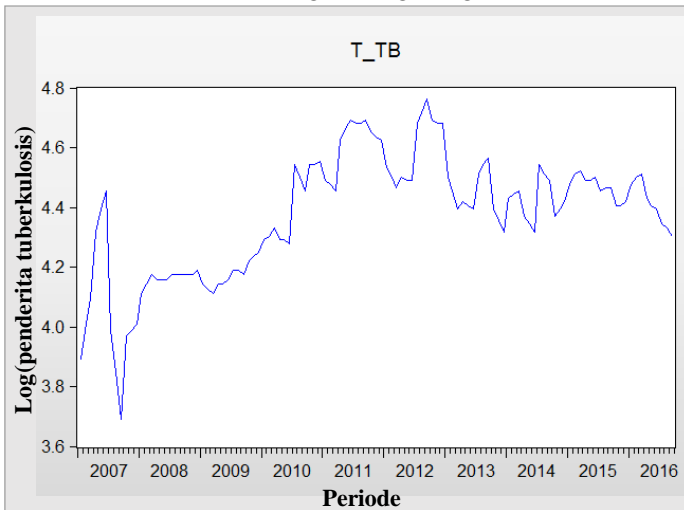
Gambar 5.1 Hasil uji stasioner ragam data penderita tuberkulosis

5.4 Transformasi Data

Transformasi data dilakukan menggunakan transformasi Box-Cox pada program Eviews dengan lamda (λ) = 0. Transformasi data dilakukan karena hasil uji stasioner ragam data penderita tuberkulosis menyatakan data tidak stasioner dalam ragam. Persamaan transformasi data yang digunakan pada program Eviews adalah $[data$

transformasi = $\log([data\ aktual])$. [data transformasi] merupakan nama data hasil transformasi dari data aktual. Sedangkan [data aktual] adalah data yang ingin di transformasikan, yaitu data penderita tuberkulosis.

Gambar 5.2 merupakan grafik yang menunjukkan hasil transformasi Box-cox data penderita tuberkulosis dengan fungsi log. Sumbu y merupakan periode data dan sumbu x merupakan hasil transformasi data dengan fungsi log.



Gambar 5.2 Grafik hasil transformasi data penderita tuberkulosis

5.5 Uji Stasioner Rataan

Uji stasioner rataaan dilakukan pada data penderita tuberkulosis. Hasil uji stasioner rataaan terhadap data penderita tuberkulosis dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 menunjukkan hasil dari uji stasioner rataaan data penderita tuberkulosis. Untuk mengetahui kondisi data stasioner terhadap rataaan (mean) atau tidak, dapat dilihat pada bagian *Probability*, *t-Statistic*, dan *Test critical value*.

Tabel 5.4 Hasil uji stasioner rataaan data penderita tuberkulosis

Null Hypothesis: T_TB has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.810207	0.1967
Test critical values:		
1% level	-4.039075	
5% level	-3.449020	
10% level	-3.149720	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Data dianggap stasioner pada rataaan (mean) jika nilai Probability $\leq 0,05$ dan nilai $|t - statistic| \geq |test critical values|$. Hasil uji stasioner rataaan menunjukkan data penderita tuberkulosis memiliki nilai probabilitas 0.1967 atau $>0,05$, dan $|t - statistic| < |test critical$. Berdasarkan hasil tersebut, data belum memenuhi syarat uji stasioner rataaan (mean). Sehingga H_0 seperti pada bagian 4.5 diterima dan diperlukan untuk melakukan *differencing* pada data.

5.6 Differencing Data

Differencing data dilakukan dengan program Eviews menggunakan fungsi unit root test. Differencing dilakukan pada data penderita tuberkulosis karena pada tahap uji stasioner H_0 seperti pada bagian 4.5 diterima. Data penderita tuberkulosis dipengaruhi oleh faktor musiman enam bulan. Sehingga differencing dilakukan untuk data tidak dipengaruhi faktor musiman dan data dengan faktor musiman.

Tabel 5.5 merupakan hasil uji stasioner rataaan untuk *differencing* 1 pada data penderita tuberkulosis. Pada hasil *differencing* 1, didapatkan nilai probability 0.0000 dimana nilai

ini $\leq 0,05$, sehingga H_0 seperti pada bagian 4.5 ditolak dan data sudah dapat digunakan untuk pemodelan.

Tabel 5.5 Hasil differencing 1 data penderita tuberkulosis

Null Hypothesis: D(T_TB) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

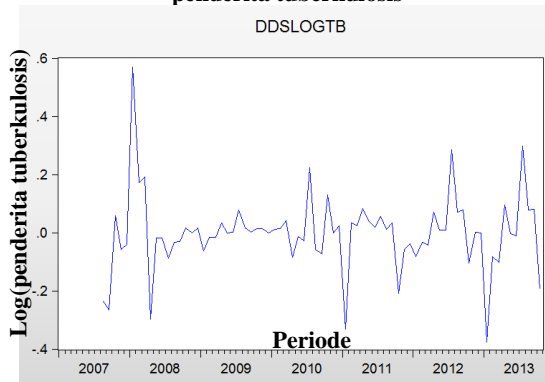
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.614778	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.039797	
5% level	-3.449365	
10% level	-3.149922	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Gambar 5.3 merupakan grafik dari differencing 1 data penderita tuberkulosis dengan dipengaruhi faktor musiman. Faktor musiman sepanjang enam bulan digunakan untuk differencing 1 musiman. Sehingga differencing musiman dan non musiman memiliki rumus $d(\log(\text{penderita tuberkulosis}), 1,6)$.

Gambar 5. 3 Grafik differencing 1 seasonal dan non seasonal data penderita tuberkulosis



5.7 Uji Linieritas dan Multikolinieritas

Uji linieritas dilakukan untuk mengetahui keterhubungan antara variabel dependen dan variabel independen. Uji linieritas

dilakukan menggunakan fungsi *stability diagnostics* dengan metode *Ramsey RESET test* pada program Eviews.

Tabel 5.6 merupakan hasil uji linieritas antara variabel dependen dan variabel independen, yang menunjukkan bahwa, antara variabel dependen dan independen memiliki keterhubungan (menolak H_0 seperti pada bagian 4.7), karena nilai probabilitas yang dihasilkan yaitu $> 0,05$.

Uji multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antara variabel independen. Uji multikolinieritas dilakukan menggunakan *coefficient diagnostics* pada fungsi *confidence intervals* dengan metode *VIF (Varieance Inflation Factors)* pada program Eviews.

Tabel 5.6 Hasil uji linieritas vaiabel dependen dan independen

Ramsey RESET Test
Equation: UNTITLED
Specification: D(T_TRAINBTA) SUHU LEMBAB
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.459185	78	0.6474
F-statistic	0.210851	(1, 78)	0.6474
Likelihood ratio	0.218665	1	0.6401

Tabel 5.7 menunjukkan bahwa hasil uji multikolinieritas menunjukkan angka sebesar 289,2534 pada *uncentered VIF*, sehingga H_0 seperti pada bagian 4.7 diterima mengartikan bahwa antar variabel independen saling berkaitan karena memiliki nilai *uncentered VIF* > 10 .

Tabel 5.7 Uji Multikolinieritas variabel independen

Variance Inflation Factors
Date: 12/17/16 Time: 15:19
Sample: 1 82
Included observations: 82

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF
SUHU	2.275958	289.2534
LEMBAB	0.207186	289.2534

5.8 Pemodelan SARIMA

Pada tahap ini dilakukan pemodelan SARIMA yang akan dijadikan input dalam pemodelan SARIMAX.

5.8.1 Estimasi parameter SARIMA

Estimasi parameter SARIMA dilakukan pada data variabel dependen yaitu data penderita tuberkulosis yang telah stasioner dalam varian dan rata-rata. Terdapat ordo non musiman dan musiman untuk estimasi parameter SARIMA. Ordo non musiman model *Autoregressive* (AR) didapatkan melalui grafik PACF sedangkan komponen model *Moving Average* (MA) didapatkan melalui grafik ACF dari data yang telah stasioner. Ordo musiman komponen model *Autoregressive* (AR) didapatkan melalui grafik ACF sedangkan komponen model *Moving Average* (MA) didapatkan melalui grafik PACF dari data yang telah stasioner.

Pada tabel 5.8 Terdapat 30 bar untuk dilakukan observasi estimasi parameter. Penjelasan mengenai estimasi setiap ordo adalah sebagai berikut

- Ordo AR non musiman (AR(p)) dilihat dari jumlah bar pada *Autocorrelation* yang tidak melewati (*dies down*) garis putus-putus pada kelipatan musiman. Terdapat 4 bar (bar ke-12, 18, 24, 30). Sehingga estimasi $AR(p)=0,1,2,3,4$.

- Ordo MA non musiman ($MA(q)$) dilihat dari jumlah bar pada *Partial Correlation* yang tidak melewati (*dies down*) garis putus putus pada kelipatan musiman. Terdapat 4 bar (bar ke-12, 18, 24, 30). Sehingga estimasi $MA(q)=0,1,2,3,4$.
- Ordo AR musiman ($AR(P)$) dilihat dari jumlah bar pada *Autocorrelation* yang melewati (*cutt off*) garis putus putus. Terdapat 3 bar (bar ke-1, 6, 27). Sehingga estimasi $AR(p)=0,1,2,3$.
- Ordo MA musiman ($MA(Q)$) dilihat dari jumlah bar pada *Partial Correlation* yang melewati (*cutt off*) garis putus putus. Terdapat 3 bar (bar ke-1, 5, 6). Sehingga estimasi $MA(q)=0,1,2,3$.

Estimasi parameter ordo non musiman terbaik didapatkan dari penelitian sebelumnya dengan data yang sama. Estimasi parameter ARIMA non musiman terbaik adalah ARIMA(0,3,1) dan ARIMA(3,1,0). Estimasi tersebut juga termasuk dalam estimasi hasil observasi correlogram Tabel 5.8. Sehingga model tersebut akan dikombinasikan dengan estimasi parameter ordo musiman 6 bulan.

Tabel 5.9 menunjukkan terdapat 2 estimasi model ARIMA non musiman yaitu ARIMA(0,3,1) dan (3,1,0). Masing-masing parameter ARIMA non musiman tersebut dipasangkan dengan model ARIMA musiman yang selanjutnya disebut SARIMA. Sehingga didapatkan 14 estimasi parameter SARIMA. Semua model SARIMA tersebut dapat menjadi masukan tahapan selanjutnya untuk diuji kelayakan model sehingga didapatkan model terbaik.

Tabel 5. 8 Grafik ACF dan PACF jumlah penderita tuberkulosis setelah dilakukan differencing pertama dan musiman lag 6

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.469	-0.469	16.951	0.000
		2 0.121	-0.127	18.099	0.000
		3 -0.124	-0.156	19.318	0.000
		4 0.002	-0.152	19.319	0.001
		5 0.236	0.225	23.856	0.000
		6 -0.480	-0.384	42.884	0.000
		7 0.239	-0.211	47.686	0.000
		8 -0.108	-0.091	48.685	0.000
		9 0.113	-0.104	49.788	0.000
		10 -0.020	-0.066	49.824	0.000
		11 -0.055	0.063	50.093	0.000
		12 0.110	-0.123	51.199	0.000
		13 -0.054	-0.044	51.464	0.000
		14 0.053	0.007	51.726	0.000
		15 -0.032	0.015	51.825	0.000
		16 -0.013	-0.007	51.841	0.000
		17 0.079	0.152	52.450	0.000
		18 -0.125	-0.075	54.017	0.000
		19 0.062	-0.021	54.404	0.000
		20 -0.056	0.007	54.737	0.000
		21 0.063	0.038	55.156	0.000
		22 -0.017	0.002	55.188	0.000
		23 -0.145	-0.129	57.506	0.000
		24 0.234	0.073	63.642	0.000
		25 -0.108	0.048	64.983	0.000
		26 0.173	0.172	68.475	0.000
		27 -0.313	-0.197	80.171	0.000
		28 0.167	-0.042	83.598	0.000
		29 0.064	0.033	84.116	0.000
		30 -0.087	0.053	85.077	0.000
		31 0.024	-0.013	85.155	0.000
		32 -0.217	-0.113	91.476	0.000

Tabel 5.9 Estimasi parameter SARIMA data penderita tuberkulosis

Variabel	Estimasi Parameter
Jumlah Penderita Tuberkulosis	SARIMA(0,1,3)(0,1,1) ₆
	SARIMA(0,1,3)(0,1,2) ₆
	SARIMA(0,1,3)(0,1,3) ₆
	SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆
	SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆
	SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆
	SARIMA(0,1,3)(1,1,3) ₆
	SARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₆
	SARIMA(3,1,0)(0,1,2) ₆
	SARIMA(3,1,0)(0,1,3) ₆
	SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆
	SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆
	SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆
SARIMA(3,1,0)(1,1,3) ₆	

5.8.2 Uji Signifikansi SARIMA

Uji signifikansi SARIMA dilakukan pada semua estimasi parameter dengan melihat probabilitas model. Model dikatakan signifikan apabila nilai probabilitas seluruh variabel $\leq 0,05$ dan $|t\text{-statistic}|$ seluruh variabel $>$ t-tabel, maka model dikatakan signifikan dan dapat dilakukan uji diagnostik. Rumus model yang digunakan adalah $(d(\text{transdata}, \text{diff}, \text{season}) \text{ ar}(p) \text{ ma}(q) \text{ sar}(P) \text{ sma}(Q))$, dimana:

- transdata = transformasi data
- diff = jumlah differensiasi
- season = panjang musiman
- $\text{ar}(p)$ = Ordo ar non musiman
- $\text{ma}(q)$ = Ordo ma non musiman
- $\text{sar}(P)$ = Ordo ar musiman
- $\text{sma}(Q)$ = Ordo ma musiman

Tabel 5.10 menunjukkan hasil uji signifikansi SARIMA(0,3,1)(1,1,2)₆. Rumus model yang digunakan adalah (d(trans_tb, 1, 6) ma(1) sar(6) sma(12)). Nilai probabilitas seluruh ordo $\leq 0,05$ dan $|t\text{-statistic}|$ seluruh variabel $> t\text{-tabel}$, sehingga H_0 seperti pada bagian 4.8.2 ditolak dan model memenuhi syarat layak uji signifikansi. T-tabel untuk seluruh uji signifikansi parameter adalah 1,98. Hasil uji signifikansi setiap parameter terdapat pada LAMPIRAN B dan telah dirangkum pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Uji Signifikansi parameter SARIMA (0,3,1) (1,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 12/22/17 Time: 05:12
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 110 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.820264	0.062710	-13.08022	0.0000
MA(3)	-0.516759	0.095859	-5.390821	0.0000
SMA(12)	-0.346960	0.138189	-2.510771	0.0143
SIGMASQ	0.007833	0.000916	8.551631	0.0000

Tabel 5.11 menunjukkan bahwa terdapat enam estimasi parameter yang signifikan. Enam estimasi parameter tersebut layak menjadi masukan untuk tahapan selanjutnya.

Tabel 5.11 Uji signifikansi SARIMA

Estimasi Parameter	Keterangan
SARIMA(0,1,3)(0,1,1) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(0,1,3)(0,1,2) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(0,1,3)(0,1,3) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆	Signifikan
SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆	Signifikan
SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆	Signifikan
SARIMA(0,1,3)(1,1,3) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(3,1,0)(0,1,2) ₆	Tidak Signifikan

Estimasi Parameter	Keterangan
SARIMA(3,1,0)(0,1,3) ₆	Tidak Signifikan
SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆	Signifikan
SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆	Signifikan
SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆	Signifikan
SARIMA(3,1,0)(1,1,3) ₆	Tidak Signifikan

5.8.3 Uji Diagnostik SARIMA

Uji diagnostik SARIMA dilakukan untuk menguji kelayakan model dari keacakan dan homogenitas sisaan. Model SARIMA dapat dikatakan layak apabila *correlogram* – *Q statistics* menunjukkan nilai $p > 0,05$ dan *correlogram squared residuals* menunjukkan nilai $p > 0,05$.

Tabel 5.12 merupakan hasil uji Correlogram Q Statistics SARIMA(0,1,3)(1,1,2)₆. Nilai rata-rata probabilitas yang didapatkan adalah sebesar 0.667 sehingga memenuhi syarat $p > 0,05$ sehingga H_0 seperti pada bagian 4.8.3 ditolak dan model dikatakan layak dari keacakan sisaan.

Tabel 5. 12 Correlogram Q Statistics SARIMA (0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 05:47

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.012	0.012	0.0117
		2	-0.037	-0.037	0.1185
		3	0.044	0.045	0.2723
		4	-0.117	-0.120	1.3843 0.239
		5	-0.118	-0.113	2.5331 0.282
		6	0.120	0.115	3.7419 0.291
		7	0.012	0.011	3.7539 0.440
		8	0.012	0.016	3.7672 0.583
		9	0.015	-0.023	3.7857 0.706
		10	-0.014	0.000	3.8020 0.802
		11	0.017	0.047	3.8268 0.872
		12	-0.033	-0.044	3.9252 0.916
		13	0.028	0.033	3.9977 0.947
		14	0.057	0.048	4.3026 0.960
		15	-0.078	-0.074	4.8924 0.961

Tabel 5.13 menunjukkan hasil uji kelayakan homogenitas sisaan dengan menggunakan fungsi correlogram squared residual program Eviews dari model SARIMA(0,1,3)(1,1,2)₆. Nilai rata-rata probabilitas sebesar 0.427 sehingga H_0 seperti pada bagian 4.8.3 ditolak dan sisaan telah bersifat homogen. Karena model telah lolos uji keacakan dan homogenitas sisaan maka model telah lolos uji diagnostik dan layak untuk digunakan dalam peramalan penderita tuberkulosis yang bersifat univariate atau hanya menggunakan satu variabel saja. Selain itu, dapat digunakan sebagai masukan untuk pemodelan SARIMAX.

Tabel 5.13 Correlogram Squared Residual SARIMA (0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 05:47
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.102	-0.102	0.8169	0.366
		2 -0.110	-0.121	1.7684	0.413
		3 0.115	0.092	2.8274	0.419
		4 0.019	0.029	2.8556	0.582
		5 -0.021	0.007	2.8936	0.716
		6 0.270	0.272	8.9805	0.175
		7 -0.080	-0.033	9.5222	0.217
		8 -0.071	-0.028	9.9593	0.268
		9 0.085	0.015	10.596	0.304
		10 -0.045	-0.064	10.775	0.375
		11 -0.052	-0.046	11.019	0.442
		12 0.070	-0.024	11.467	0.489
		13 -0.075	-0.051	11.985	0.529
		14 -0.081	-0.060	12.610	0.557
		15 0.103	0.058	13.635	0.553

Tabel 5.14 merupakan hasil dari uji diagnostik semua estimasi parameter yang telah lulus uji signifikansi. Terdapat total enam estimasi parameter SARIMA yang dapat digunakan sebagai input estimasi parameter SARIMAX. Hasil uji diagnostik terdapat dalam LAMPIRAN C.

Tabel 5.14 Uji Diagnostik SARIMA

Estimasi Parameter	Keterangan
SARIMA(0,1,3)(1,1,0) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMA(0,1,3)(1,1,1) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMA(0,1,3)(1,1,2) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMA(3,1,0)(1,1,0) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMA(3,1,0)(1,1,1) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMA(3,1,0)(1,1,2) ₆	Acak dan homogen sisaan

5.9 Pemodelan SARIMAX

Pemodelan SARIMAX merupakan pengembangan dari model SARIMA yang dipengaruhi oleh variabel independen.

5.9.1 Estimasi parameter SARIMAX

Estimasi parameter SARIMAX dilakukan dengan memasukkan variabel independen pada model SARIMA yang telah lolos uji diagnostik. Variabel *exogenous* didapatkan melalui variabel independen yaitu suhu dan kelembaban rata-rata.

Tabel 5.15 menunjukkan terdapat enam estimasi parameter SARIMAX sebagai model yang akan diuji pada tahap-tahap pengujian model untuk mendapatkan model SARIMAX terbaik.

Tabel 5. 15 Estimasi parameter SARIMAX data penderita tuberkulosis

Variabel	Estimasi Parameter
Jumlah Penderita Tuberkulosis	SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆
	SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆
	SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆

5.9.2 Uji Signifikansi SARIMAX

Uji signifikansi SARIMAX dilakukan pada semua estimasi parameter dengan melihat probabilitas model. Model dikatakan lolos uji signifikansi apabila nilai probabilitas seluruh variabel $\leq 0,05$ dan $|t\text{-statistic}|$ seluruh variabel $>$ t-tabel, maka model dikatakan signifikan dan dapat dilakukan uji diagnostik. Rumus model yang digunakan adalah (d(tdependen, diff, season) ar(P) ma(q) sar(P) sma(Q) tindependen), dimana:

- tdependen = transformasi data dependen
- diff = jumlah differensiasi
- season = panjang musiman
- ar(p) = Ordo ar non musiman
- ma(q) = Ordo ma non musiman
- sar(P) = Ordo ar musiman
- sma(Q) = Ordo ma musiman
- tindependen = transformasi data independen

Tabel 5.16 merupakan hasil uji signifikansi model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆. Rumus model yang digunakan adalah (d(trans_tb, 1, 6) ma(3) sar(6) sma(12) tsuhu tkelembapan). Hasil menunjukkan bahwa semua parameter SARIMA telah signifikan sehingga H_0 ditolak. T-tabel untuk seluruh uji signifikansi parameter adalah 1,98. Hasil uji signifikansi setiap parameter terdapat pada LAMPIRAN B dan telah dirangkum pada Tabel 5.16.

Tabel 5.17 menunjukkan bahwa terdapat empat estimasi parameter yang lolos dalam uji signifikansi.

Tabel 5. 16 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 12/22/17 Time: 06:02
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 157 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.252038	0.226933	-1.110626	0.2706
TKELEMBAPAN	0.182472	0.164587	1.108665	0.2714
AR(6)	-0.855283	0.064127	-13.33741	0.0000
MA(3)	-0.475624	0.107759	-4.413774	0.0000
SMA(12)	-0.435374	0.148070	-2.940332	0.0045
SIGMASQ	0.007497	0.000929	8.073983	0.0000

Tabel 5. 17 Uji signifikansi SARIMAX

Estimasi Parameter	Keterangan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	Signifikan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	Tidak Signifikan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	Tidak Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	Signifikan

5.9.3 Uji Diagnostik SARIMAX

Uji diagnostik SARIMAX dilakukan untuk menguji kelayakan model dari keacakan dan homogenitas sisaan. Pengujian dilakukan untuk data variabel independen dan dependen. Model SARIMAX dapat dikatakan layak apabila *correlogram* – *Q statistics* menunjukkan nilai $p > 0,05$ dan *correlogram squared residuals* menunjukkan nilai $p > 0,05$. Tabel 5.18 dan Tabel 5.19 menunjukkan hasil uji diagnostik model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆.

Tabel 5.18 merupakan hasil uji correlogram Q Statistic atau uji kelayakan dari keacakan sisaan model SARIMAX(0,1,3)

$(1,1,2)_6$. Nilai rata-rata probabilitas adalah sebesar 0.619 sehingga H_0 ditolak dan model tersebut telah bersifat acak terhadap sisaan.

Tabel 5. 18 Correlogram Q Statistics SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 06:13
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.018	0.018	0.0254	
		2 -0.027	-0.028	0.0840	
		3 0.085	0.086	0.6571	
		4 -0.086	-0.091	1.2567	0.262
		5 -0.158	-0.151	3.3201	0.190
		6 0.091	0.089	4.0129	0.260
		7 0.001	0.005	4.0130	0.404
		8 -0.024	-0.003	4.0623	0.540
		9 0.044	0.004	4.2279	0.646
		10 -0.002	-0.014	4.2284	0.753
		11 -0.035	-0.004	4.3407	0.825
		12 -0.003	-0.015	4.3414	0.888
		13 0.000	0.001	4.3414	0.931
		14 0.026	0.039	4.4069	0.956
		15 -0.023	-0.035	4.4590	0.974

Tabel 5.19 merupakan hasil uji kelayakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) dari homogenitas sisaan dengan menggunakan fungsi Corellogram Squared Residual program Minitab. Nilai rata-rata nilai probabilitas adalah sebesar 0.619 sehingga memenuhi syarat $p > 0,05$. Karena model telah lolos uji keacakan dan homogenitas sisaan maka model telah lolos uji diagnostik dan layak untuk digunakan dalam peramalan penderita tuberkulosis. Hasil uji diagnostik setiap model SARIMAX GARCH yang telah lolos uji signifikansi terdapat pada LAMPIRAN C dan dirangkum pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 06:13
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.092	-0.092	0.6597	0.417
		2	-0.100	-0.110	1.4572	0.483
		3	0.074	0.054	1.8929	0.595
		4	0.024	0.026	1.9379	0.747
		5	0.005	0.024	1.9402	0.857
		6	0.243	0.252	6.8636	0.334
		7	-0.074	-0.028	7.3288	0.395
		8	-0.066	-0.032	7.6993	0.463
		9	0.054	0.003	7.9525	0.539
		10	-0.032	-0.056	8.0458	0.624
		11	-0.047	-0.057	8.2433	0.691
		12	0.070	-0.003	8.6868	0.729
		13	-0.052	-0.027	8.9343	0.778
		14	-0.071	-0.046	9.4103	0.804
		15	0.053	0.025	9.6814	0.839

Tabel 5.20 merupakan hasil dari uji diagnostik semua estimasi parameter yang telah lulus uji signifikansi. Terdapat total empat estimasi parameter SARIMAX yang dapat digunakan sebagai input estimasi parameter SARIMAX GARCH.

Tabel 5.20 Uji Diagnostik SARIMAX

Estimasi Parameter	Keterangan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	Acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	Acak dan homogen sisaan

5.9.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX Sementara

Pemilihan model SARIMAX dilakukan dengan program Eviews. Pemilihan model dilakukan karena terdapat lebih dari satu model SARIMAX yang lolos uji diagnostik. Pemilihan model dilakukan dengan memilih nilai terkecil *Akaike Information Criterion* (AIC), dan *Schwarz Information Criterion* (SIC).

Tabel 5.21 menunjukkan bahwa nilai AIC dan SIC terkecil parameter yang bersifat acak dan homogen sisaan karena lolos uji diagnostik terdapat pada model SARIMAX (0,1,3)(1,1,2)₆. Model tersebut dapat digunakan untuk melakukan peramalan penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang dari bulan Oktober 2016-Desember 2018 sebagai pembandingan hasil Model SARIMAX-GARCH.

Tabel 5.21 AIC dan SIC pada Model SARIMAX

Model SARIMAX	AIC	SIC
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	-1.754959	-1.600460
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	-1.869181	-1.683782
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	-1.791675	-1.606276
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	-1.677815	-1.523316
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	-1.874268	-1.688869
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	-1.734902	-1.549503

5.10 Uji Heterokedastistas

Uji Heteroskedastisitas dilakukan untuk menguji apakah model SARIMAX dipengaruhi oleh kuadrat sisaan sebelumnya. Model SARIMAX yang akan digunakan untuk tahap Uji Heteroskedastisitas adalah semua estimasi parameter SARIMAX. Tabel 5.22 adalah hasil uji heteroskedastisitas untuk SARIMAX (0,1,3)(1,1,2)₆.

Tabel 5.22 menunjukkan bahwa model SARIMAX (0,1,3)(1,1,2)₆ tidak memiliki sifat ARCH karena memiliki nilai probabilitas > 0,05. Sehingga H_0 diterima dan model SARIMAX (0,1,3)(1,1,2)₆ bisa langsung digunakan dalam

peramalan tanpa perlu untuk dilakukan ARCH. Sedangkan untuk model yang memiliki sifat arch perlu untuk dilanjutkan kedalam pemodelan SARIMAX-ARCH, namun karena salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek uji heteroskedastisitas pada model yang sudah ditemukan. sehingga harus membandingkan model dengan efek ARCH/GARCH dan model yang tidak mempunyai efek ARCH/GARCH.

Tabel 5. 22 Hasil uji heterokedastistas SARIMAX(0,3,1)(1,1,2)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.621661	Prob. F(1,72)	0.4330
Obs*R-squared	0.633460	Prob. Chi-Square(1)	0.4261

Hasil uji heteroskedastisitas untuk model lainnya akan terdapat pada LAMPIRAN D.

Tabel 5.23 menunjukkan hasil rangkuman dari uji heterokedastistas dari estimasi parameter SARIMAX. Model tidak ada yang memiliki efek arch karena probabilitas $> 0,05$. Sehingga model dapat langsung digunakan untuk meramalkan jumlah penderita tuberkulosis Kabupaten Malang dari bulan Oktober 2016-Desember 2018. Namun untuk melakukan perbandingan hasil peramalan antara model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH, maka estimasi parameter SARIMAX-GARCH akan tetap dilakukan.

Tabel 5. 23 Uji heterokedastistas model SARIMAX

Model SARIMAX	Prob. F	Prob. Chi Sqr	Efek ARCH
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	0.3307	0.3240	Tidak ada
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	0.4219	0.4149	Tidak ada
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	0.4330	0.4261	Tidak ada
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	0.3776	0.3707	Tidak ada
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	0.4119	0.4050	Tidak ada
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	0.4551	0.4482	Tidak ada

5.11 Pemodelan SARIMAX GARCH

Pemodelan SARIMAX GARCH merupakan pengembangan dari model SARIMAX yang mempunyai efek ARCH/GARCH.

5.11.1 Estimasi parameter SARIMAX GARCH

Estimasi parameter SARIMAX GARCH dilakukan dengan memasukkan estimasi parameter SARIMAX. Hasil estimasi parameter SARIMAX GARCH terdapat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24 menunjukkan terdapat enam estimasi parameter SARIMAX-GARCH yang merupakan masukan dari estimasi parameter SARIMAX pada tahapan sebelumnya.

Tabel 5. 24 Estimasi parameter SARIMAX GARCH

Variabel	Estimasi Parameter SARIMAX GARCH
Jumlah	SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)
Penderita	SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)
Tuberkulosis	SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)
	SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)

5.11.2 Uji Signifikansi SARIMAX GARCH

Uji signifikansi SARIMAX GARCH dilakukan pada semua estimasi parameter dengan melihat probabilitas model. Model dikatakan lolos uji signifikansi apabila nilai probabilitas seluruh variabel $\leq 0,05$ dan $|t\text{-statistic}|$ seluruh variabel $>$ t-tabel, maka model dikatakan signifikan dan dapat dilakukan uji diagnostik.

Tabel 5.25 menunjukkan hasil uji signifikansi model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1). Hasil menunjukkan model signifikan karena nilai probabilitas seluruh variabel $\leq 0,05$. Hasil uji signifikansi setiap parameter terdapat pada LAMPIRAN B dan telah dirangkum pada Tabel 5.26.

Tabel 5.25 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
 Date: 12/22/17 Time: 06:51
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 159 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(6) + C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.605439	0.156127	-3.877874	0.0001
TKELEMBAPAN	0.437828	0.112959	3.875978	0.0001
AR(3)	-0.242586	0.124723	-1.945004	0.0518
SAR(6)	-0.717934	0.065677	-10.93128	0.0000
MA(12)	-134180.1	17061.29	-7.864592	0.0000

Tabel 5.26 menunjukkan bahwa terdapat enam estimasi parameter SARIMAX-GARCH yang lolos dalam uji signifikansi.

Tabel 5. 26 Uji Signifikansi SARIMAX GARCH

Estimasi Parameter SARIMAX GARCH	Keterangan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	Signifikan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	Signifikan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	Signifikan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	Signifikan

5.11.3 Uji Diagnostik SARIMAX GARCH

Uji diagnostik SARIMAX-GARCH dilakukan untuk menguji kelayakan model dari keacakan dan homogenitas sisaan. Model SARIMAX-GARCH dapat dikatakan layak apabila *correlogram* – *Q statistics* menunjukkan nilai $p > 0,05$ dan *correlogram squared residuals* menunjukkan nilai $p > 0,05$. Tabel 5.27 dan Tabel 5.28 menunjukkan hasil uji diagnostik model SARIMAX(3,1,0) (1,1,2)₆ GARCH(1).

Pada Tabel 5.27 merupakan hasil uji kelayakan model SARIMAX(3,1,0) (1,1,2)₆ GARCH(1) terhadap keacakan sisaan. Nilai rata-rata nilai probabilitas adalah sebesar 0.549 sehingga memenuhi syarat $p > 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan model tersebut telah bersifat acak terhadap sisaan.

Tabel 5. 27 Correlogram Q Statistics SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 07:06

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.086	0.086	0.5786	
		2	0.026	0.019	0.6323	
		3	-0.041	-0.046	0.7703	
		4	-0.012	-0.005	0.7818	0.377
		5	-0.071	-0.068	1.1952	0.550
		6	-0.161	-0.153	3.3747	0.337
		7	-0.005	0.024	3.3768	0.497
		8	-0.105	-0.110	4.3359	0.502
		9	0.083	0.088	4.9317	0.553
		10	-0.013	-0.030	4.9465	0.666
		11	-0.060	-0.093	5.2689	0.728
		12	-0.190	-0.205	8.5758	0.477
		13	-0.002	0.020	8.5761	0.573
		14	0.036	0.008	8.6955	0.650
		15	0.075	0.091	9.2373	0.683

Tabel 5.28 menunjukkan hasil uji homogenitas terhadap sisaan model SARIMAX(3,1,0) (1,1,2)₆ GARCH(1). Nilai rata-rata probabilitas adalah sebesar 0.252 sehingga memenuhi syarat $p > 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan sisaan model telah bersifat homogen. Karena sisaan model terbukti acak dan homogen maka model telah lolos uji diagnostik dan layak untuk digunakan dalam peramalan penderita tuberkulosis.

Tabel 5. 28 Correlogram Squared Residual SARIMA (3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 12/22/17 Time: 07:06
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.136	-0.136	1.4481	0.229
		2	-0.033	-0.053	1.5344	0.464
		3	0.038	0.027	1.6499	0.648
		4	0.002	0.010	1.6502	0.800
		5	-0.068	-0.066	2.0365	0.844
		6	0.357	0.346	12.674	0.049
		7	-0.148	-0.073	14.537	0.042
		8	-0.129	-0.144	15.975	0.043
		9	0.147	0.114	17.877	0.037
		10	-0.102	-0.105	18.798	0.043
		11	-0.037	-0.018	18.919	0.063
		12	0.124	-0.003	20.336	0.061
		13	-0.068	0.003	20.767	0.078
		14	-0.081	0.007	21.388	0.092
		15	0.206	0.099	25.474	0.044

Untuk mengetahui apakah perlu dilakukan pemodelan GARCH(2) maka dilakukan kembali pengujian Heterokedastistas.

Tabel 5.29 menunjukkan model SARIMAX (3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) tidak memiliki sifat ARCH karena memiliki nilai probabilitas > 0,05. Sehingga model tersebut menolak H_0 .

Tabel 5. 29 Uji Heterokedatistas SARIMAX (3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.384290	Prob. F(1,72)	0.2432
Obs*R-squared	1.395905	Prob. Chi-Square(1)	0.2374

Dari ketiga hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya model SARIMAX (3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) bersifat acak, homogen, dan tidak memiliki sifat ARCH sehingga model SARIMAX (3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) layak untuk digunakan dalam peramalan.

Hasil uji diagnostik setiap model SARIMAX GARCH terdapat pada LAMPIRAN C dan dirangkum pada Tabel 5.30.

Tabel 5.30 merupakan hasil dari uji diagnostik semua estimasi parameter. Terdapat total satu estimasi parameter SARIMAX GARCH yaitu SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1).

Tabel 5. 30 Uji Diagnostik SARIMAX GARCH

Estimasi Parameter SARIMAX GARCH	Keterangan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	Tidak acak dan homogen sisaan
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	Acak dan homogen sisaan

5.11.4 Pemilihan Model Terbaik SARIMAX-GARCH

Pemilihan model terbaik dilakukan jika terdapat beberapa model SARIMAX-GARCH yang lolos dalam semua uji kelayakan. Model SARIMAX-GARCH yang lolos semua uji kelayakan adalah model SARIMAX (3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1). Sehingga hanya model tersebut yang layak digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penderita tuberculosis bulan Oktober 2016-Desember 2018.

Sebagai pembanding nilai *Akaike Information Criterion* (AIC), dan *Schwarz Information Criterion* (SIC) seluruh estimasi parameter awal SARIMAX-GARCH, maka dapat dilakukan uji nilai terkecil AIC dan SIC dengan menggunakan program Eviews.

Tabel 5.31 menunjukkan bahwa nilai AIC dan SIC dari seluruh estimasi parameter SARIMAX-GARCH. Model SARIMAX SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆ GARCH(1) memiliki AIC dan SIC terkecil, namun model tersebut tidak lulus uji diagnostik sehingga tidak layak untuk dijadikan model peramalan jumlah penderita tuberkulosis bulan Oktober 2016-Desember 2018.

Tabel 5. 31 Nilai AIC dan SIC estimasi parameter SARIMAX-GARCH

Estimasi Parameter SARIMAX-GARCH	AIC	SIC
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	-1.927758	-1.742359
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	-16.95499	-16.73869
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	-14.67849	-14.67849
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	-1.756075	-1.570676
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	-15.29700	-15.08070
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	-1.796076	-1.579777

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan setelah melakukan implementasi. Hasil yang akan dijelaskan adalah hasil uji coba model, validasi model, dan hasil peramalan untuk periode yang akan datang.

6.1 Hasil Uji Coba Model

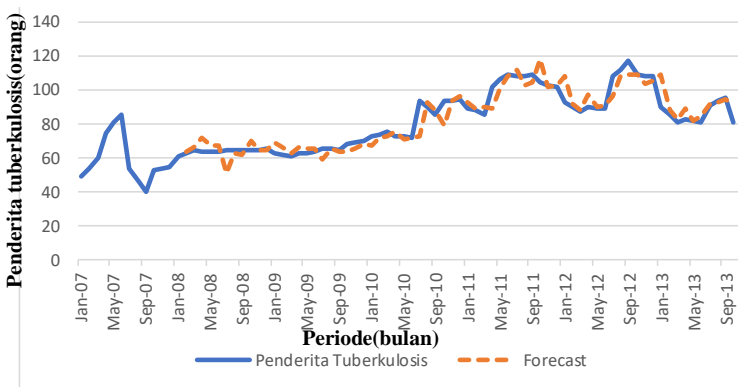
Pada tahap ini, semua estimasi parameter SARIMAX dan SARIMAX-GARCH digunakan untuk dilakukan uji coba peramalan dengan data pelatihan. Model yang digunakan merupakan model terbaik dan semua model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Perhitungan MAPE dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Data hasil peramalan ditransformasikan kembali ke bentuk semula dengan fungsi EXP(data hasil) pada *Microsoft Excel*. Hasil peramalan uji coba model terdapat dalam LAMPIRAN E dan LAMPIRAN F.

Tabel 6.1 menunjukkan MAPE data pelatihan untuk model terbaik dan semua estimasi model SARIMAX didapatkan $\leq 10\%$ sehingga H_0 ditolak dan model dikatakan sangat baik. Semua estimasi parameter SARIMAX memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ memiliki tingkat keakuratan yang paling bagus yaitu sebesar 4.77%. Namun model tersebut tidak acak dan homogen dalam sisaan. Sedangkan untuk model SARIMAX terbaik yang signifikan, sisaan bersifat acak dan homogen, serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil adalah model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ yang memiliki MAPE sebesar 5.15%.

Tabel 6. 1 Hasil uji coba model SARIMAX

Model	MAPE
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	5.50%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	4.82%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	5.15%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	5.92%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	4.77%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	5.38%

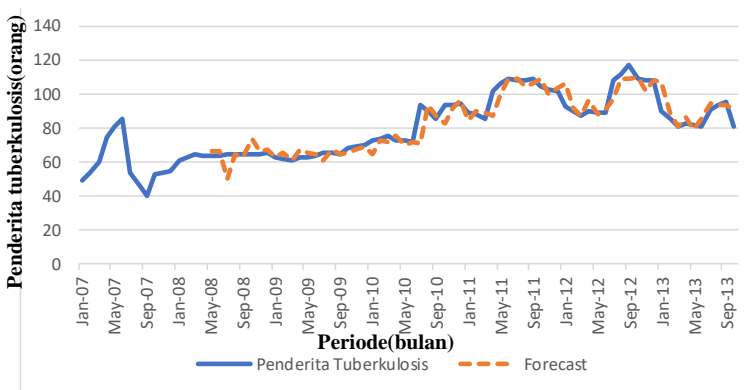
Gambar 6.1 menunjukkan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ yang merupakan model terbaik.



Gambar 6. 1 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Gambar 6.2 merupakan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan dengan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ yang merupakan model dengan MAPE terbaik. Kedua grafik menunjukkan hasil peramalan yang dapat mengikuti pola data

aktual. Sehingga peramalan dapat dikatakan merupakan hasil yang baik.



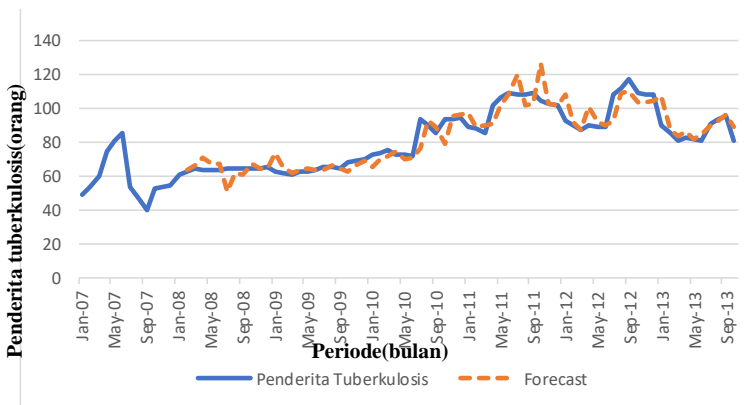
Gambar 6. 2 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆

Tabel 6.2 menunjukkan MAPE data pelatihan untuk model terbaik dan seluruh estimasi model SARIMAX-GARCH didapatkan $\leq 10\%$ sehingga H_0 ditolak dan model dikatakan sangat baik. Semua estimasi parameter SARIMAX-GARCH memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆GARCH(1) memiliki tingkat keakuratan yang paling bagus yaitu sebesar 5.42%. Model tersebut tidak lolos uji diagnostik namun dapat menghasilkan MAPE terbaik. Sedangkan untuk model SARIMAX-GARCH terbaik yang signifikan, sisaan bersifat acak dan homogen, serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆GARCH(1) yang memiliki MAPE sebesar 6.54%.

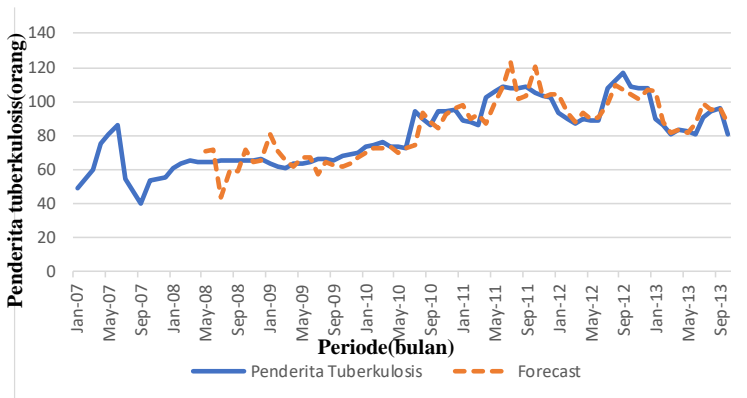
Tabel 6. 2 Hasil uji coba model SARIMAX-GARCH

Model	MAPE
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	5.42%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	7.72%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	5.43%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	6.54%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	6.41%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	6.54%

Gambar 6.3 menunjukkan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆GARCH(1) yang merupakan model dengan MAPE terbaik. Sedangkan Gambar 6.4 merupakan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan dengan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆GARCH(1) yang merupakan model terbaik. Kedua grafik menunjukkan hasil peramalan yang dapat mengikuti pola data aktual. Sehingga peramalan dapat dikatakan merupakan hasil yang baik.



Gambar 6. 3 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆GARCH(1)



Gambar 6. 4 Hasil peramalan data pelatihan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

6.2 Hasil Validasi Model

Pada tahap ini, semua estimasi parameter SARIMAX dan SARIMAX-GARCH digunakan untuk dilakukan uji coba peramalan dengan data pengujian. Model yang digunakan merupakan model terbaik dan semua model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Hasil peramalan validasi model terdapat dalam LAMPIRAN E dan LAMPIRAN F.

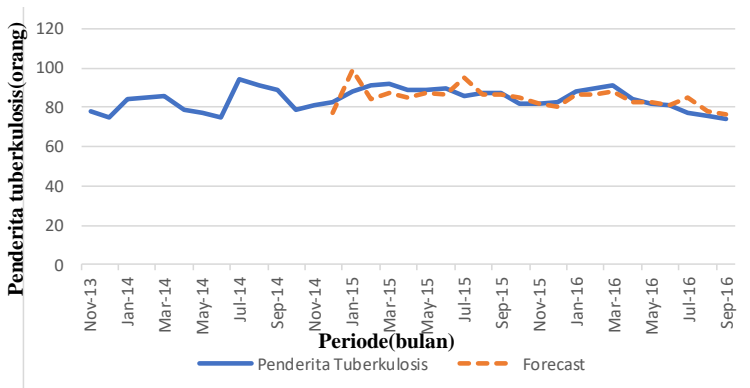
Tabel 6.3 menunjukkan MAPE data peramalan untuk model terbaik dan semua estimasi model SARIMAX didapatkan $\leq 10\%$ sehingga H_0 ditolak dan model dikatakan memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Semua estimasi parameter SARIMAX memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ memiliki tingkat keakuratan yang paling bagus yaitu sebesar 3.18%. Model tersebut tidak lolos uji diagnostik namun menghasilkan MAPE terendah. Sedangkan untuk model SARIMAX terbaik yang lolos uji

signifikansi dan diagnostik serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil adalah model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ yang memiliki MAPE sebesar 3.95%.

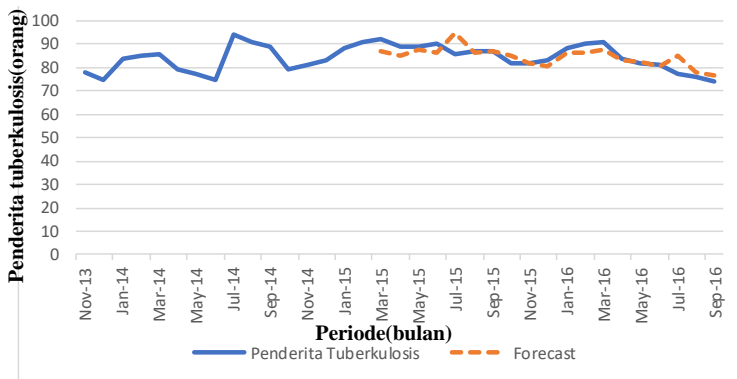
Tabel 6. 3 Hasil validasi model SARIMAX

Model	MAPE
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	4.08%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	3.98%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	3.95%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	3.36%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	3.28%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	3.18%

Gambar 6.5 menunjukkan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ yang merupakan model terbaik. Sedangkan Gambar 6.6 merupakan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan dengan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ yang merupakan model dengan MAPE terbaik. Kedua grafik menunjukkan hasil peramalan yang dapat mengikuti pola data aktual. Sehingga peramalan dapat dikatakan merupakan hasil yang baik.



Gambar 6. 5 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ penderita tuberkulosis menggunakan data pelatihan



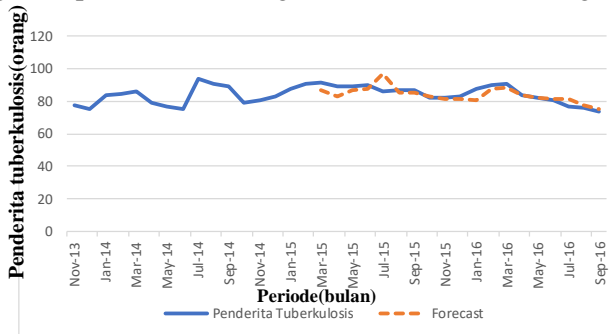
Gambar 6. 6 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ penderita tuberkulosis menggunakan data pelatihan

Tabel 6.2 menunjukkan MAPE data pelatihan untuk model terbaik dan seluruh estimasi model SARIMAX-GARCH didapatkan $\leq 10\%$. Semua estimasi parameter SARIMAX-GARCH memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ GARCH(1) memiliki tingkat keakuratan yang paling bagus yaitu sebesar 3.23%. Model tersebut tidak lolos uji diagnostik namun dapat menghasilkan MAPE terbaik. Sedangkan untuk model SARIMAX terbaik yang lolos uji signifikansi dan diagnostik serta memiliki nilai AIC dan SIC terkecil adalah model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) yang memiliki MAPE sebesar 3.62%.

Tabel 6. 4 Hasil validasi model SARIMAX-GARCH

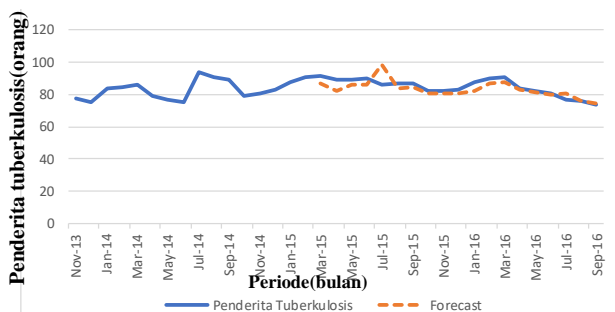
Model	MAPE
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	4.45%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	4.45%
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	4.44%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	3.24%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	3.23%
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	3.62%

Gambar 6.7 menunjukkan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ GARCH(1) yang merupakan model dengan MAPE terbaik. Sedangkan



Gambar 6. 7 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan menggunakan data pelatihan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ GARCH(1)

Gambar 6.8 merupakan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan dengan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆GARCH(1) yang merupakan model terbaik. Kedua grafik menunjukkan hasil peramalan yang dapat mengikuti pola data aktual. Sehingga peramalan dapat dikatakan merupakan hasil yang baik.



Gambar 6. 8 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan menggunakan data pelatihan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆GARCH(1)

6.3 Analisis Hasil Uji Mean Directional Accuracy (MDA)

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan model terbaik dan semua estimasi parameter SARIMAX serta SARIMAX-GARCH dalam mengikuti pola data aktual. Tahap ini dilakukan pada kedua kelompok data yaitu data pelatihan, dan data pengujian. Hasil uji MDA terdapat dalam LAMPIRAN G.

Tabel 6.5 menunjukkan hasil MDA pada data pelatihan dan data pengujian. Semua estimasi model SARIMAX dilakukan uji MAD. Model terbaik SARIMAX yaitu SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ menghasilkan nilai 0.71 pada data pengujian sehingga H_0 ditolak dan model dikatakan baik .

Tabel 6. 5 Kemampuan mengikuti pola model SARIMAX

Model	Data Pelatihan	Data Pengujian
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆	0.7	0.71
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆	0.68	0.76
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	0.74	0.71
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆	0.69	0.72
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆	0.65	0.72
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆	0.71	0.72

Tabel 6.6 menunjukkan hasil uji MAD model SARIMAX-GARCH yaitu SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) menghasilkan nilai MAD sebesar 0.72 pada data pelatihan sehingga H_0 ditolak dan model yang terbentuk berkategori baik.

Tabel 6. 6 Kemampuan mengikuti pola model SARIMAX-GARCH

Model	Data Pelatihan	Data Pengujian
SARIMAX(0,1,3)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	0.74	0.71
SARIMAX(0,1,3)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	0.62	0.71

Model	Data Pelatihan	Data Pengujian
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	0.74	0.71
SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) ₆ GARCH(1)	0.71	0.78
SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) ₆ GARCH(1)	0.68	0.78
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	0.69	0.72

6.4 Hasil dan Analisis Peramalan Periode Mendatang

Tahap ini akan menjelaskan hasil dan analisis peramalan untuk periode mendatang pada setiap variabel, yaitu variabel penderita tuberkulosis, suhu rata-rata dan kelembaban rata-rata.

6.4.1 Hasil dan Analisis Peramalan Suhu Rata-rata

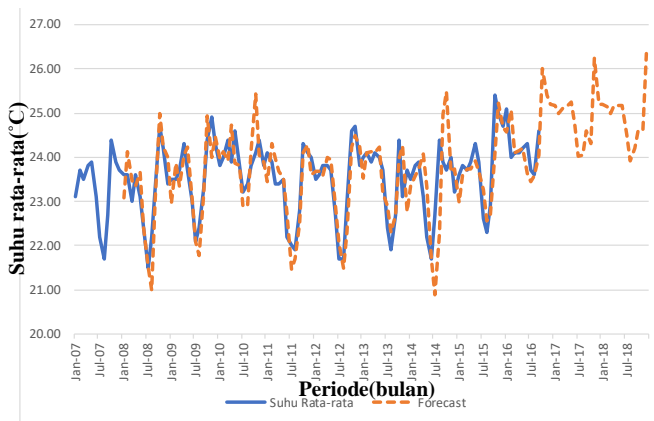
Peramalan suhu rata-rata perlu dilakukan sebagai input dalam peramalan mendatang jumlah penderita tuberkulosis menggunakan metode SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Metode peramalan ekponensial multiplikative holt winter periode musiman 12 bulan digunakan untuk melakukan peramalan dengan program Microsoft Excel. Fungsi *Solver* digunakan untuk mendapatkan estimasi faktor pemulus (α , β , dan γ) terbaik sehingga menghasilkan nilai peramalan dengan MAPE sangat baik. Peramalan Suhu rata-rata memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik karena memiliki MAPE sebesar 1.8% atau $< 10\%$. Nilai masing masing faktor pemulus adalah sebesar:

$$\alpha = 0.845$$

$$\beta = 0.003$$

$$\gamma = 1$$

Hasil peramalan suhu periode mendatang yang terdapat dalam LAMPIRAN I.



Gambar 6. 9 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan suhu rata-rata

Gambar 6.9 merupakan perbandingan antara data aktual dan data hasil peramalan hingga periode Desember 2018 terhadap data suhu rata-rata. Pola hasil ramalan dapat dilihat mengikuti pola data aktual dengan baik.

6.4.2 Hasil dan Analisis Peramalan Kelembapan Rata-rata

Peramalan kelembapan rata-rata perlu dilakukan sebagai input dalam peramalan mendatang jumlah penderita tuberkulosis menggunakan metode SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Peramalan menggunakan metode *multiplikative exponential smoothing* periode musiman 12 bulan dengan program *Microsoft Excel*. Fungsi *Solver* pada *Microsoft Excel* digunakan untuk menemukan nilai faktor pemulus (α , β , dan γ) yang paling efektif untuk menghasilkan MAPE peramalan yang sangat terbaik. Peramalan Suhu rata-rata memiliki nilai MAPE sebesar 3.74%, sehingga menolak H_0 dan model memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Nilai masing masing faktor pemulus adalah sebesar:

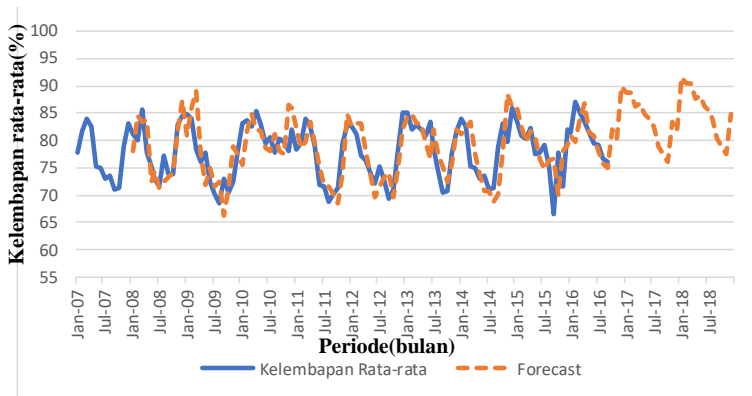
$$\alpha = 0$$

$$\beta = 0$$

$$\gamma = 1$$

Hasil peramalan kelembapan rata-rata periode mendatang yang terdapat dalam LAMPIRAN I.

Gambar 6.10 merupakan perbandingan antara data aktual dan data hasil peramalan hingga periode Desember 2018 terhadap data kelembapan rata-rata. Pola hasil ramalan dapat dilihat mengikuti pola data aktual dengan baik.



Gambar 6. 10 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan kelembapan rata-rata

6.4.3 Hasil dan Analisis Peramalan Penderita Tuberkulosis

Peramalan jumlah penderita tuberkulosis dilakukan pada semua data yang ada. Data aktual jumlah penderita tuberkulosis dibandingkan dengan data hasil peramalan menggunakan model terbaik SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Peramalan periode mendatang dilakukan untuk bulan Oktober 2016-Desember 2018 . Data hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis untuk periode mendatang dapat dilihat dalam LAMPIRAN I.

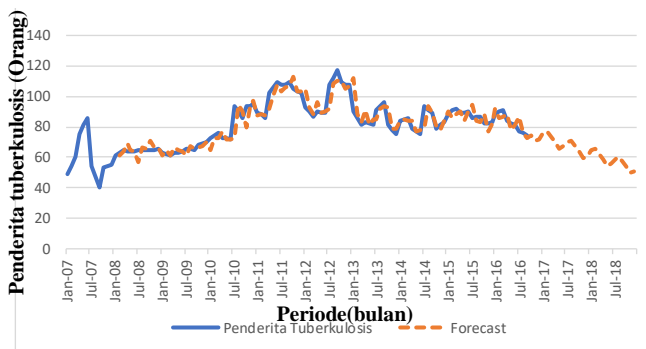
Model terbaik SARIMAX yang lolos uji signifikansi dan uji diagnostik adalah SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆. Persamaan model SARIMAX tersebut adalah:

$$(1-B)^1(1-B^6)^1(-0.435)(B^6)Y_t=0.475(B)(-0.435)(B^6)e_t+(-0.252)X_{1,t}+0.182X_{2,t}$$

Model tersebut digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penderita tuberkulosis dan mendapatkan nilai MAPE sebesar 4.28% sehingga H_0

ditolak kaena model memiliki akurasi sanagt baik dan dapat digunakan untuk melakukan peramalan untuk periode Oktober 2106-Desember 2018.

Gambar 6.11 menunjukkan grafik perbandingan antara data aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis yang sudah ditransformasi ulang dengan program *Microsoft Excel* fungsi *exp()*. Peramalan dilakukan dengan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆. Hasil peramalan menunjukkan nilai MAPE yang < 10% dan memiliki pola yang mengikuti pola data aktual sehingga data hasil peramalan dikatakan sangat baik. Peramalan periode Oktober 2016-Desember 2018 menunjukkan adanya trend turun dan musiman terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang.



Gambar 6. 11 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

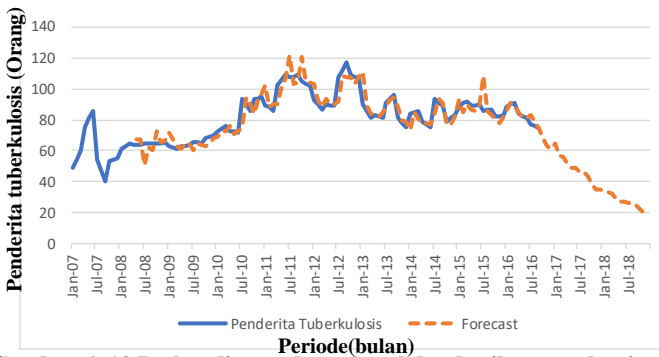
Model terbaik SARIMAX-GARCH yang lolos uji signifikansi dan uji diagnostik adalah model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1). Persamaan model tersebut adalah:

$$(1-B)^1(1-B^6)^1(-0.302)(B)(-0.999)(B^6)Y_t = (-0.317)(B)e_t + (-0.526)X_{1,t} + 0.38X_{2,t}$$

$$\text{GARCH} = 0.00816979680664 + 0.0142430148764 * \text{GARCH}(-1)$$

Model tersebut digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penderita tuberkulosis. Hasil peramalan menunjukkan model memiliki MAPE sebesar 4.90% sehingga H_0 ditolak dan model memiliki akurasi yang sangat baik. Model dapat digunakan untuk peramalan periode Oktober 2016-Desember 2018 terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang.

Gambar 6.12 merupakan perbandingan data aktual dan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis dengan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1). Data hasil peramalan program Eviews ditransformasi dengan fungsi exp() pada program *Microsoft Excel* untuk diolah mencari nilai MAPE. Pola hasil peramalan dapat mengikuti pola data aktual dan menghasilkan MAPE yang sangat baik < 10%. Hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis untuk periode Oktober 2016-Desember 2018 di Kabupaten Malang dengan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) menunjukkan trend turun dan musiman.



Gambar 6. 12 Perbandingan data aktual dan hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

6.5 Analisis Hasil Peramalan

Peramalan dilakukan untuk model terbaik SARIMAX dan SARIMAX-GARCH. Perbandingan hasil peramalan dilakukan untuk kedua model tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan metode yang mampu memberikan hasil peramalan yang lebih baik. Hasil peramalan yang lebih baik dilihat dari nilai MAPE yang dihasilkan. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin bagus model tersebut melakukan peramalan. Data yang digunakan dalam perbandingan adalah data pelatihan dan data pengujian. Hasil peramalan untuk model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH terdapat dalam LAMPIRAN E dan LAMPIRAN F.

Tabel 6.7 merupakan perbandingan MAPE hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis dengan menggunakan data pelatihan dan pengujian. Semua metode dan model menghasilkan MAPE < 10% yang menjadikan kemampuan model sangat baik untuk melakukan peramalan. Model SARIMAX tanpa pengaruh GARCH memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan model SARIMAX dengan pengaruh GARCH dengan MAPE pengujian sebesar 3.18%. Sehingga hasil peramalan yang akan dihasilkan model SARIMAX untuk data jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang dari Januari 2007-September 2016 akan lebih baik dari pada yang dihasilkan model SARIMAX-GARCH.

Tabel 6. 7 Perbandingan MAPE SARIMAX dan SARIMAX-GARCH

Metode	Model	MAPE Pelatihan	MAPE Pengujian
SARIMAX	SARIMAX(0,1,3) (1,1,2) ₆	5.15%	3.18%
SARIMAX - GARCH	SARIMAX(3,1,0) (1,1,2) ₆ GARCH(1)	6.25%	3.62%

6.6 Analisis Pengaruh Multikolinieritas

Hasil uji multikolinieritas mengatakan bahwa adanya hubungan yang saling memengaruhi antara data suhu rata-rata dan kelembapan rata-rata yang merupakan variabel independen dalam melakukan peramalan dengan metode SARIMAX. Analisis pengaruh multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui pengaruh adanya hubungan multikolinieritas terhadap hasil peramalan. Dilakukan perbandingan antara MAPE model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH yang menggunakan satu variabel independen dan dua variabel independen. Masing masing model terbaik SARIMAX dan SARIMAX-GARCH akan dicoba pada data pelatihan dan pengujian untuk melakukan peramalan dengan satu dan dua variabel independen. Hasil peramalan dengan satu variabel independen model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH terdapat dalam LAMPIRAN J dan LAMPIRAN K.

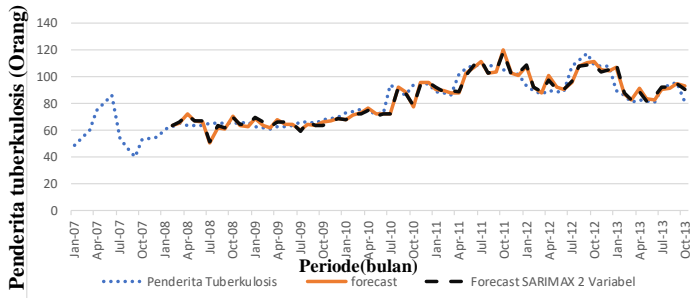
Tabel 6.8 merupakan perbandingan hasil peramalan model SARIMAX dengan satu dan dua variabel independen pada data pelatihan dan pengujian. Model SARIMAX dengan dua variabel menghasilkan MAPE lebih baik karena nilai MAPE dalam data pengujian yang lebih kecil yaitu 3.18%.

Tabel 6. 8 Perbandingan MAPE model dengan 1 dan 2 variabel independen model SARIMAX

Variabel	Model	MAPE Pelatihan	MAPE Pengujian
Suhu, Kelembapan	SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	5.15%	3.18%
Suhu	SARIMAX(0,1,3)(1,1,2) ₆	5.18%	3.94%

Gambar 6.13 merupakan perbandingan dari dari aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ dari data pelatihan yang dipengaruhi 1 dan 2 variabel dependen. Hal tersebut mendukung pernyataan seperti pada bagian 2.2.5 bahwa

multikolinearitas tidak menjadi masalah yang serius dalam Box Jenkins karena hubungan antara variabel independen sangat tinggi.



Gambar 6. 13 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX 1 dan 2 variabel dengan data pelatihan

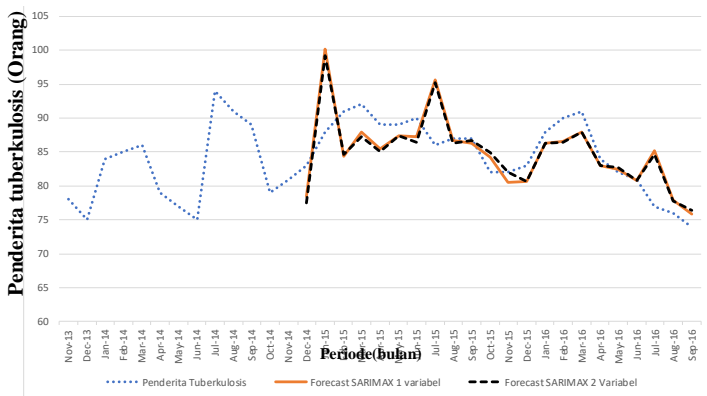
Gambar 6.14 merupakan perbandingan dari dari aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ dari data pengujian yang dipengaruhi 1 dan 2 variabel dependen.

Tabel 6.9 meruapkan perbandingan MAPE dari penggunaan model SARIMAX GARCH terbaik untuk melakukan peramalan dipengaruhi denganlosis satu dan dua variabel independen pada data pelatihan dan pengujian. Model SARIMAX GARCH yang ddpengaruhi satu variabel menghasilkan peramalan yang lebih baik karena MAPE yang dihasilkan lebih kecil yaitu 3.22% pada data pengujian.

Tabel 6. 9 Perbandingan MAPE model dengan 1 dan 2 variabel independen model SARIMAX GARCH

Variabel	Model	MAPE Pelatihan	MAPE Pengujian
Suhu, Kelembapan	SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	6.25%	3.62%
Suhu	SARIMAX(3,1,0)(1,1,2) ₆ GARCH(1)	6.32%	3.22%

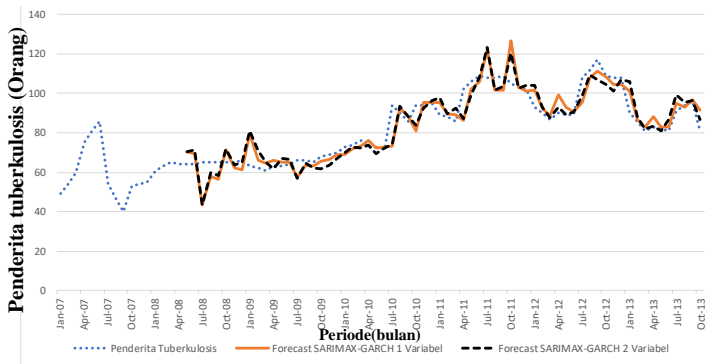
Sehingga hal tersebut mendukung pernyataan pada bagian 2.2.5 mengenai sifat multikolinearitas terhadap perubahan data yang terjadi.



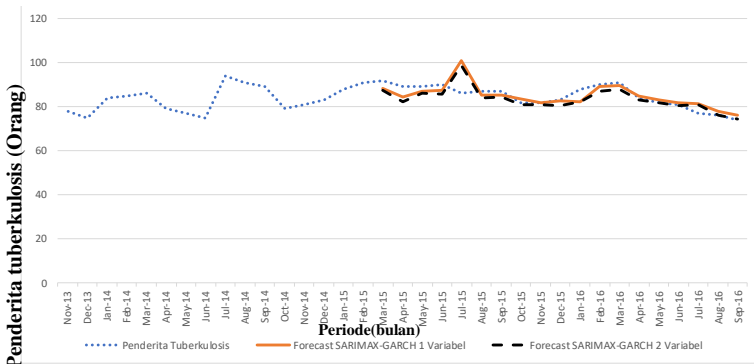
Gambar 6. 14 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX 1 dan 2 variabel dengan data pengujian

Gambar 6.15 merupakan perbandingan dari dari aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) dari data pelatihan yang dipengaruhi 1 dan 2 variabel dependen.

Gambar 6.16 merupakan perbandingan dari dari aktual jumlah penderita tuberkulosis dengan hasil peramalan menggunakan model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) dari data pengujian yang dipengaruhi 1 dan 2 variabel dependen



Gambar 6. 15 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX-GARCH 1 dan 2 variabel dengan data pelatihan



Gambar 6. 16 Perbandingan hasil peramalan dan data aktual model SARIMAX-GARCH 1 dan 2 variabel dengan data pengujian

Berdasarkan perbandingan MAPE yang dilakukan, pengaruh multikolinearitas terhadap variabel independen pada model SARIMAX dan SARIMAX-GARCH untuk melakukan peramalan terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang memiliki pengaruh yang berbeda. Pada model SARIMAX lebih baik digunakan dua variabel independen karena dapat menghasilkan MAPE yang lebih kecil

dibandingkan satu variabel saja. Sedangkan pada model SARIMAX-GARCH, penggunaan satu variabel independen akan menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan. Saran diberikan untuk pengembangan kedepan yang lebih baik.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model SARIMAX dan SARIMAX GARCH terbaik yang lolos uji signifikansi dan uji diagnostik adalah SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ dan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1). Model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ memiliki MAPE data training sebesar 5.15% dan MAPE data testing sebesar 3.95%. Model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1) memiliki MAPE data training sebesar 6.54% dan MAPE data pengujian sebesar 3.62%. Sehingga model tersebut dapat digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang pada Oktober 2016-Desember 2018.
2. Hasil peramalan jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Malang untuk Oktober 2016-Desember 2018 menunjukkan data memiliki trend turun yang bersifat musiman. Jumlah penderita tuberkulosis akan mengalami penurunan dengan pola musiman yang bertahap hingga Desember 2018.
3. Hasil peramalan yang dilakukan dengan menggunakan model terbaik SARIMAX dan SARIMAX-GARCH memiliki nilai MAPE yang sangat baik yaitu sebesar 4.28% untuk hasil peramalan model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ dan 4.90% untuk hasil peramalan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1).

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pada tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Periode data dependen dan independen yang digunakan lebih panjang. Panjang tahun dari data yang digunakan bisa ditambah menjadi 10 tahun atau lebih untuk mendapatkan masukan dan kelaaran hasil yang lebih baik.
2. Data jumlah penderita tuberkulosis yang digunakan tidak nya dari Kabupaten Malang, bisa ditambahkan menjadi data yang mencakup Keresidenan Malang yaitu Kabupaten Malang, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kota Batu, Kota Malang, Kota Pasuruan, dan Kota Probolinggo.
3. Data suhu dan kelembapan rata-rata yang digunakan bisa diambil dari beberapa stasiun BMKG Kabupaten Malang seperti stasiun Karangploso, Kedungdalem, Pagak, Bantur, dsb. Data suhu dan kelembapan juga bisa didapatkan dari institusi lain seperti accuweather.
4. Peramalan dapat dilakukan menggunakan tools lain seperti R program dan Matlab.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA DIREKTORAT JENDERAL PENGENDALIAN PENYAKIT DAN PENYEHATAN LINGKUNGAN, “Pedoman nasional pengendalian tuberkulosis,” *J. Kesehat. Masy.*, p. 2011, 2011.
- [2] I. M. E. D. K. QUEENA FREDLINA, TJOKORDA BAGUS OKA, “Model Sir (Susceptible , Infectious , Recovered) Untuk Penyebaran Penyakit Tuberkulosis,” *e-Jurnal Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 52–58, 2012.
- [3] Herryanto, D. A. Musadad, and F. M. Komalig, “Riwayat Pengobatan Penderita TB Paru Meninggal,” *Jurnal Ekologi Kesehatan*, vol. 3, no. No 1. pp. 1–6, 2004.
- [4] N. Dube, “Application and comparison of time series methods on tuberculosis incidence data: A case study of Zimbabwe 1990-2013,” *Electron. Theses Diss.*, 2015.
- [5] WHO, “Global Tuberculosis Report 2016,” *Cdc 2016*, no. Global TB Report 2016, p. 214, 2016.
- [6] K. J. Timur, “Tuberkulosis Paru BTA Positif Jatim Tembus 15.371 Kasus,” *22 Jan 2016 02:51:08 PM*, 2016. [Online]. Available: <http://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/tuberkulosis-paru-bta-positif-jatim-tembus-15-371-kasus>. [Accessed: 23-Sep-2017].
- [7] Z. Arifin, “Pasien TBC di Kota Malang Meningkat Lebih 50 Persen,” *Senin, 10 Apr 2017 11:43 WIB*, 2017. [Online]. Available: http://kbr.id/berita/04-2017/pasien_tbc_di_kota_malang_meningkat_lebih_50_persen/89663.html. [Accessed: 23-Sep-2017].
- [8] H. A. Susanto, A. Sakka, and L. Tina, “Prediksi Kejadian Penyakit Tb Paru Bta Positif Prediction of Incident Tb Pulmonary Bta Possitive Disease in Kendari 2016-2020,” *J. Fak. Kesehat. Masy. Univ. Halu Oleo*, 2016.
- [9] A. E. Permanasari, D. R. A. Rambli, and P. D. D. Dominic, “Performance of Univariate Forecasting on

- Seasonal Diseases: The Case of Tuberculosis,” in *Software Tools and Algorithms for Biological Systems*, H. R. Arabnia and Q.-N. Tran, Eds. New York, NY: Springer New York, 2011, pp. 171–179.
- [10] A. Alsunni, F. Majeed, T. Yar, A. Alrahim, A. F. Ajhawaj, and M. Alzaki, “FORECASTING OF NEW CASES OF TB, USING BOX-JENKINS APPROACH,” *JUMDC*, vol. 5, no. 2, pp. 282–287, 2014.
- [11] M. Moosazadeh, M. Nasehi, A. Bahrampour, N. Khanjani, S. Sharafi, and S. Ahmadi, “Forecasting Tuberculosis Incidence in Iran Using Box-Jenkins Models,” *Iran. Red Crescent Med. J.*, vol. 16, no. 5, 2014.
- [12] L. Rahmayani, “MODEL ARIMAX DAN SARIMAX UNTUK MERAMALKAN DATA CURAH HUJAN ABSTRACT MODEL ARIMAX AND SARIMAX FOR FORECASTING,” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG, 2013.
- [13] K. SIREGAR, “PENGARUH KELEMBABAN UDARA, SUHU UDARA, CURAH HUJAN DENGAN KASUS PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KABUPATEN BATUBARA TAHUN 2010-2012,” UNIVERSITAS SUMATERA UTARA, 2014.
- [14] N. S. Arunraj, D. Ahrens, and M. Fernandes, “Application of SARIMAX Model to Forecast Daily Sales in Food Retail Industry,” *Int. J. Oper. Res. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–21, 2016.
- [15] S. Sri Aryani, Heri Kuswanto, “MODELING INFLATION VOLATILITY USING ARIMAX-GARCH,” in *International Conference on Science, Technology and Humanity*, 2015, pp. 188–197.
- [16] W. Anggraeni, N. Pusparinda, E. Riksakomara, and F. Samopa, “The Performance of ARIMAX Method in Forecasting Number of Tuberculosis Patients in Malang Regency , Indonesia,” *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 12, no.

- 17, pp. 6806–6813, 2017.
- [17] P. K. Malang, “SELAYANG PANDANG,” *Selasa, 10 Mei 2016 08:46 WIB*, 2016. [Online]. Available: <http://www.malangkab.go.id/site/read/detail/79/selayang-pandang.html>. [Accessed: 23-Sep-2017].
- [18] Climate-Data.Org, “Iklim:Kepanjen,” 2017. [Online]. Available: <https://id.climate-data.org/location/622149/>. [Accessed: 23-Sep-2017].
- [19] A. Raharja, W. Angraeni, S. Si, M. Kom, R. A. Vinarti, and S. Kom, “Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di Pt . Telkomsel Divre3 Surabaya,” *SISFO-Jurnal Sist. Inf.*, p. 8, 2011.
- [20] A. A. Wasposito and L. Minadaniati, “Pengaruh Kepuasan Kerja Dan Iklim Organisasi Terhadap Organizational Citizenship Behavior (Ocb) Karyawan Pada Pt . Trubus Swadaya,” *J. Ris. Manaj. Sains Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–16, 2012.
- [21] I. Wasis, D. Aryawan, M. Sc, and D. Ph, “Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas untuk Wilayah Indonesia,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [22] J. D. Cryer, *Time Series Analysis*. Boston: Duxbury Press, 1986.
- [23] O. Maimon and L. Rokach, “Neural Networks For Data Mining,” in *Soft Computing for Knowledge Discovery and Data Mining*, 1st ed., O. Maimon and L. Rokach, Eds. Springer US, 2008, p. 27.
- [24] W. W. S. Wei, *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*, 2nd editio. Pearson Education Inc, 2006.
- [25] D. Rosadi, *Analisis Ekonometrika dan Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2010.
- [26] M. Lista, M. I. Irawan, J. Matematika, F. Matematika,

and P. Alam, “Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi,” *J. SAINS DAN SENI POMITS*, vol. 3, no. 2, 2014.

- [27] E. Padang, G. Tarigan, and U. Sinulingga, “Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Medan-Rantau Prapat Dengan Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters,” vol. 1, no. 2, pp. 161–174, 2013.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Palembang, 25 September 1996, dengan nama lengkap Trishna Fadea Durrotun Nasehah. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Aisyah Bustanul Atfal Gelumbang, SD 24 Parupuk Tabing, SMP N 1 Padang, SMA N 1 Padang, dan akhirnya menjadi mahasiswa Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi

Sepuluh Nopember (ITS) angkatan 2014 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk perguruan Tinggi (SNMPTN) terdaftar dengan NRP 5214100068. Selama menempuh perkuliahan, penulis aktif di beberapa kegiatan keorganisasian. Penulis pernah menjadi bagian dari Departemen Sosial Masyarakat Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi sebagai kepala divisi Creative Campaign periode kepengurusan 2016-2017. Topik tugas akhir penulis termasuk dalam bidang minat Laboratorium Rekayasa data dan Intelegrasi Bisnis (RDIB) Jurusan Sistem Informasi. Jika terdapat pertanyaan mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui e-mail trishna.fadea@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A DATA MENTAH

Tabel A. 1 Data aktual penderita tuberkulosis, suhu rata-rata, dan kelembapan rata-rata

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-Rata	Kelembapan Rata-Rata
Jan-07	49	23.1	77.9
Feb-07	54	23.7	81.8
Mar-07	60	23.5	84.1
Apr-07	75	23.8	82.6
May-07	81	23.9	75.3
Jun-07	86	23.1	75
Jul-07	54	22.2	72.9
Aug-07	47	21.7	73.5
Sep-07	40	22.7	70.9
Oct-07	53	24.4	71.2
Nov-07	54	23.9	78.8
Dec-07	55	23.7	83.2
Jan-08	61	23.6	81.1
Feb-08	63	23.6	79.9
Mar-08	65	23	85.7
Apr-08	64	23.6	77.7
May-08	64	23.1	75.2
Jun-08	64	22.4	73
Jul-08	65	21.5	71.7
Aug-08	65	22.2	77.3
Sep-08	65	23.3	73.7
Oct-08	65	24.7	73.7
Nov-08	65	24.2	82.8
Dec-08	66	23.4	84.5
Jan-09	63	23.5	84.8

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-Rata	Kelembapan Rata-Rata
Feb-09	62	23.5	84.1
Mar-09	61	23.7	78.2
Apr-09	63	24.3	76
May-09	63	23.7	77.9
Jun-09	64	23	72.4
Jul-09	66	22.1	70.1
Aug-09	66	22.4	68.6
Sep-09	65	23.3	73
Oct-09	68	24.4	70.6
Nov-09	69	24.9	72.5
Dec-09	70	24.3	78.1
Jan-10	73	23.8	83.1
Feb-10	74	24	83.8
Mar-10	76	24.4	82.5
Apr-10	73	23.9	85.5
May-10	73	24.6	82.8
Jun-10	72	23.8	79.6
Jul-10	94	23.2	80.6
Aug-10	90	23.4	77.9
Sep-10	86	23.8	80.2
Oct-10	94	24.1	79.8
Nov-10	94	24.4	78
Dec-10	95	23.8	81.9
Jan-11	89	24.1	78.4
Feb-11	88	23.9	79.4
Mar-11	86	23.4	84
Apr-11	102	23.4	82.5
May-11	106	23.5	78.9

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-Rata	Kelembapan Rata-Rata
Jun-11	109	22.2	71.8
Jul-11	108	22	71.7
Aug-11	108	21.9	68.9
Sep-11	109	22.8	70.2
Oct-11	105	24.3	71.2
Nov-11	103	24.1	79.4
Dec-11	102	24	82.8
Jan-12	93	23.5	82.6
Feb-12	90	23.6	81.1
Mar-12	87	23.8	77.3
Apr-12	90	23.8	76.4
May-12	89	23.7	74
Jun-12	89	22.7	72.2
Jul-12	108	21.7	75.2
Aug-12	112	21.7	72.6
Sep-12	117	23	69.2
Oct-12	109	24.6	71
Nov-12	108	24.7	78.2
Dec-12	108	23.8	85.2
Jan-13	90	24	85.2
Feb-13	86	24.1	82
Mar-13	81	23.9	82.8
Apr-13	83	24.1	82
May-13	82	24	81
Jun-13	81	23.7	83.4
Jul-13	91	22.4	78.7

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-Rata	Kelembapan Rata-Rata
Aug-13	94	21.9	74.3
Sep-13	96	22.7	70.4
Oct-13	81	24.4	70.7
Nov-13	78	23.1	77.9
Dec-13	75	23.7	81.8
Jan-14	84	23.5	84.1
Feb-14	85	23.8	82.6
Mar-14	86	23.9	75.3
Apr-14	79	23.1	75
May-14	77	22.2	72.9
Jun-14	75	21.7	73.5
Jul-14	94	22.7	70.9
Aug-14	91	24.4	71.2
Sep-14	89	23.9	78.8
Oct-14	79	23.7	83.2
Nov-14	81	24	79.7
Dec-14	83	23.2	85.9
Jan-15	88	23.6	83.7
Feb-15	91	23.8	80.8
Mar-15	92	23.7	80.2
Apr-15	89	23.9	82.3
May-15	89	24.3	77.5
Jun-15	90	23.9	77.8
Jul-15	86	22.6	79.3
Aug-15	87	22.3	75.2
Sep-15	87	22.9	66.4
Oct-15	82	25.4	77.7
Nov-15	82	25	71.5

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-Rata	Kelembapan Rata-Rata
Dec-15	83	24.7	82
Jan-16	88	25.1	81.5
Feb-16	90	24	87
Mar-16	91	24.1	85.2
Apr-16	84	24.1	83.3
May-16	82	24.2	81.5
Jun-16	81	24.3	79.6
Jul-16	77	23.7	79.3
Aug-16	76	23.6	76.6
Sep-16	74	24.6	76.2

A-6

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN B Uji SIGNIFIKANSI

Tabel B. 1 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 02:55
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 23 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-0.546362	0.096523	-5.660425	0.0000
SMA(6)	-0.847977	0.100607	-8.428582	0.0000
SIGMASQ	0.007801	0.000944	8.262455	0.0000

Tabel B. 2 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 02:54
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 20 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	309.5979	-0.003230	0.9974
SMA(12)	0.209640	0.115257	1.818902	0.0731
SIGMASQ	0.010521	1.628611	0.006460	0.9949

Tabel B. 3 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,3)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 02:54
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 23 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	358.2912	-0.002791	0.9978
SMA(18)	-0.090019	0.149885	-0.600589	0.5500
SIGMASQ	0.010714	1.919054	0.005583	0.9956

Tabel B. 4 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(0,1,4)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 02:53
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 17 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	264.2158	-0.003785	0.9970
SMA(24)	0.194980	0.202411	0.963288	0.3386
SIGMASQ	0.010632	1.410484	0.007538	0.9940

Tabel B. 5 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,0)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:05
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 92 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.690393	0.046088	-14.97978	0.0000
MA(3)	-0.595205	0.082766	-7.191407	0.0000
SIGMASQ	0.008308	0.000969	8.576444	0.0000

Tabel B. 6 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:07
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 66 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.410438	0.095366	-4.303822	0.0001
MA(3)	-0.455841	0.095596	-4.768394	0.0000
SMA(6)	-0.567162	0.134642	-4.212362	0.0001
SIGMASQ	0.007670	0.000855	8.969818	0.0000

Tabel B. 7 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:09
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 110 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.820264	0.062710	-13.08022	0.0000
MA(3)	-0.516759	0.095859	-5.390821	0.0000
SMA(12)	-0.346960	0.138189	-2.510771	0.0143
SIGMASQ	0.007833	0.000916	8.551631	0.0000

Tabel B. 8 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,3)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:12
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 99 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.694523	0.052115	-13.32669	0.0000
MA(3)	-0.591490	0.087001	-6.798675	0.0000
SMA(18)	0.025819	0.110263	0.234157	0.8155
SIGMASQ	0.008313	0.000995	8.354613	0.0000

Table B. 9 Uji Signifikansi SARIMA(0,1,3)(1,1,4)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:13
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 109 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.692511	0.045345	-15.27209	0.0000
MA(3)	-0.546336	0.086914	-6.285939	0.0000
SMA(24)	0.160445	0.135291	1.185928	0.2396
SIGMASQ	0.008095	0.000970	8.345446	0.0000

Table B. 10 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:20
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 23 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-0.546362	0.096523	-5.660425	0.0000
SMA(6)	-0.847977	0.100607	-8.428582	0.0000
SIGMASQ	0.007801	0.000944	8.262455	0.0000

Table B. 11 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:22
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 20 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	309.5979	-0.003230	0.9974
SMA(12)	0.209640	0.115257	1.818902	0.0731
SIGMASQ	0.010521	1.628611	0.006460	0.9949

Tabel B. 12 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,3)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:26
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 23 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	358.2912	-0.002791	0.9978
SMA(18)	-0.090019	0.149885	-0.600589	0.5500
SIGMASQ	0.010714	1.919054	0.005583	0.9956

Tabel B. 13 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(0,1,4)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:26
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 17 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(3)	-1.000000	264.2158	-0.003785	0.9970
SMA(24)	0.194980	0.202411	0.963288	0.3386
SIGMASQ	0.010632	1.410484	0.007538	0.9940

Tabel B. 14 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,0)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:27
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 92 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.690393	0.046088	-14.97978	0.0000
MA(3)	-0.595205	0.082766	-7.191407	0.0000
SIGMASQ	0.008308	0.000969	8.576444	0.0000

Tabel B. 15 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:27
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 66 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.410438	0.095366	-4.303822	0.0001
MA(3)	-0.455841	0.095596	-4.768394	0.0000
SMA(6)	-0.567162	0.134642	-4.212362	0.0001
SIGMASQ	0.007670	0.000855	8.969818	0.0000

Tabel B. 16 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:28
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 110 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.820264	0.062710	-13.08022	0.0000
MA(3)	-0.516759	0.095859	-5.390821	0.0000
SMA(12)	-0.346960	0.138189	-2.510771	0.0143
SIGMASQ	0.007833	0.000916	8.551631	0.0000

Tabel B. 17 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,3)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:28
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 99 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.694523	0.052115	-13.32669	0.0000
MA(3)	-0.591490	0.087001	-6.798675	0.0000
SMA(18)	0.025819	0.110263	0.234157	0.8155
SIGMASQ	0.008313	0.000995	8.354613	0.0000

Tabel B. 18 Uji Signifikansi SARIMA(3,1,0)(1,1,4)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/03/18 Time: 03:29
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 109 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(6)	-0.692511	0.045345	-15.27209	0.0000
MA(3)	-0.546336	0.086914	-6.285939	0.0000
SMA(24)	0.160445	0.135291	1.185928	0.2396
SIGMASQ	0.008095	0.000970	8.345446	0.0000

Tabel B. 19 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/06/18 Time: 12:12
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 94 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.208903	0.269514	-0.775111	0.4409
TKELEMBAPAN	0.151100	0.195459	0.773050	0.4421
AR(6)	-0.711659	0.043166	-16.48646	0.0000
MA(3)	-0.574294	0.087756	-6.544178	0.0000
SIGMASQ	0.008103	0.001053	7.695632	0.0000

Tabel B. 20 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/06/18 Time: 12:12
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 65 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.301394	0.128287	-2.349368	0.0217
TKELEMBAPAN	0.218310	0.093202	2.342348	0.0221
AR(6)	-0.358618	0.083851	-4.276858	0.0001
MA(3)	-0.347415	0.122066	-2.846118	0.0058
SMA(6)	-1.000000	1617.721	-0.000618	0.9995
SIGMASQ	0.005799	4.690509	0.001236	0.9990

Tabel B. 21 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/06/18 Time: 12:14
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 118 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.280781	0.254447	-1.103497	0.2736
TKELEMBAPAN	0.203093	0.184337	1.101747	0.2743
AR(3)	-0.337723	0.101131	-3.339456	0.0013
SAR(6)	-0.790955	0.035265	-22.42904	0.0000
SIGMASQ	0.008866	0.001093	8.108501	0.0000

Tabel B. 22 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/06/18 Time: 12:14
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 68 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.302798	0.133197	-2.273312	0.0261
TKELEMBAPAN	0.219321	0.096774	2.266316	0.0266
AR(3)	-0.372731	0.131126	-2.842534	0.0059
SAR(6)	-0.466233	0.084673	-5.506294	0.0000
MA(6)	-1.000000	1547.769	-0.000646	0.9995
SIGMASQ	0.005815	4.505132	0.001291	0.9990

Tabel B. 23 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 01/06/18 Time: 12:15
 Sample: 2007M08 2013M10
 Included observations: 75
 Convergence achieved after 159 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.307959	0.244920	-1.257386	0.2129
TKELEMBAPAN	0.222980	0.177390	1.257005	0.2130
AR(3)	-0.307534	0.126778	-2.425759	0.0179
SAR(6)	-0.883212	0.050394	-17.52603	0.0000
MA(12)	-0.420848	0.129640	-3.246277	0.0018
SIGMASQ	0.008077	0.001030	7.844375	0.0000

Tabel B. 24 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆ GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
 Date: 01/06/18 Time: 12:17
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Convergence achieved after 65 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(5) + C(6)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.238189	0.214115	-1.112434	0.2660
TKELEMBAPAN	0.172338	0.155204	1.110391	0.2668
AR(6)	-0.661251	0.054894	-12.04601	0.0000
MA(3)	-0.506563	0.073957	-6.849411	0.0000

Tabel B. 25 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆ GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
 Date: 01/06/18 Time: 12:18
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 222 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(6) + C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.079109	0.245815	-0.321823	0.7476
TKELEMBAPAN	0.056973	0.177663	0.320680	0.7485
AR(6)	-0.628965	0.074539	-8.438033	0.0000
MA(3)	-2.690253	0.859085	-3.131535	0.0017
SMA(6)	-113652.7	39074.08	-2.908648	0.0036

Tabel B. 26 Uji Signifikansi SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)
 Date: 01/06/18 Time: 12:19
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 162 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(6) + C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.010114	0.191548	-0.052802	0.9579
TKELEMBAPAN	0.006541	0.138595	0.047194	0.9624
AR(6)	-0.780714	0.043445	-17.97013	0.0000
MA(3)	-8.287893	7.889376	-1.050513	0.2935
SMA(12)	-75049.84	70552.50	-1.063745	0.2874

Tabel B. 27 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,0) GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)
 Date: 01/06/18 Time: 12:23
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 32 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(5) + C(6)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.254155	0.202541	-1.254833	0.2095
TKELEMBAPAN	0.183718	0.146807	1.251422	0.2108
AR(3)	-0.373974	0.075752	-4.936830	0.0000
SAR(6)	-1.000000	0.023454	-42.63739	0.0000

Tabel B. 28 Uji Signifikansi SARIMAX(3,1,0)(1,1,1) GARCH(1)

Dependent Variable: D(TRANS_TB,1,6)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)
 Date: 01/06/18 Time: 12:24
 Sample (adjusted): 2007M08 2013M10
 Included observations: 75 after adjustments
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 18 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(6) + C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
TSUHU	-0.526450	3.865088	-0.136206	0.8917
TKELEMBAPAN	0.381495	2.784234	0.137020	0.8910
AR(3)	0.004998	0.873758	0.005720	0.9954
SAR(6)	0.009989	0.978781	0.010205	0.9919
MA(6)	-6962.553	3262.331	-2.134227	0.0328

LAMPIRAN C Uji Diagnostik

Date: 01/03/18 Time: 03:00
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.025	0.025	0.0471	
		2	-0.017	-0.017	0.0695	
		3	0.077	0.078	0.5470	0.460
		4	-0.102	-0.108	1.4015	0.496
		5	-0.103	-0.096	2.2784	0.517
		6	0.077	0.075	2.7796	0.595
		7	-0.030	-0.022	2.8558	0.722
		8	-0.031	-0.024	2.9379	0.817
		9	-0.004	-0.036	2.9395	0.891
		10	-0.027	-0.017	3.0021	0.934
		11	0.014	0.030	3.0195	0.964
		12	0.162	0.152	5.4262	0.861
		13	0.039	0.029	5.5682	0.901
		14	0.067	0.062	5.9898	0.917
		15	-0.102	-0.134	6.9872	0.903

Tabel C. 1 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:01
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.061	-0.061	0.2912	0.589
		2	-0.067	-0.071	0.6509	0.722
		3	0.050	0.041	0.8479	0.838
		4	0.051	0.052	1.0568	0.901
		5	0.010	0.023	1.0654	0.957
		6	0.099	0.108	1.8927	0.929
		7	-0.065	-0.055	2.2533	0.945
		8	-0.067	-0.067	2.6384	0.955
		9	0.085	0.059	3.2733	0.952
		10	-0.051	-0.059	3.5063	0.967
		11	-0.055	-0.045	3.7812	0.976
		12	0.005	-0.014	3.7837	0.987
		13	-0.058	-0.057	4.1011	0.990
		14	-0.062	-0.054	4.4663	0.992
		15	0.063	0.038	4.8523	0.993

Tabel C. 2 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:01
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.021	0.021	0.0331	
		2	-0.014	-0.014	0.0487	
		3	0.241	0.242	4.7014	0.030
		4	-0.119	-0.138	5.8507	0.054
		5	-0.139	-0.130	7.4393	0.059
		6	-0.140	-0.211	9.0853	0.059
		7	-0.061	0.008	9.3989	0.094
		8	-0.044	0.007	9.5622	0.144
		9	0.045	0.120	9.7370	0.204
		10	-0.008	-0.064	9.7426	0.284
		11	0.025	-0.017	9.7984	0.367
		12	-0.055	-0.168	10.078	0.434
		13	0.025	0.063	10.138	0.518
		14	0.074	0.084	10.657	0.558
		15	-0.002	0.103	10.658	0.639

Tabel C. 3 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:02
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.003	-0.003	0.0009	0.976
		2	-0.004	-0.004	0.0021	0.999
		3	0.065	0.065	0.3437	0.952
		4	0.027	0.028	0.4051	0.982
		5	-0.006	-0.005	0.4078	0.995
		6	0.010	0.006	0.4167	0.999
		7	-0.060	-0.064	0.7216	0.998
		8	-0.061	-0.062	1.0457	0.998
		9	0.014	0.012	1.0632	0.999
		10	-0.054	-0.047	1.3207	0.999
		11	-0.047	-0.036	1.5190	1.000
		12	0.096	0.098	2.3567	0.999
		13	-0.051	-0.045	2.6025	0.999
		14	-0.055	-0.050	2.8887	0.999
		15	0.047	0.031	3.1039	1.000

Tabel C. 4 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:02

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.037	0.037	0.1089	
		2	0.001	-0.000	0.1090	
		3	0.252	0.253	5.2189	0.022
		4	-0.106	-0.134	6.1370	0.046
		5	-0.135	-0.131	7.6491	0.054
		6	-0.206	-0.284	11.202	0.024
		7	-0.079	-0.002	11.729	0.039
		8	-0.067	-0.008	12.112	0.060
		9	0.018	0.156	12.141	0.096
		10	-0.004	-0.063	12.143	0.145
		11	0.032	-0.014	12.237	0.200
		12	0.084	-0.059	12.879	0.231
		13	0.023	0.035	12.926	0.298
		14	0.069	0.066	13.371	0.343
		15	0.034	0.065	13.484	0.411

Tabel C. 5 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:03

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.002	0.002	0.0005	0.983
		2	0.003	0.003	0.0013	0.999
		3	0.064	0.064	0.3336	0.954
		4	0.033	0.033	0.4235	0.981
		5	0.004	0.003	0.4247	0.995
		6	0.012	0.008	0.4366	0.999
		7	-0.053	-0.057	0.6720	0.999
		8	-0.057	-0.059	0.9520	0.999
		9	0.003	0.001	0.9527	1.000
		10	-0.047	-0.040	1.1472	1.000
		11	-0.043	-0.033	1.3169	1.000
		12	0.038	0.043	1.4511	1.000
		13	-0.049	-0.042	1.6767	1.000
		14	-0.051	-0.046	1.9274	1.000
		15	0.034	0.027	2.0385	1.000

Tabel C. 6 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:04
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.043	0.043	0.1433	
		2	0.001	-0.001	0.1433	
		3	0.288	0.288	6.7738	0.009
		4	-0.105	-0.142	7.6754	0.022
		5	-0.138	-0.133	9.2549	0.026
		6	-0.198	-0.300	12.527	0.014
		7	-0.071	0.026	12.951	0.024
		8	-0.060	0.013	13.260	0.039
		9	0.001	0.167	13.260	0.066
		10	0.005	-0.070	13.262	0.103
		11	0.040	-0.012	13.405	0.145
		12	0.126	-0.006	14.871	0.137
		13	0.020	0.041	14.909	0.187
		14	0.065	0.066	15.315	0.225
		15	0.043	0.024	15.489	0.278

Tabel C. 7 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(0,1,4)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:04
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.000	-0.000	2.E-06	0.999
		2	0.000	0.000	8.E-06	1.000
		3	0.070	0.070	0.3903	0.942
		4	0.029	0.029	0.4588	0.977
		5	0.000	0.000	0.4588	0.994
		6	-0.011	-0.016	0.4683	0.998
		7	-0.054	-0.059	0.7186	0.998
		8	-0.059	-0.061	1.0166	0.998
		9	-0.015	-0.014	1.0359	0.999
		10	-0.047	-0.039	1.2319	1.000
		11	-0.046	-0.035	1.4202	1.000
		12	0.041	0.047	1.5745	1.000
		13	-0.051	-0.046	1.8204	1.000
		14	-0.052	-0.050	2.0800	1.000
		15	0.044	0.034	2.2697	1.000

Tabel C. 8 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(0,1,4)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:06
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.007	-0.007	0.0036	
		2 -0.051	-0.051	0.2121	
		3 0.084	0.083	0.7768	0.378
		4 -0.124	-0.127	2.0309	0.362
		5 -0.129	-0.123	3.4046	0.333
		6 0.095	0.078	4.1623	0.384
		7 0.022	0.031	4.2020	0.521
		8 0.025	0.039	4.2577	0.642
		9 0.064	0.023	4.6148	0.707
		10 -0.012	-0.008	4.6266	0.797
		11 0.015	0.044	4.6472	0.864
		12 -0.230	-0.242	9.4881	0.486
		13 0.030	0.055	9.5736	0.569
		14 0.066	0.050	9.9830	0.617
		15 -0.051	-0.020	10.231	0.675

Tabel C. 9 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,0)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:06
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.111	-0.111	0.9697	0.325
		2 -0.118	-0.132	2.0635	0.356
		3 0.129	0.102	3.3969	0.334
		4 0.002	0.015	3.3974	0.494
		5 -0.037	-0.008	3.5100	0.622
		6 0.363	0.361	14.527	0.024
		7 -0.092	-0.024	15.250	0.033
		8 -0.079	-0.008	15.786	0.046
		9 0.067	-0.029	16.179	0.063
		10 -0.062	-0.095	16.520	0.086
		11 -0.066	-0.074	16.908	0.111
		12 0.155	-0.000	19.099	0.086
		13 -0.098	-0.051	19.986	0.096
		14 -0.105	-0.065	21.027	0.101
		15 0.094	0.054	21.875	0.111

Tabel C. 10 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,0)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:08

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.003	0.003	0.0007	
		2	-0.042	-0.042	0.1418	
		3	-0.007	-0.006	0.1453	
		4	-0.109	-0.111	1.1202	0.290
		5	-0.099	-0.100	1.9261	0.382
		6	0.221	0.215	5.9976	0.112
		7	0.013	0.002	6.0121	0.198
		8	0.005	0.007	6.0141	0.305
		9	-0.014	-0.033	6.0300	0.420
		10	-0.032	0.005	6.1229	0.525
		11	0.002	0.049	6.1232	0.633
		12	0.017	-0.031	6.1509	0.725
		13	0.050	0.048	6.3829	0.782
		14	0.073	0.067	6.8933	0.808
		15	-0.105	-0.101	7.9612	0.788

Tabel C. 11 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:08

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.107	-0.107	0.8997	0.343
		2	-0.116	-0.129	1.9665	0.374
		3	0.135	0.111	3.4363	0.329
		4	0.009	0.023	3.4427	0.487
		5	-0.030	0.002	3.5187	0.621
		6	0.247	0.241	8.6053	0.197
		7	-0.086	-0.045	9.2343	0.236
		8	-0.082	-0.044	9.8156	0.278
		9	0.172	0.102	12.391	0.192
		10	-0.051	-0.045	12.626	0.245
		11	-0.064	-0.030	12.996	0.294
		12	0.014	-0.088	13.013	0.368
		13	-0.072	-0.070	13.499	0.410
		14	-0.080	-0.074	14.097	0.442
		15	0.089	0.004	14.859	0.462

Tabel C. 12 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:11
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.012	0.012	0.0117	
		2	-0.037	-0.037	0.1185	
		3	0.044	0.045	0.2723	
		4	-0.117	-0.120	1.3843	0.239
		5	-0.118	-0.113	2.5331	0.282
		6	0.120	0.115	3.7419	0.291
		7	0.012	0.011	3.7539	0.440
		8	0.012	0.016	3.7672	0.583
		9	0.015	-0.023	3.7857	0.706
		10	-0.014	0.000	3.8020	0.802
		11	0.017	0.047	3.8268	0.872
		12	-0.033	-0.044	3.9252	0.916
		13	0.028	0.033	3.9977	0.947
		14	0.057	0.048	4.3026	0.960
		15	-0.078	-0.074	4.8924	0.961

Tabel C. 13 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:11
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.102	-0.102	0.8169	0.366
		2	-0.110	-0.121	1.7684	0.413
		3	0.115	0.092	2.8274	0.419
		4	0.019	0.029	2.8556	0.582
		5	-0.021	0.007	2.8936	0.716
		6	0.270	0.272	8.9805	0.175
		7	-0.080	-0.033	9.5222	0.217
		8	-0.071	-0.028	9.9593	0.268
		9	0.085	0.015	10.596	0.304
		10	-0.045	-0.064	10.775	0.375
		11	-0.052	-0.046	11.019	0.442
		12	0.070	-0.024	11.467	0.489
		13	-0.075	-0.051	11.985	0.529
		14	-0.081	-0.060	12.610	0.557
		15	0.103	0.058	13.635	0.553

Tabel C. 14 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:12
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.008	-0.008	0.0056	
		2 -0.052	-0.053	0.2236	
		3 0.085	0.084	0.8003	
		4 -0.126	-0.129	2.0895	0.148
		5 -0.129	-0.124	3.4728	0.176
		6 0.099	0.080	4.2864	0.232
		7 0.021	0.031	4.3251	0.364
		8 0.025	0.038	4.3777	0.496
		9 0.063	0.021	4.7274	0.579
		10 -0.013	-0.008	4.7415	0.691
		11 0.014	0.043	4.7593	0.783
		12 -0.230	-0.243	9.6110	0.383
		13 0.033	0.057	9.7139	0.466
		14 0.068	0.052	10.155	0.517
		15 -0.055	-0.025	10.451	0.576

Tabel C. 15 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:12
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.111	-0.111	0.9560	0.328
		2 -0.117	-0.131	2.0343	0.362
		3 0.137	0.111	3.5421	0.315
		4 0.003	0.018	3.5430	0.471
		5 -0.036	-0.005	3.6503	0.601
		6 0.356	0.353	14.241	0.027
		7 -0.092	-0.026	14.961	0.037
		8 -0.079	-0.012	15.496	0.050
		9 0.068	-0.033	15.896	0.069
		10 -0.062	-0.095	16.239	0.093
		11 -0.066	-0.075	16.635	0.119
		12 0.148	-0.001	18.630	0.098
		13 -0.098	-0.050	19.516	0.108
		14 -0.104	-0.064	20.549	0.114
		15 0.092	0.053	21.359	0.126

Tabel C. 16 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:14

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.007	0.007	0.0044	
		2	-0.050	-0.050	0.2043	
		3	0.077	0.078	0.6810	
		4	-0.126	-0.131	1.9749	0.160
		5	-0.138	-0.129	3.5364	0.171
		6	0.074	0.060	3.9893	0.263
		7	0.025	0.031	4.0404	0.401
		8	0.029	0.039	4.1120	0.533
		9	0.019	-0.024	4.1428	0.657
		10	-0.003	-0.006	4.1436	0.763
		11	0.022	0.044	4.1888	0.840
		12	-0.188	-0.186	7.4120	0.594
		13	0.018	0.034	7.4430	0.683
		14	0.054	0.030	7.7228	0.738
		15	-0.029	0.004	7.8032	0.800

Tabel C. 17 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(0,1,3)(1,1,4)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:14

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.108	-0.108	0.9149	0.339
		2	-0.114	-0.127	1.9430	0.379
		3	0.144	0.120	3.6172	0.306
		4	0.001	0.018	3.6173	0.460
		5	-0.037	-0.005	3.7304	0.589
		6	0.418	0.415	18.333	0.005
		7	-0.087	-0.008	18.971	0.008
		8	-0.072	0.014	19.418	0.013
		9	0.053	-0.065	19.665	0.020
		10	-0.054	-0.100	19.922	0.030
		11	-0.058	-0.081	20.223	0.042
		12	0.204	0.015	24.052	0.020
		13	-0.093	-0.036	24.866	0.024
		14	-0.102	-0.056	25.859	0.027
		15	0.078	0.057	26.439	0.034

Tabel C. 18 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(0,1,3)(1,1,4)₆

C-10

Date: 01/03/18 Time: 03:21
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.025	0.025	0.0471	
		2 -0.017	-0.017	0.0695	
		3 0.077	0.078	0.5470	0.460
		4 -0.102	-0.108	1.4015	0.496
		5 -0.103	-0.096	2.2784	0.517
		6 0.077	0.075	2.7796	0.595
		7 -0.030	-0.022	2.8558	0.722
		8 -0.031	-0.024	2.9379	0.817
		9 -0.004	-0.036	2.9395	0.891
		10 -0.027	-0.017	3.0021	0.934
		11 0.014	0.030	3.0195	0.964
		12 0.162	0.152	5.4262	0.861
		13 0.039	0.029	5.5682	0.901
		14 0.067	0.062	5.9898	0.917
		15 -0.102	-0.134	6.9872	0.903

Tabel C. 19 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(0,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:21
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.061	-0.061	0.2912	0.589
		2 -0.067	-0.071	0.6509	0.722
		3 0.050	0.041	0.8479	0.838
		4 0.051	0.052	1.0568	0.901
		5 0.010	0.023	1.0654	0.957
		6 0.099	0.108	1.8927	0.929
		7 -0.065	-0.055	2.2533	0.945
		8 -0.067	-0.067	2.6384	0.955
		9 0.085	0.059	3.2733	0.952
		10 -0.051	-0.059	3.5063	0.967
		11 -0.055	-0.045	3.7812	0.976
		12 0.005	-0.014	3.7837	0.987
		13 -0.058	-0.057	4.1011	0.990
		14 -0.062	-0.054	4.4663	0.992
		15 0.063	0.038	4.8523	0.993

Tabel C. 20 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(0,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:23

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.021	0.021	0.0331	
		2	-0.014	-0.014	0.0487	
		3	0.241	0.242	4.7014	0.030
		4	-0.119	-0.138	5.8507	0.054
		5	-0.139	-0.130	7.4393	0.059
		6	-0.140	-0.211	9.0853	0.059
		7	-0.061	0.008	9.3989	0.094
		8	-0.044	0.007	9.5622	0.144
		9	0.045	0.120	9.7370	0.204
		10	-0.008	-0.064	9.7426	0.284
		11	0.025	-0.017	9.7984	0.367
		12	-0.055	-0.168	10.078	0.434
		13	0.025	0.063	10.138	0.518
		14	0.074	0.084	10.657	0.558
		15	-0.002	0.103	10.658	0.639

Tabel C. 21 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(0,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:23

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.003	-0.003	0.0009	0.976
		2	-0.004	-0.004	0.0021	0.999
		3	0.065	0.065	0.3437	0.952
		4	0.027	0.028	0.4051	0.982
		5	-0.006	-0.005	0.4078	0.995
		6	0.010	0.006	0.4167	0.999
		7	-0.060	-0.064	0.7216	0.998
		8	-0.061	-0.062	1.0457	0.998
		9	0.014	0.012	1.0632	0.999
		10	-0.054	-0.047	1.3207	0.999
		11	-0.047	-0.036	1.5190	1.000
		12	0.096	0.098	2.3567	0.999
		13	-0.051	-0.045	2.6025	0.999
		14	-0.055	-0.050	2.8887	0.999
		15	0.047	0.031	3.1039	1.000

Tabel C. 22 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(0,1,2)₆

C-12

Date: 01/03/18 Time: 03:24
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.037	0.037	0.1089	
		2	0.001	-0.000	0.1090	
		3	0.252	0.253	5.2189	0.022
		4	-0.106	-0.134	6.1370	0.046
		5	-0.135	-0.131	7.6491	0.054
		6	-0.206	-0.284	11.202	0.024
		7	-0.079	-0.002	11.729	0.039
		8	-0.067	-0.008	12.112	0.060
		9	0.018	0.156	12.141	0.096
		10	-0.004	-0.063	12.143	0.145
		11	0.032	-0.014	12.237	0.200
		12	0.084	-0.059	12.879	0.231
		13	0.023	0.035	12.926	0.298
		14	0.069	0.066	13.371	0.343
		15	0.034	0.065	13.484	0.411

Tabel C. 23 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(0,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:25
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.002	0.002	0.0005	0.983
		2	0.003	0.003	0.0013	0.999
		3	0.064	0.064	0.3336	0.954
		4	0.033	0.033	0.4235	0.981
		5	0.004	0.003	0.4247	0.995
		6	0.012	0.008	0.4366	0.999
		7	-0.053	-0.057	0.6720	0.999
		8	-0.057	-0.059	0.9520	0.999
		9	0.003	0.001	0.9527	1.000
		10	-0.047	-0.040	1.1472	1.000
		11	-0.043	-0.033	1.3169	1.000
		12	0.038	0.043	1.4511	1.000
		13	-0.049	-0.042	1.6767	1.000
		14	-0.051	-0.046	1.9274	1.000
		15	0.034	0.027	2.0385	1.000

Tabel C. 24 Uji Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(0,1,3)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:30
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.043	0.043	0.1433	
		2 0.001	-0.001	0.1433	
		3 0.288	0.288	6.7738	0.009
		4 -0.105	-0.142	7.6754	0.022
		5 -0.138	-0.133	9.2549	0.026
		6 -0.198	-0.300	12.527	0.014
		7 -0.071	0.026	12.951	0.024
		8 -0.060	0.013	13.260	0.039
		9 0.001	0.167	13.260	0.066
		10 0.005	-0.070	13.262	0.103
		11 0.040	-0.012	13.405	0.145
		12 0.126	-0.006	14.871	0.137
		13 0.020	0.041	14.909	0.187
		14 0.065	0.066	15.315	0.225
		15 0.043	0.024	15.489	0.278

Tabel C. 25 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(0,1,4)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:30
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.000	-0.000	2.E-06	0.999
		2 0.000	0.000	8.E-06	1.000
		3 0.070	0.070	0.3903	0.942
		4 0.029	0.029	0.4588	0.977
		5 0.000	0.000	0.4588	0.994
		6 -0.011	-0.016	0.4683	0.998
		7 -0.054	-0.059	0.7186	0.998
		8 -0.059	-0.061	1.0166	0.998
		9 -0.015	-0.014	1.0359	0.999
		10 -0.047	-0.039	1.2319	1.000
		11 -0.046	-0.035	1.4202	1.000
		12 0.041	0.047	1.5745	1.000
		13 -0.051	-0.046	1.8204	1.000
		14 -0.052	-0.050	2.0800	1.000
		15 0.044	0.034	2.2697	1.000

Tabel C. 26 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(0,1,4)₆

C-14

Date: 01/03/18 Time: 03:31
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.007	-0.007	0.0036	
		2 -0.051	-0.051	0.2121	
		3 0.084	0.083	0.7768	0.378
		4 -0.124	-0.127	2.0309	0.362
		5 -0.129	-0.123	3.4046	0.333
		6 0.095	0.078	4.1623	0.384
		7 0.022	0.031	4.2020	0.521
		8 0.025	0.039	4.2577	0.642
		9 0.064	0.023	4.6148	0.707
		10 -0.012	-0.008	4.6266	0.797
		11 0.015	0.044	4.6472	0.864
		12 -0.230	-0.242	9.4881	0.486
		13 0.030	0.055	9.5736	0.569
		14 0.066	0.050	9.9830	0.617
		15 -0.051	-0.020	10.231	0.675































Tabel C. 27 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(1,1,0)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:31
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.111	-0.111	0.9697	0.325
		2 -0.118	-0.132	2.0635	0.356
		3 0.129	0.102	3.3969	0.334
		4 0.002	0.015	3.3974	0.494
		5 -0.037	-0.008	3.5100	0.622
		6 0.363	0.361	14.527	0.024
		7 -0.092	-0.024	15.250	0.033
		8 -0.079	-0.008	15.786	0.046
		9 0.067	-0.029	16.179	0.063
		10 -0.062	-0.095	16.520	0.086
		11 -0.066	-0.074	16.908	0.111
		12 0.155	-0.000	19.099	0.086
		13 -0.098	-0.051	19.986	0.096
		14 -0.105	-0.065	21.027	0.101
		15 0.094	0.054	21.875	0.111































Tabel C. 28 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(1,1,0)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:32
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.003	0.003	0.0007	
		2 -0.042	-0.042	0.1418	
		3 -0.007	-0.006	0.1453	
		4 -0.109	-0.111	1.1202	0.290
		5 -0.099	-0.100	1.9261	0.382
		6 0.221	0.215	5.9976	0.112
		7 0.013	0.002	6.0121	0.198
		8 0.005	0.007	6.0141	0.305
		9 -0.014	-0.033	6.0300	0.420
		10 -0.032	0.005	6.1229	0.525
		11 0.002	0.049	6.1232	0.633
		12 0.017	-0.031	6.1509	0.725
		13 0.050	0.048	6.3829	0.782
		14 0.073	0.067	6.8933	0.808
		15 -0.105	-0.101	7.9612	0.788

Tabel C. 29 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(1,1,1)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:32
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.107	-0.107	0.8997	0.343
		2 -0.116	-0.129	1.9665	0.374
		3 0.135	0.111	3.4363	0.329
		4 0.009	0.023	3.4427	0.487
		5 -0.030	0.002	3.5187	0.621
		6 0.247	0.241	8.6053	0.197
		7 -0.086	-0.045	9.2343	0.236
		8 -0.082	-0.044	9.8156	0.278
		9 0.172	0.102	12.391	0.192
		10 -0.051	-0.045	12.626	0.245
		11 -0.064	-0.030	12.996	0.294
		12 0.014	-0.088	13.013	0.368
		13 -0.072	-0.070	13.499	0.410
		14 -0.080	-0.074	14.097	0.442
		15 0.089	0.004	14.859	0.462

Tabel C. 30 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(1,1,1)₆

C-16

Date: 01/03/18 Time: 03:32
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.012	0.012	0.0117	
		2	-0.037	-0.037	0.1185	
		3	0.044	0.045	0.2723	
		4	-0.117	-0.120	1.3843	0.239
		5	-0.118	-0.113	2.5331	0.282
		6	0.120	0.115	3.7419	0.291
		7	0.012	0.011	3.7539	0.440
		8	0.012	0.016	3.7672	0.583
		9	0.015	-0.023	3.7857	0.706
		10	-0.014	0.000	3.8020	0.802
		11	0.017	0.047	3.8268	0.872
		12	-0.033	-0.044	3.9252	0.916
		13	0.028	0.033	3.9977	0.947
		14	0.057	0.048	4.3026	0.960
		15	-0.078	-0.074	4.8924	0.961

Tabel C. 31 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:33
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.102	-0.102	0.8169	0.366
		2	-0.110	-0.121	1.7684	0.413
		3	0.115	0.092	2.8274	0.419
		4	0.019	0.029	2.8556	0.582
		5	-0.021	0.007	2.8936	0.716
		6	0.270	0.272	8.9805	0.175
		7	-0.080	-0.033	9.5222	0.217
		8	-0.071	-0.028	9.9593	0.268
		9	0.085	0.015	10.596	0.304
		10	-0.045	-0.064	10.775	0.375
		11	-0.052	-0.046	11.019	0.442
		12	0.070	-0.024	11.467	0.489
		13	-0.075	-0.051	11.985	0.529
		14	-0.081	-0.060	12.610	0.557
		15	0.103	0.058	13.635	0.553

Tabel C. 32 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:33
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.008	-0.008	0.0056	
		2 -0.052	-0.053	0.2236	
		3 0.085	0.084	0.8003	
		4 -0.126	-0.129	2.0895	0.148
		5 -0.129	-0.124	3.4728	0.176
		6 0.099	0.080	4.2864	0.232
		7 0.021	0.031	4.3251	0.364
		8 0.025	0.038	4.3777	0.496
		9 0.063	0.021	4.7274	0.579
		10 -0.013	-0.008	4.7415	0.691
		11 0.014	0.043	4.7593	0.783
		12 -0.230	-0.243	9.6110	0.383
		13 0.033	0.057	9.7139	0.466
		14 0.068	0.052	10.155	0.517
		15 -0.055	-0.025	10.451	0.576

Tabel C. 33 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(1,1,3)₆































Date: 01/03/18 Time: 03:34
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.111	-0.111	0.9560	0.328
		2 -0.117	-0.131	2.0343	0.362
		3 0.137	0.111	3.5421	0.315
		4 0.003	0.018	3.5430	0.471
		5 -0.036	-0.005	3.6503	0.601
		6 0.356	0.353	14.241	0.027
		7 -0.092	-0.026	14.961	0.037
		8 -0.079	-0.012	15.496	0.050
		9 0.068	-0.033	15.896	0.069
		10 -0.062	-0.095	16.239	0.093
		11 -0.066	-0.075	16.635	0.119
		12 0.148	-0.001	18.630	0.098
		13 -0.098	-0.050	19.516	0.108
		14 -0.104	-0.064	20.549	0.114
		15 0.092	0.053	21.359	0.126

Tabel C. 34 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(1,1,3)₆































C-18

Date: 01/03/18 Time: 03:34
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.007	0.007	0.0044	
		2 -0.050	-0.050	0.2043	
		3 0.077	0.078	0.6810	
		4 -0.126	-0.131	1.9749	0.160
		5 -0.138	-0.129	3.5364	0.171
		6 0.074	0.060	3.9893	0.263
		7 0.025	0.031	4.0404	0.401
		8 0.029	0.039	4.1120	0.533
		9 0.019	-0.024	4.1428	0.657
		10 -0.003	-0.006	4.1436	0.763
		11 0.022	0.044	4.1888	0.840
		12 -0.188	-0.186	7.4120	0.594
		13 0.018	0.034	7.4430	0.683
		14 0.054	0.030	7.7228	0.738
		15 -0.029	0.004	7.8032	0.800

Tabel C. 35 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMA(3,1,0)(1,1,4)₆

Date: 01/03/18 Time: 03:35
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.108	-0.108	0.9149	0.339
		2 -0.114	-0.127	1.9430	0.379
		3 0.144	0.120	3.6172	0.306
		4 0.001	0.018	3.6173	0.460
		5 -0.037	-0.005	3.7304	0.589
		6 0.418	0.415	18.333	0.005
		7 -0.087	-0.008	18.971	0.008
		8 -0.072	0.014	19.418	0.013
		9 0.053	-0.065	19.665	0.020
		10 -0.054	-0.100	19.922	0.030
		11 -0.058	-0.081	20.223	0.042
		12 0.204	0.015	24.052	0.020
		13 -0.093	-0.036	24.866	0.024
		14 -0.102	-0.056	25.859	0.027
		15 0.078	0.057	26.439	0.034

Tabel C. 36 Correlogram Squared Residual SARIMA(3,1,0)(1,1,4)₆

Tabel C. 37 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:10
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.014	0.014	0.0144	
		2 -0.038	-0.038	0.1266	
		3 0.104	0.105	0.9931	0.319
		4 -0.089	-0.095	1.6343	0.442
		5 -0.153	-0.143	3.5535	0.314
		6 0.090	0.081	4.2295	0.376
		7 0.033	0.041	4.3244	0.504
		8 -0.003	0.023	4.3249	0.633
		9 0.082	0.041	4.9072	0.671
		10 -0.011	-0.028	4.9170	0.766
		11 -0.029	0.004	4.9938	0.835
		12 -0.238	-0.258	10.186	0.424
		13 0.011	0.037	10.197	0.513
		14 0.037	0.045	10.327	0.587
		15 -0.007	0.025	10.333	0.667

Table C. 38 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:10
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.114	-0.114	1.0163	0.313
		2 -0.117	-0.132	2.1084	0.348
		3 0.103	0.075	2.9610	0.398
		4 -0.007	-0.001	2.9654	0.564
		5 -0.023	-0.003	3.0089	0.699
		6 0.402	0.404	16.505	0.011
		7 -0.096	-0.005	17.284	0.016
		8 -0.083	-0.003	17.884	0.022
		9 0.060	-0.026	18.197	0.033
		10 -0.057	-0.092	18.489	0.047
		11 -0.064	-0.094	18.863	0.064
		12 0.164	-0.028	21.343	0.046
		13 -0.088	-0.046	22.070	0.054
		14 -0.105	-0.067	23.115	0.058
		15 0.075	0.042	23.651	0.071

Table C. 39 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:10
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.020	-0.020	0.0322	
		2 -0.019	-0.019	0.0602	
		3 -0.007	-0.008	0.0639	
		4 -0.045	-0.045	0.2254	0.635
		5 -0.151	-0.154	2.1088	0.348
		6 0.278	0.276	8.5622	0.036
		7 -0.019	-0.025	8.5930	0.072
		8 -0.024	-0.023	8.6444	0.124
		9 0.001	-0.008	8.6445	0.195
		10 0.012	0.015	8.6576	0.278
		11 -0.096	-0.018	9.4823	0.303
		12 0.116	0.037	10.711	0.296
		13 -0.009	-0.008	10.718	0.380
		14 0.030	0.047	10.802	0.460
		15 -0.069	-0.078	11.265	0.506

Table C. 40 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:11
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.094	-0.094	0.6910	0.406
		2 -0.102	-0.112	1.5127	0.469
		3 0.069	0.049	1.8962	0.594
		4 0.011	0.012	1.9055	0.753
		5 -0.018	-0.003	1.9314	0.859
		6 0.217	0.219	5.8727	0.438
		7 -0.080	-0.044	6.4220	0.491
		8 -0.074	-0.044	6.8919	0.548
		9 0.147	0.109	8.7942	0.456
		10 -0.034	-0.029	8.8941	0.542
		11 -0.054	-0.029	9.1559	0.608
		12 -0.017	-0.089	9.1833	0.687
		13 -0.055	-0.056	9.4692	0.737
		14 -0.070	-0.070	9.9266	0.768
		15 0.024	-0.056	9.9817	0.821

Table C. 41 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:12

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.036	0.036	0.0989	
		2 -0.019	-0.020	0.1267	
		3 -0.061	-0.060	0.4285	0.513
		4 -0.090	-0.086	1.0838	0.582
		5 -0.163	-0.162	3.2820	0.350
		6 -0.010	-0.010	3.2900	0.511
		7 0.048	0.031	3.4853	0.626
		8 0.019	-0.010	3.5163	0.742
		9 0.087	0.063	4.1804	0.759
		10 -0.012	-0.039	4.1938	0.839
		11 -0.022	-0.014	4.2358	0.895
		12 -0.307	-0.299	12.868	0.231
		13 -0.003	0.018	12.869	0.302
		14 0.035	0.038	12.987	0.370
		15 0.070	0.036	13.464	0.413

Tabel C. 42 Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:13

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.104	-0.104	0.8382	0.360
		2 -0.107	-0.119	1.7439	0.418
		3 0.117	0.094	2.8326	0.418
		4 -0.007	0.003	2.8368	0.585
		5 -0.027	-0.005	2.8963	0.716
		6 0.484	0.486	22.521	0.001
		7 -0.080	0.022	23.063	0.002
		8 -0.067	0.037	23.449	0.003
		9 0.074	-0.020	23.925	0.004
		10 -0.049	-0.091	24.140	0.007
		11 -0.057	-0.094	24.431	0.011
		12 0.236	-0.034	29.550	0.003
		13 -0.072	-0.037	30.034	0.005
		14 -0.092	-0.062	30.838	0.006
		15 0.049	0.004	31.070	0.009

Tabel C. 43 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:14
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.018	-0.018	0.0246	
		2 -0.021	-0.022	0.0609	
		3 0.008	0.007	0.0658	
		4 -0.048	-0.048	0.2495	0.617
		5 -0.153	-0.155	2.1904	0.334
		6 0.270	0.268	8.2842	0.040
		7 -0.012	-0.017	8.2958	0.081
		8 -0.022	-0.016	8.3369	0.139
		9 0.012	-0.004	8.3500	0.214
		10 0.008	0.010	8.3553	0.302
		11 -0.095	-0.016	9.1612	0.329
		12 0.074	-0.002	9.6686	0.378
		13 -0.009	-0.009	9.6756	0.469
		14 0.030	0.047	9.7585	0.552
		15 -0.057	-0.071	10.067	0.610

Tabel C. 44 Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:14
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.096	-0.096	0.7210	0.396
		2 -0.102	-0.112	1.5405	0.463
		3 0.076	0.056	2.0034	0.572
		4 0.008	0.011	2.0090	0.734
		5 -0.018	-0.002	2.0357	0.844
		6 0.242	0.244	6.9572	0.325
		7 -0.080	-0.039	7.5069	0.378
		8 -0.075	-0.040	7.9879	0.435
		9 0.144	0.102	9.7997	0.367
		10 -0.033	-0.030	9.8947	0.450
		11 -0.052	-0.029	10.139	0.518
		12 -0.023	-0.109	10.186	0.600
		13 -0.055	-0.056	10.470	0.655
		14 -0.071	-0.074	10.952	0.690
		15 0.024	-0.059	11.009	0.752

Tabel C. 45 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:15

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.036	0.036	0.1001	
		2	-0.014	-0.015	0.1156	
		3	-0.033	-0.032	0.2047	
		4	-0.095	-0.093	0.9430	0.332
		5	-0.172	-0.168	3.3781	0.185
		6	-0.005	-0.001	3.3806	0.337
		7	0.004	-0.008	3.3822	0.496
		8	-0.009	-0.029	3.3888	0.640
		9	0.028	-0.003	3.4577	0.750
		10	0.001	-0.031	3.4578	0.840
		11	-0.024	-0.026	3.5083	0.899
		12	-0.025	-0.029	3.5666	0.938
		13	-0.009	-0.015	3.5739	0.965
		14	0.031	0.031	3.6665	0.979
		15	0.008	-0.005	3.6724	0.989

Table C. 46 Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆

Date: 01/06/18 Time: 14:15

Sample: 2007M01 2013M10

Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.088	-0.088	0.5992	0.439
		2	-0.100	-0.108	1.3831	0.501
		3	0.091	0.073	2.0448	0.563
		4	0.033	0.038	2.1329	0.711
		5	0.016	0.040	2.1543	0.827
		6	0.292	0.305	9.2813	0.158
		7	-0.064	-0.007	9.6329	0.210
		8	-0.052	-0.006	9.8651	0.275
		9	0.040	-0.025	10.004	0.350
		10	-0.024	-0.064	10.053	0.436
		11	-0.039	-0.070	10.188	0.514
		12	0.116	0.019	11.427	0.493
		13	-0.034	0.000	11.536	0.566
		14	-0.058	-0.020	11.857	0.618
		15	0.027	0.015	11.926	0.685

**Table C. 47 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆
GARCH(1)**

Date: 01/06/18 Time: 12:37
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms and 2 dynamic regressors

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
			1	0.018	0.018	0.0264
			2	-0.012	-0.012	0.0375
			3	0.110	0.111	1.0098 0.315
			4	-0.025	-0.030	1.0626 0.588
			5	-0.109	-0.106	2.0425 0.564
			6	-0.023	-0.032	2.0873 0.720
			7	0.011	0.017	2.0981 0.835
			8	-0.052	-0.030	2.3269 0.887
			9	0.067	0.071	2.7208 0.910
			10	0.012	-0.008	2.7329 0.950
			11	-0.005	-0.000	2.7347 0.974
			12	-0.223	-0.246	7.2750 0.699
			13	0.027	0.035	7.3442 0.771
			14	0.043	0.056	7.5188 0.822
			15	0.017	0.085	7.5477 0.872

Tabel C. 48 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:37
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
			1	-0.192	-0.192	2.8755 0.090
			2	-0.175	-0.220	5.3115 0.070
			3	0.211	0.139	8.8750 0.031
			4	-0.138	-0.113	10.429 0.034
			5	-0.149	-0.149	12.255 0.031
			6	0.424	0.341	27.270 0.000
			7	-0.170	-0.066	29.717 0.000
			8	-0.157	-0.071	31.837 0.000
			9	0.205	0.034	35.510 0.000
			10	-0.146	-0.077	37.395 0.000
			11	-0.143	-0.080	39.245 0.000
			12	0.285	0.052	46.676 0.000
			13	-0.144	-0.048	48.616 0.000
			14	-0.157	-0.080	50.961 0.000
			15	0.262	0.093	57.561 0.000

Tabel C. 49 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:38
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.110	0.110	0.9393	
		2	-0.038	-0.051	1.0544	
		3	-0.117	-0.109	2.1561	
		4	-0.061	-0.039	2.4585	0.117
		5	-0.181	-0.184	5.1499	0.076
		6	-0.388	-0.391	17.750	0.000
		7	-0.033	-0.015	17.844	0.001
		8	0.022	-0.082	17.885	0.003
		9	0.143	0.022	19.665	0.003
		10	0.001	-0.104	19.665	0.006
		11	0.029	-0.120	19.743	0.011
		12	0.058	-0.115	20.050	0.018
		13	0.024	-0.027	20.104	0.028
		14	0.025	0.004	20.164	0.043
		15	-0.023	0.012	20.216	0.063

Tabel C. 50 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:38
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.013	0.013	0.0140	0.906
		2	-0.013	-0.014	0.0281	0.986
		3	0.122	0.123	1.2287	0.746
		4	0.022	0.019	1.2690	0.867
		5	0.020	0.023	1.3009	0.935
		6	0.041	0.026	1.4386	0.963
		7	-0.019	-0.025	1.4708	0.983
		8	-0.035	-0.040	1.5784	0.991
		9	0.015	0.007	1.5987	0.996
		10	-0.046	-0.045	1.7858	0.998
		11	-0.043	-0.034	1.9542	0.999
		12	-0.014	-0.016	1.9715	0.999
		13	-0.031	-0.019	2.0632	1.000
		14	-0.040	-0.028	2.2146	1.000
		15	0.033	0.039	2.3188	1.000

Tabel C. 51 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:39
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.036	0.036	0.0988	
		2 -0.023	-0.024	0.1405	
		3 0.044	0.046	0.2985	
		4 0.001	-0.003	0.2987	0.585
		5 -0.168	-0.166	2.6165	0.270
		6 0.082	0.095	3.1790	0.365
		7 0.057	0.044	3.4563	0.485
		8 0.023	0.037	3.5028	0.623
		9 0.109	0.106	4.5456	0.603
		10 0.065	0.025	4.9234	0.669
		11 -0.037	-0.011	5.0456	0.753
		12 -0.280	-0.292	12.240	0.200
		13 0.010	0.030	12.249	0.269
		14 0.063	0.096	12.629	0.318
		15 0.006	0.025	12.632	0.396

Tabel C. 52 Correlogram Squared Residual SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:39
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.107	-0.107	0.8853	0.347
		2 -0.154	-0.167	2.7522	0.253
		3 0.403	0.381	15.805	0.001
		4 -0.168	-0.147	18.092	0.001
		5 -0.039	0.071	18.218	0.003
		6 0.448	0.315	35.010	0.000
		7 -0.149	-0.027	36.885	0.000
		8 -0.101	-0.051	37.768	0.000
		9 0.214	-0.061	41.771	0.000
		10 -0.143	-0.018	43.593	0.000
		11 -0.041	-0.028	43.745	0.000
		12 0.197	-0.012	47.310	0.000
		13 -0.147	-0.041	49.311	0.000
		14 -0.175	-0.171	52.212	0.000
		15 0.132	0.012	53.892	0.000

Tabel C. 53 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:40
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms and 2 dynamic
 regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	0.094	0.094	0.6902
		2	0.043	0.034	0.8360
		3	-0.063	-0.071	1.1592 0.282
		4	-0.013	-0.002	1.1737 0.556
		5	-0.121	-0.116	2.3865 0.496
		6	-0.195	-0.182	5.5571 0.235
		7	-0.012	0.029	5.5694 0.350
		8	-0.043	-0.048	5.7299 0.454
		9	0.103	0.088	6.6559 0.466
		10	0.044	0.024	6.8285 0.555
		11	0.064	0.005	7.1968 0.617
		12	-0.237	-0.283	12.327 0.264
		13	0.025	0.069	12.384 0.335
		14	0.016	0.037	12.409 0.413
		15	0.096	0.121	13.304 0.425

**Table C. 54 Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆
GARCH(1)**

Date: 01/06/18 Time: 12:41
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	-0.006	-0.006	0.0032 0.955
		2	0.003	0.003	0.0042 0.998
		3	0.193	0.193	2.9930 0.393
		4	-0.063	-0.063	3.3195 0.506
		5	-0.081	-0.086	3.8542 0.571
		6	0.297	0.274	11.237 0.081
		7	-0.107	-0.099	12.217 0.094
		8	-0.128	-0.126	13.632 0.092
		9	0.067	-0.025	14.023 0.122
		10	-0.125	-0.065	15.402 0.118
		11	-0.134	-0.072	17.028 0.107
		12	0.041	-0.071	17.184 0.143
		13	-0.094	-0.022	18.007 0.157
		14	-0.088	-0.005	18.740 0.175
		15	0.049	0.001	18.969 0.215

**Table C. 55 Uji Correlogram Q-Statistic SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆
GARCH(1)**

Date: 01/06/18 Time: 12:41
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75
 Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms and 2 dynamic regressors

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.112	0.112	0.9777	
		2	0.052	0.040	1.1928	
		3	-0.109	-0.121	2.1529	
		4	-0.114	-0.094	3.2192	0.073
		5	-0.162	-0.133	5.3897	0.068
		6	-0.491	-0.491	25.602	0.000
		7	-0.026	0.030	25.660	0.000
		8	-0.028	-0.059	25.729	0.000
		9	0.098	-0.067	26.571	0.000
		10	0.027	-0.104	26.637	0.000
		11	0.032	-0.146	26.728	0.001
		12	0.118	-0.182	28.002	0.001
		13	0.019	-0.020	28.036	0.002
		14	0.053	-0.027	28.303	0.003
		15	0.005	-0.011	28.305	0.005

Tabel C. 56 Correlogram Squared Residual SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆ GARCH(1)

Date: 01/06/18 Time: 12:42
 Sample: 2007M01 2013M10
 Included observations: 75

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.008	-0.008	0.0044	0.947
		2	-0.029	-0.029	0.0694	0.966
		3	0.148	0.148	1.8342	0.608
		4	0.070	0.073	2.2339	0.693
		5	0.011	0.021	2.2441	0.814
		6	0.164	0.150	4.4914	0.610
		7	-0.018	-0.035	4.5192	0.718
		8	-0.034	-0.036	4.6174	0.798
		9	0.011	-0.040	4.6272	0.866
		10	-0.043	-0.066	4.7924	0.905
		11	-0.049	-0.047	5.0058	0.931
		12	0.020	0.000	5.0441	0.956
		13	-0.052	-0.031	5.2991	0.968
		14	-0.050	-0.020	5.5397	0.977
		15	0.004	0.012	5.5415	0.986

LAMPIRAN D Uji Heterokastistas

Tabel D. 1 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,0)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.959080	Prob. F(1,72)	0.3307
Obs*R-squared	0.972763	Prob. Chi-Square(1)	0.3240

Tabel D. 2 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,1)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.652537	Prob. F(1,72)	0.4219
Obs*R-squared	0.664639	Prob. Chi-Square(1)	0.4149

Tabel D. 3 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.621661	Prob. F(1,72)	0.4330
Obs*R-squared	0.633460	Prob. Chi-Square(1)	0.4261

Tabel D. 4 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,0)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.788296	Prob. F(1,72)	0.3776
Obs*R-squared	0.801419	Prob. Chi-Square(1)	0.3707

Tabel D. 5 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,1)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.681093	Prob. F(1,72)	0.4119
Obs*R-squared	0.693453	Prob. Chi-Square(1)	0.4050

Tabel D. 6 Uji Heterokedastistas model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.564125	Prob. F(1,72)	0.4551
Obs*R-squared	0.575288	Prob. Chi-Square(1)	0.4482

D-2

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN E Hasil Peramalan Model SARIMAX

Tabel E. 1 Hasil peramalan data pelatihan SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	49		
Feb-07	54		
Mar-07	60		
Apr-07	75		
May-07	81		
Jun-07	86		
Jul-07	54		
Aug-07	47		
Sep-07	40		
Oct-07	53		
Nov-07	54		
Dec-07	55		
Jan-08	61		
Feb-08	63	63.94696	1.50%
Mar-08	65	66.35798	2.09%
Apr-08	64	71.70138	12.03%
May-08	64	67.25168	5.08%
Jun-08	64	67.28949	5.14%
Jul-08	65	51.2533	21.15%
Aug-08	65	63.30973	2.60%
Sep-08	65	61.97834	4.65%
Oct-08	65	70.05636	7.78%
Nov-08	65	64.7918	0.32%
Dec-08	66	64.96314	1.57%
Jan-09	63	69.39668	10.15%
Feb-09	62	66.19289	6.76%
Mar-09	61	62.80445	2.96%
Apr-09	63	66.19838	5.08%
May-09	63	65.9512	4.68%
Jun-09	64	65.27388	1.99%
Jul-09	66	59.39702	10.00%
Aug-09	66	65.89167	0.16%
Sep-09	65	63.80197	1.84%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Oct-09	68	64.09145	5.75%
Nov-09	69	66.01183	4.33%
Dec-09	70	68.45749	2.20%
Jan-10	73	67.69647	7.27%
Feb-10	74	72.34563	2.24%
Mar-10	76	72.53005	4.57%
Apr-10	73	75.20841	3.03%
May-10	73	71.00391	2.73%
Jun-10	72	72.15258	0.21%
Jul-10	94	72.51381	22.86%
Aug-10	90	92.61027	2.90%
Sep-10	86	88.32154	2.70%
Oct-10	94	78.79535	16.18%
Nov-10	94	93.6434	0.38%
Dec-10	95	96.09709	1.15%
Jan-11	89	92.41414	3.84%
Feb-11	88	89.09721	1.25%
Mar-11	86	89.84977	4.48%
Apr-11	102	88.8599	12.88%
May-11	106	101.1072	4.62%
Jun-11	109	108.5597	0.40%
Jul-11	108	112.2828	3.97%
Aug-11	108	102.7109	4.90%
Sep-11	109	104.447	4.18%
Oct-11	105	118.0139	12.39%
Nov-11	103	102.0544	0.92%
Dec-11	102	102.5795	0.57%
Jan-12	93	108.4585	16.62%
Feb-12	90	92.32399	2.58%
Mar-12	87	88.65833	1.91%
Apr-12	90	97.70962	8.57%
May-12	89	90.30736	1.47%
Jun-12	89	90.68174	1.89%
Jul-12	108	96.82759	10.34%
Aug-12	112	108.1044	3.48%
Sep-12	117	108.9377	6.89%
Oct-12	109	108.8533	0.13%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Nov-12	108	103.4807	4.18%
Dec-12	108	105.4394	2.37%
Jan-13	90	109.3108	21.46%
Feb-13	86	87.98365	2.31%
Mar-13	81	82.97995	2.44%
Apr-13	83	88.8122	7.00%
May-13	82	82.25326	0.31%
Jun-13	81	84.96675	4.90%
Jul-13	91	92.09641	1.20%
Aug-13	94	92.60906	1.48%
Sep-13	96	95.0269	1.01%
Oct-13	81	90.80179	12.10%

Tabel E. 2 Hasil peramalan data pegujian SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Nov-13	78		
Dec-13	75		
Jan-14	84		
Feb-14	85		
Mar-14	86		
Apr-14	79		
May-14	77		
Jun-14	75		
Jul-14	94		
Aug-14	91		
Sep-14	89		
Oct-14	79		
Nov-14	81		
Dec-14	83	77.45317	6.68%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-15	88	99.19496	12.72%
Feb-15	91	84.62031	7.01%
Mar-15	92	87.3208	5.09%
Apr-15	89	85.10584	4.38%
May-15	89	87.3803	1.82%
Jun-15	90	86.46655	3.93%
Jul-15	86	95.28512	10.80%
Aug-15	87	86.35323	0.74%
Sep-15	87	86.7245	0.32%
Oct-15	82	84.86504	3.49%
Nov-15	82	81.96676	0.04%
Dec-15	83	80.71795	2.75%
Jan-16	88	86.31269	1.92%
Feb-16	90	86.45559	3.94%
Mar-16	91	87.88488	3.42%
Apr-16	84	83.03504	1.15%
May-16	82	82.7861	0.96%
Jun-16	81	80.78743	0.26%
Jul-16	77	84.64984	9.93%
Aug-16	76	77.76292	2.32%
Sep-16	74	76.42885	3.28%

LAMPIRAN F Hasil Peramalan Model SARIMAX- GARCH

**Tabel F. 1 Hasil Peramalan data pelatihan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆
GARCH(1)**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	49		
Feb-07	54		
Mar-07	60		
Apr-07	75		
May-07	81		
Jun-07	86		
Jul-07	54		
Aug-07	47		
Sep-07	40		
Oct-07	53		
Nov-07	54		
Dec-07	55		
Jan-08	61		
Feb-08	63		
Mar-08	65		
Apr-08	64		
May-08	64	70.22098	9.72%
Jun-08	64	71.38589	11.54%
Jul-08	65	43.48846	33.09%
Aug-08	65	59.76281	8.06%
Sep-08	65	58.48249	10.03%
Oct-08	65	71.73749	10.37%
Nov-08	65	63.83733	1.79%
Dec-08	66	65.21772	1.19%
Jan-09	63	80.83292	28.31%
Feb-09	62	70.83921	14.26%
Mar-09	61	65.03073	6.61%
Apr-09	63	61.6896	2.08%
May-09	63	66.88537	6.17%
Jun-09	64	66.58217	4.03%
Jul-09	66	56.90039	13.79%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Aug-09	66	64.71346	1.95%
Sep-09	65	62.3908	4.01%
Oct-09	68	61.5488	9.49%
Nov-09	69	63.4664	8.02%
Dec-09	70	67.20015	4.00%
Jan-10	73	69.83855	4.33%
Feb-10	74	72.69737	1.76%
Mar-10	76	72.14724	5.07%
Apr-10	73	73.71794	0.98%
May-10	73	69.3039	5.06%
Jun-10	72	72.51559	0.72%
Jul-10	94	74.24153	21.02%
Aug-10	90	93.35709	3.73%
Sep-10	86	88.23486	2.60%
Oct-10	94	83.81717	10.83%
Nov-10	94	92.49406	1.60%
Dec-10	95	96.2851	1.35%
Jan-11	89	97.7099	9.79%
Feb-11	88	89.42495	1.62%
Mar-11	86	92.35336	7.39%
Apr-11	102	87.34177	14.37%
May-11	106	99.39052	6.24%
Jun-11	109	108.4787	0.48%
Jul-11	108	123.218	14.09%
Aug-11	108	101.6579	5.87%
Sep-11	109	103.6745	4.89%
Oct-11	105	120.6089	14.87%
Nov-11	103	102.433	0.55%
Dec-11	102	104.025	1.99%
Jan-12	93	103.8699	11.69%
Feb-12	90	93.07099	3.41%
Mar-12	87	87.72117	0.83%
Apr-12	90	93.04897	3.39%
May-12	89	89.34009	0.38%
Jun-12	89	90.71282	1.92%
Jul-12	108	98.75173	8.56%
Aug-12	112	109.3158	2.40%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Sep-12	117	107.1771	8.40%
Oct-12	109	104.545	4.09%
Nov-12	108	101.1953	6.30%
Dec-12	108	106.7388	1.17%
Jan-13	90	106.0319	17.81%
Feb-13	86	88.22705	2.59%
Mar-13	81	81.75754	0.94%
Apr-13	83	83.61418	0.74%
May-13	82	81.13206	1.06%
Jun-13	81	86.65727	6.98%
Jul-13	91	99.05924	8.86%
Aug-13	94	95.26395	1.34%
Sep-13	96	96.38577	0.40%
Oct-13	81	86.98671	7.39%

Tabel F. 2 Hasil peramalan data pengujian SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Nov-13	78		
Dec-13	75		
Jan-14	84		
Feb-14	85		
Mar-14	86		
Apr-14	79		
May-14	77		
Jun-14	75		
Jul-14	94		
Aug-14	91		
Sep-14	89		

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Oct-14	79		
Nov-14	81		
Dec-14	83		
Jan-15	88		
Feb-15	91		
Mar-15	92	87.28416	5.13%
Apr-15	89	82.32384	7.50%
May-15	89	86.29761	3.04%
Jun-15	90	85.8749	4.58%
Jul-15	86	98.84988	14.94%
Aug-15	87	83.78824	3.69%
Sep-15	87	84.47432	2.90%
Oct-15	82	81.09796	1.10%
Nov-15	82	80.87303	1.37%
Dec-15	83	80.58125	2.91%
Jan-16	88	82.29015	6.49%
Feb-16	90	86.92397	3.42%
Mar-16	91	87.73622	3.59%
Apr-16	84	83.27934	0.86%
May-16	82	81.69302	0.37%
Jun-16	81	80.33727	0.82%
Jul-16	77	80.93401	5.11%
Aug-16	76	76.17122	0.23%
Sep-16	74	74.56742	0.77%

**LAMPIRAN G Hasil Uji Mean Directional Accuracy
(MDA)**

**Tabel G. 1 Kemampuan mengikuti pola data pelatihan
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Nilai Peramalan	Pola	Nilai
Jan-07	49				
Feb-07	54	-5			
Mar-07	60	-6			
Apr-07	75	-15			
May-07	81	-6			
Jun-07	86	-5			
Jul-07	54	32			
Aug-07	47	7			
Sep-07	40	7			
Oct-07	53	-13			
Nov-07	54	-1			
Dec-07	55	-1			
Jan-08	61	-6			
Feb-08	63	-2	63.854		
Mar-08	65	-2	66.386	-2.532	1
Apr-08	64	1	73.402	-7.016	0
May-08	64	0	66.535	6.867	1
Jun-08	64	0	66.672	-0.137	1
Jul-08	65	-1	50.948	15.724	0
Aug-08	65	0	64.853	-13.905	1
Sep-08	65	0	63.559	1.294	1
Oct-08	65	0	74.320	-10.761	1
Nov-08	65	0	66.906	7.414	1
Dec-08	66	-1	67.523	-0.617	1

G-2

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Nilai Peramalan	Pola	Nilai
Jan-09	63	3	62.014	5.509	1
Feb-09	62	1	65.093	-3.079	0
Mar-09	61	1	61.278	3.815	1
Apr-09	63	-2	67.869	-6.591	1
May-09	63	0	65.227	2.641	1
Jun-09	64	-1	64.870	0.358	0
Jul-09	66	-2	61.321	3.549	0
Aug-09	66	0	67.580	-6.260	1
Sep-09	65	1	64.619	2.961	1
Oct-09	68	-3	66.250	-1.631	1
Nov-09	69	-1	67.109	-0.859	1
Dec-09	70	-1	69.626	-2.517	1
Jan-10	73	-3	64.967	4.659	0
Feb-10	74	-1	72.926	-7.959	1
Mar-10	76	-2	71.836	1.090	0
Apr-10	73	3	76.190	-4.354	0
May-10	73	0	70.267	5.923	1
Jun-10	72	1	72.260	-1.993	0
Jul-10	94	-22	70.474	1.786	0
Aug-10	90	4	93.544	-23.070	0
Sep-10	86	4	87.232	6.312	1
Oct-10	94	-8	82.990	4.242	0
Nov-10	94	0	91.977	-8.987	1
Dec-10	95	-1	96.589	-4.613	1
Jan-11	89	6	84.671	11.918	1
Feb-11	88	1	90.149	-5.478	0
Mar-11	86	2	89.335	0.814	1
Apr-11	102	-16	87.215	2.120	0

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Nilai Peramalan	Pola	Nilai
May-11	106	-4	99.553	-12.338	1
Jun-11	109	-3	108.782	-9.229	1
Jul-11	108	1	108.263	0.519	1
Aug-11	108	0	105.517	2.746	1
Sep-11	109	-1	106.786	-1.270	1
Oct-11	105	4	108.275	-1.489	0
Nov-11	103	2	99.946	8.330	1
Dec-11	102	1	103.735	-3.789	0
Jan-12	93	9	106.560	-2.825	0
Feb-12	90	3	91.947	14.613	1
Mar-12	87	3	87.726	4.220	1
Apr-12	90	-3	95.286	-7.560	1
May-12	89	1	87.620	7.666	1
Jun-12	89	0	91.116	-3.496	1
Jul-12	108	-19	97.306	-6.190	1
Aug-12	112	-4	109.382	-12.075	1
Sep-12	117	-5	108.654	0.727	0
Oct-12	109	8	110.636	-1.982	0
Nov-12	108	1	102.338	8.298	1
Dec-12	108	0	108.249	-5.911	1
Jan-13	90	18	108.222	0.027	1
Feb-13	86	4	88.405	19.817	1
Mar-13	81	5	81.162	7.243	1
Apr-13	83	-2	86.615	-5.453	1
May-13	82	1	79.277	7.337	1
Jun-13	81	1	85.629	-6.351	0
Jul-13	91	-10	94.223	-8.595	1

G-4

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Nilai Peramalan	Pola	Nilai
Aug-13	94	-3	93.395	0.829	0
Sep-13	96	-2	92.869	0.525	0
Oct-13	81	15	91.405	1.465	1

**Tabel G. 2 Kemampuan mengikuti pola data pengujian
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Nov-13	78				
Dec-13	75	3			
Jan-14	84	-9			
Feb-14	85	-1			
Mar-14	86	-1			
Apr-14	79	7			
May-14	77	2			
Jun-14	75	2			
Jul-14	94	-19			
Aug-14	91	3			
Sep-14	89	2			
Oct-14	79	10			
Nov-14	81	-2			
Dec-14	83	-2	77.19461		
Jan-15	88	-5	98.26751	-21.072	1
Feb-15	91	-3	85.16828	13.099	0
Mar-15	92	-1	87.39383	-2.225	1
Apr-15	89	3	84.69339	2.700	1
May-15	89	0	87.29168	-2.598	1
Jun-15	90	-1	86.33464	0.957	0
Jul-15	86	4	97.4645	-11.129	0

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Aug-15	87	-1	85.33438	12.130	0
Sep-15	87	0	86.25464	-0.9202	1
Oct-15	82	5	84.79984	1.454	1
Nov-15	82	0	82.60557	2.194	1
Dec-15	83	-1	81.48954	1.116	1
Jan-16	88	-5	85.16915	-3.679	1
Feb-16	90	-2	87.47042	-2.3012	1
Mar-16	91	-1	88.62009	-1.149	1
Apr-16	84	7	83.87114	4.748	1
May-16	82	2	83.15035	0.720	1
Jun-16	81	1	81.42012	1.730	1
Jul-16	77	4	83.32427	-1.904	0
Aug-16	76	1	77.71154	5.612	1
Sep-16	74	2	76.45109	1.260	1

G-6

Tabel G. 3 Tabel F. 3 Hasil kemampuan mengikuti pola data pelatihan SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Jan-07	49				
Feb-07	54	-5			
Mar-07	60	-6			
Apr-07	75	-15			
May-07	81	-6			
Jun-07	86	-5			
Jul-07	54	32			
Aug-07	47	7			
Sep-07	40	7			
Oct-07	53	-13			
Nov-07	54	-1			
Dec-07	55	-1			
Jan-08	61	-6			
Feb-08	63	-2			
Mar-08	65	-2			
Apr-08	64	1			
May-08	64	0	70.22098		
Jun-08	64	0	71.38589	-1.164	1
Jul-08	65	-1	43.48846	27.897	0
Aug-08	65	0	59.76281	-16.274	1
Sep-08	65	0	58.48249	1.280	1
Oct-08	65	0	71.73749	-13.255	1
Nov-08	65	0	63.83733	7.900	1
Dec-08	66	-1	65.21772	-1.380	1
Jan-09	63	3	80.83292	-15.615	0
Feb-09	62	1	70.83921	9.993	1
Mar-09	61	1	65.03073	5.808	1

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Apr-09	63	-2	61.6896	3.341	0
May-09	63	0	66.88537	-5.195	1
Jun-09	64	-1	66.58217	0.303	0
Jul-09	66	-2	56.90039	9.681	0
Aug-09	66	0	64.71346	-7.813	1
Sep-09	65	1	62.3908	2.322	1
Oct-09	68	-3	61.5488	0.842	0
Nov-09	69	-1	63.4664	-1.917	1
Dec-09	70	-1	67.20015	-3.733	1
Jan-10	73	-3	69.83855	-2.638	1
Feb-10	74	-1	72.69737	-2.858	1
Mar-10	76	-2	72.14724	0.550	0
Apr-10	73	3	73.71794	-1.570	0
May-10	73	0	69.3039	4.414	1
Jun-10	72	1	72.51559	-3.211	0
Jul-10	94	-22	74.24153	-1.725	1
Aug-10	90	4	93.35709	-19.115	0
Sep-10	86	4	88.23486	5.122	1
Oct-10	94	-8	83.81717	4.417	0
Nov-10	94	0	92.49406	-8.676	1
Dec-10	95	-1	96.2851	-3.791	1
Jan-11	89	6	97.7099	-1.424	0
Feb-11	88	1	89.42495	8.284	1
Mar-11	86	2	92.35336	-2.928	0
Apr-11	102	-16	87.34177	5.011	0
May-11	106	-4	99.39052	-12.048	1

G-8

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Jun-11	109	-3	108.4787	-9.088	1
Jul-11	108	1	123.218	-14.739	0
Aug-11	108	0	101.6579	21.560	1
Sep-11	109	-1	103.6745	-2.016	1
Oct-11	105	4	120.6089	-16.934	0
Nov-11	103	2	102.433	18.175	1
Dec-11	102	1	104.025	-1.591	0
Jan-12	93	9	103.8699	0.155	1
Feb-12	90	3	93.07099	10.798	1
Mar-12	87	3	87.72117	5.349	1
Apr-12	90	-3	93.04897	-5.327	1
May-12	89	1	89.34009	3.708	1
Jun-12	89	0	90.71282	-1.372	1
Jul-12	108	-19	98.75173	-8.038	1
Aug-12	112	-4	109.3158	-10.564	1
Sep-12	117	-5	107.1771	2.138	0
Oct-12	109	8	104.545	2.632	1
Nov-12	108	1	101.1953	3.349	1
Dec-12	108	0	106.7388	-5.543	1
Jan-13	90	18	106.0319	0.706	1
Feb-13	86	4	88.22705	17.804	1
Mar-13	81	5	81.75754	6.469	1
Apr-13	83	-2	83.61418	-1.856	1
May-13	82	1	81.13206	2.482	1
Jun-13	81	1	86.65727	-5.525	0
Jul-13	91	-10	99.05924	-12.402	1
Aug-13	94	-3	95.26395	3.795	0
Sep-13	96	-2	96.38577	-1.121	1

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Oct-13	81	15	86.98671	9.399	1

Tabel G. 4 Hasil kemampuan mengikuti pola daya pengujian SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Nov-13	78				
Dec-13	75	3			
Jan-14	84	-9			
Feb-14	85	-1			
Mar-14	86	-1			
Apr-14	79	7			
May-14	77	2			
Jun-14	75	2			
Jul-14	94	-19			
Aug-14	91	3			
Sep-14	89	2			
Oct-14	79	10			
Nov-14	81	-2			
Dec-14	83	-2			
Jan-15	88	-5			
Feb-15	91	-3			
Mar-15	92	-1	87.28416		
Apr-15	89	3	82.32384	4.960	1
May-15	89	0	86.29761	-3.973	1
Jun-15	90	-1	85.8749	0.422	0
Jul-15	86	4	98.84988	-12.98	0

G-10

Periode	Penderita Tuberkulosis	Pola	Hasil Peramalan	Pola	Nilai
Aug-15	87	-1	83.78824	15.061	0
Sep-15	87	0	84.47432	-0.686	1
Oct-15	82	5	81.09796	3.376	1
Nov-15	82	0	80.87303	0.224	1
Dec-15	83	-1	80.58125	0.291	0
Jan-16	88	-5	82.29015	-1.708	1
Feb-16	90	-2	86.92397	-4.633	1
Mar-16	91	-1	87.73622	-0.812	1
Apr-16	84	7	83.27934	4.456	1
May-16	82	2	81.69302	1.586	1
Jun-16	81	1	80.33727	1.355	1
Jul-16	77	4	80.93401	-0.596	0
Aug-16	76	1	76.17122	4.76	1
Sep-16	74	2	74.56742	1.603	1

LAMPIRAN H Hasil Perhitungan Ramalan Multiplikative Holt Winter

Tabel H. 1 Hasil peramalan variabel suhu rata-rata

Periode	Suhu Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	23.10		
Feb-07	23.70		
Mar-07	23.50		
Apr-07	23.80		
May-07	23.90		
Jun-07	23.10		
Jul-07	22.20		
Aug-07	21.70		
Sep-07	22.70		
Oct-07	24.40		
Nov-07	23.90		
Dec-07	23.70		
Jan-08	23.60	23.094	2.14%
Feb-08	23.60	24.129	2.24%
Mar-08	23.00	23.476	2.07%
Apr-08	23.60	23.361	1.01%
May-08	23.10	23.656	2.41%
Jun-08	22.40	22.402	0.01%
Jul-08	21.50	21.520	0.09%
Aug-08	22.20	21.011	5.36%
Sep-08	23.30	23.027	1.17%
Oct-08	24.70	24.996	1.20%
Nov-08	24.20	24.234	0.14%
Dec-08	23.40	23.998	2.56%
Jan-09	23.50	22.967	2.27%

Periode	Suhu Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Feb-09	23.50	23.860	1.53%
Mar-09	23.70	23.357	1.45%
Apr-09	24.30	24.059	0.99%
May-09	23.70	24.233	2.25%
Jun-09	23.00	23.066	0.29%
Jul-09	22.10	22.106	0.02%
Aug-09	22.40	21.781	2.76%
Sep-09	23.30	23.178	0.52%
Oct-09	24.40	24.930	2.17%
Nov-09	24.90	24.014	3.56%
Dec-09	24.30	24.463	0.67%
Jan-10	23.80	23.963	0.69%
Feb-10	24.00	24.134	0.56%
Mar-10	24.40	23.931	1.92%
Apr-10	23.90	24.736	3.50%
May-10	24.60	23.879	2.93%
Jun-10	23.80	23.826	0.11%
Jul-10	23.20	22.881	1.38%
Aug-10	23.40	22.918	2.06%
Sep-10	23.80	24.159	1.51%
Oct-10	24.10	25.442	5.57%
Nov-10	24.40	24.055	1.42%
Dec-10	23.80	23.893	0.39%
Jan-11	24.10	23.458	2.67%
Feb-11	23.90	24.318	1.75%
Mar-11	23.40	23.966	2.42%
Apr-11	23.40	23.680	1.20%
May-11	23.50	23.527	0.12%
Jun-11	22.20	22.757	2.51%

Periode	Suhu Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Jul-11	22.00	21.465	2.43%
Aug-11	21.90	21.716	0.84%
Sep-11	22.80	22.523	1.21%
Oct-11	24.30	24.116	0.76%
Nov-11	24.10	24.280	0.75%
Dec-11	24.00	23.611	1.62%
Jan-12	23.50	23.694	0.82%
Feb-12	23.60	23.677	0.33%
Mar-12	23.80	23.588	0.89%
Apr-12	23.80	24.009	0.88%
May-12	23.70	23.960	1.10%
Jun-12	22.70	22.902	0.89%
Jul-12	21.70	22.064	1.68%
Aug-12	21.70	21.502	0.91%
Sep-12	23.00	22.327	2.93%
Oct-12	24.60	24.247	1.44%
Nov-12	24.70	24.498	0.82%
Dec-12	23.80	24.231	1.81%
Jan-13	24.00	23.532	1.95%
Feb-13	24.10	24.098	0.01%
Mar-13	23.90	24.123	0.93%
Apr-13	24.10	24.113	0.05%
May-13	24.00	24.224	0.93%
Jun-13	23.70	23.195	2.13%
Jul-13	22.40	22.905	2.25%
Aug-13	21.90	22.308	1.86%
Sep-13	22.70	22.701	0.01%

Periode	Suhu Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Oct-13	24.40	23.983	1.71%
Nov-13	23.10	24.264	5.04%
Dec-13	23.70	22.769	3.93%
Jan-14	23.50	23.361	0.59%
Feb-14	23.80	23.573	0.96%
Mar-14	23.90	23.752	0.62%
Apr-14	23.10	24.088	4.28%
May-14	22.20	23.335	5.11%
Jun-14	21.70	21.690	0.05%
Jul-14	22.70	20.890	7.97%
Aug-14	24.40	22.265	8.75%
Sep-14	23.90	24.960	4.44%
Oct-14	23.70	25.496	7.58%
Nov-14	24.00	23.659	1.42%
Dec-14	23.20	23.752	2.38%
Jan-15	23.60	22.971	2.66%
Feb-15	23.80	23.611	0.80%
Mar-15	23.70	23.746	0.19%
Apr-15	23.90	23.736	0.69%
May-15	24.30	23.932	1.51%
Jun-15	23.90	23.697	0.85%
Jul-15	22.60	23.273	2.98%
Aug-15	22.30	22.573	1.23%
Sep-15	22.90	22.692	0.91%
Oct-15	25.40	24.110	5.08%
Nov-15	25.00	25.218	0.87%
Dec-15	24.70	24.688	0.05%
Jan-16	25.10	24.562	2.14%
Feb-16	24.00	25.065	4.44%

Periode	Suhu Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Mar-16	24.10	24.104	0.01%
Apr-16	24.10	24.165	0.27%
May-16	24.20	24.200	0.00%
Jun-16	24.30	23.630	2.76%
Jul-16	23.70	23.455	1.03%
Aug-16	23.60	23.594	0.03%
Sep-16	24.60	24.053	2.22%

Tabel H. 2 Hasil peramalan variabel kelembapan rata-rata

Periode	Kelembapan Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	77.9		
Feb-07	81.8		
Mar-07	84.1		
Apr-07	82.6		
May-07	75.3		
Jun-07	75		
Jul-07	72.9		
Aug-07	73.5		
Sep-07	70.9		
Oct-07	71.2		
Nov-07	78.8		
Dec-07	83.2		
Jan-08	81.1	77.964	3.87%
Feb-08	79.9	84.345	5.56%
Mar-08	85.7	83.440	2.64%
Apr-08	77.7	83.644	7.65%
May-08	75.2	72.346	3.79%

Periode	Kelembapan Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Jun-08	73	74.200	1.64%
Jul-08	71.7	71.328	0.52%
Aug-08	77.3	72.250	6.53%
Sep-08	73.7	73.319	0.52%
Oct-08	73.7	73.967	0.36%
Nov-08	82.8	81.711	1.32%
Dec-08	84.5	87.183	3.18%
Jan-09	84.8	80.690	4.85%
Feb-09	84.1	85.767	1.98%
Mar-09	78.2	88.916	13.70%
Apr-09	76	77.541	2.03%
May-09	77.9	71.879	7.73%
Jun-09	72.4	74.942	3.51%
Jul-09	70.1	71.507	2.01%
Aug-09	68.6	72.283	5.37%
Sep-09	73	66.100	9.45%
Oct-09	70.6	71.342	1.05%
Nov-09	72.5	78.774	8.65%
Dec-09	78.1	77.456	0.82%
Jan-10	83.1	75.398	9.27%
Feb-10	83.8	81.531	2.71%
Mar-10	82.5	84.843	2.84%
Apr-10	85.5	81.977	4.12%
May-10	82.8	81.655	1.38%
Jun-10	79.6	78.618	1.23%
Jul-10	80.6	77.933	3.31%
Aug-10	77.9	81.197	4.23%
Sep-10	80.2	77.875	2.90%
Oct-10	79.8	77.547	2.82%

Periode	Kelembapan Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Nov-10	78	86.356	10.71%
Dec-10	81.9	85.906	4.89%
Jan-11	78.4	82.138	4.77%
Feb-11	79.4	78.474	1.17%
Mar-11	84	79.536	5.31%
Apr-11	82.5	83.197	0.85%
May-11	78.9	79.264	0.46%
Jun-11	71.8	75.259	4.82%
Jul-11	71.7	71.846	0.20%
Aug-11	68.9	71.467	3.73%
Sep-11	70.2	70.117	0.12%
Oct-11	71.2	68.380	3.96%
Nov-11	79.4	74.113	6.66%
Dec-11	82.8	84.777	2.39%
Jan-12	82.6	82.516	0.10%
Feb-12	81.1	82.911	2.23%
Mar-12	77.3	82.903	7.25%
Apr-12	76.4	77.876	1.93%
May-12	74	73.697	0.41%
Jun-12	72.2	69.613	3.58%
Jul-12	75.2	71.514	4.90%
Aug-12	72.6	73.238	0.88%
Sep-12	69.2	74.076	7.05%
Oct-12	71	69.415	2.23%
Nov-12	78.2	74.797	4.35%
Dec-12	85.2	82.000	3.76%
Jan-13	85.2	84.075	1.32%

Periode	Kelembapan Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Feb-13	82	84.710	3.30%
Mar-13	82.8	82.953	0.18%
Apr-13	82	83.024	1.25%
May-13	81	79.445	1.92%
Jun-13	83.4	76.536	8.23%
Jul-13	78.7	81.853	4.01%
Aug-13	74.3	77.284	4.02%
Sep-13	70.4	75.205	6.82%
Oct-13	70.7	72.340	2.32%
Nov-13	77.9	75.828	2.66%
Dec-13	81.8	81.928	0.16%
Jan-14	84.1	81.043	3.63%
Feb-14	82.6	82.077	0.63%
Mar-14	75.3	83.377	10.73%
Apr-14	75	77.418	3.22%
May-14	72.9	73.675	1.06%
Jun-14	73.5	70.642	3.89%
Jul-14	70.9	70.635	0.37%
Aug-14	71.2	68.820	3.34%
Sep-14	78.8	70.142	10.99%
Oct-14	83.2	78.098	6.13%
Nov-14	79.7	88.388	10.90%
Dec-14	85.9	86.229	0.38%
Jan-15	83.7	86.027	2.78%
Feb-15	80.8	82.435	2.02%
Mar-15	80.2	79.712	0.61%
Apr-15	82.3	81.613	0.84%
May-15	77.5	80.430	3.78%
Jun-15	77.8	76.654	1.47%

Periode	Kelembapan Rata-rata	Hasil Peramalan	APE
Jul-15	79.3	74.544	6.00%
Aug-15	75.2	76.415	1.62%
Sep-15	66.4	76.656	15.45%
Oct-15	77.7	69.683	10.32%
Nov-15	71.5	77.992	9.08%
Dec-15	82	79.163	3.46%
Jan-16	81.5	80.762	0.91%
Feb-16	87	79.644	8.46%
Mar-16	85.2	84.018	1.39%
Apr-16	83.3	86.568	3.92%
May-16	81.5	81.437	0.08%
Jun-16	79.6	80.909	1.65%
Jul-16	79.3	77.854	1.82%
Aug-16	76.6	75.714	1.16%
Sep-16	76.2	74.748	1.91%

I-10

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN I Hasil Perhitungan Ramalan Periode Mendatang

**Tabel I. 1 Hasil peramalan Oktober 2016-Desember 2018 model
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-rata	Kelembapan Rata-rata
Oct-16	74.62514	26.016	81.899
Nov-16	70.4629	25.396	80.310
Dec-16	71.84995	25.204	89.809
Jan-17	76.36113	25.183	88.727
Feb-17	76.91826	24.978	88.774
Mar-17	73.28081	25.127	86.108
Apr-17	69.61308	25.154	86.638
May-17	65.35954	25.253	84.773
Jun-17	66.92882	24.744	83.847
Jul-17	69.91216	24.020	82.468
Aug-17	70.88403	24.059	79.040
Sep-17	67.1572	24.595	77.578
Oct-17	63.6365	24.311	76.174
Nov-17	59.19729	26.234	83.375
Dec-17	60.30185	25.186	81.756
Jan-18	64.64974	25.203	91.424
Feb-18	65.42517	25.137	90.320
Mar-18	62.22538	24.976	90.365
Apr-18	58.66348	25.164	87.649
May-18	54.62186	25.172	88.186
Jun-18	55.5623	25.165	86.285
Jul-18	58.74492	24.508	85.341
Aug-18	60.27204	23.929	83.935
Sep-18	57.44292	24.192	80.444

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-rata	Kelembapan Rata-rata
Oct-18	54.14007	24.619	78.954
Nov-18	50.02114	24.616	77.523
Dec-18	50.44331	26.341	84.850

**Tabel I. 2 Hasil peramalan Oktober 2016-Desember 2018
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆ GARCH(1)**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-rata	Kelembapan Rata-rata
Oct-16	68.14374	26.016	81.899
Nov-16	63.37866	25.396	80.310
Dec-16	61.4793	25.204	89.809
Jan-17	64.344	25.183	88.727
Feb-17	56.95016	24.978	88.774
Mar-17	55.79683	25.127	86.108
Apr-17	51.78259	25.154	86.638
May-17	49.03718	25.253	84.773
Jun-17	49.11975	24.744	83.847
Jul-17	46.51547	24.020	82.468
Aug-17	46.24775	24.059	79.040
Sep-17	43.899	24.595	77.578
Oct-17	38.65599	24.311	76.174
Nov-17	34.81824	26.234	83.375
Dec-17	35.26183	25.186	81.756
Jan-18	33.78191	25.203	91.424
Feb-18	33.30631	25.137	90.320
Mar-18	32.23999	24.976	90.365
Apr-18	29.23905	25.164	87.649
May-18	27.22436	25.172	88.186
Jun-18	27.00318	25.165	86.285
Jul-18	25.85166	24.508	85.341

Periode	Penderita Tuberkulosis	Suhu Rata-rata	Kelembapan Rata-rata
Aug-18	26.42105	23.929	83.935
Sep-18	25.55435	24.192	80.444
Oct-18	22.34522	24.619	78.954
Nov-18	20.49569	24.616	77.523
Dec-18	20.01029	26.341	84.850

I-4

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**LAMPIRAN J Perhitungan Ramalan SARIMAX variabel
Suhu**

**Tabel J. 1 Hasil peramalan data pelatihan variabel suhu model
SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	49		
Feb-07	54		
Mar-07	60		
Apr-07	75		
May-07	81		
Jun-07	86		
Jul-07	54		
Aug-07	47		
Sep-07	40		
Oct-07	53		
Nov-07	54		
Dec-07	55		
Jan-08	61		
Feb-08	63	63.36208	0.575%
Mar-08	65	65.14338	0.221%
Apr-08	64	72.40746	13.137%
May-08	64	67.24549	5.071%
Jun-08	64	66.30814	3.606%
Jul-08	65	50.82969	21.800%
Aug-08	65	62.07883	4.494%
Sep-08	65	60.85925	6.370%
Oct-08	65	70.88512	9.054%
Nov-08	65	63.95369	1.610%

J-2

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Dec-08	66	63.12681	4.353%
Jan-09	63	68.90908	9.379%
Feb-09	62	63.76535	2.847%
Mar-09	61	61.84426	1.384%
Apr-09	63	68.04692	8.011%
May-09	63	64.7	2.698%
Jun-09	64	64.16809	0.263%
Jul-09	66	60.23833	8.730%
Aug-09	66	64.93409	1.615%
Sep-09	65	63.8382	1.787%
Oct-09	68	66.61693	2.034%
Nov-09	69	67.34381	2.400%
Dec-09	70	68.92491	1.536%
Jan-10	73	67.84739	7.058%
Feb-10	74	71.83729	2.923%
Mar-10	76	72.92892	4.041%
Apr-10	73	76.39757	4.654%
May-10	73	72.13823	1.181%
Jun-10	72	72.20799	0.289%
Jul-10	94	72.43782	22.938%
Aug-10	90	92.31843	2.576%
Sep-10	86	88.49567	2.902%
Oct-10	94	77.83989	17.192%
Nov-10	94	95.55723	1.657%
Dec-10	95	95.81258	0.855%
Jan-11	89	90.91968	2.157%
Feb-11	88	89.25918	1.431%
Mar-11	86	88.29483	2.668%
Apr-11	102	87.76534	13.956%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
May-11	106	102.5619	3.244%
Jun-11	109	107.0537	1.786%
Jul-11	108	111.6233	3.355%
Aug-11	108	103.0479	4.585%
Sep-11	109	103.3082	5.222%
Oct-11	105	120.2195	14.495%
Nov-11	103	102.903	0.094%
Dec-11	102	100.9397	1.040%
Jan-12	93	107.8854	16.006%
Feb-12	90	91.9784	2.198%
Mar-12	87	88.37595	1.582%
Apr-12	90	101.1296	12.366%
May-12	89	91.99368	3.364%
Jun-12	89	90.32551	1.489%
Jul-12	108	95.96428	11.144%
Aug-12	112	107.749	3.796%
Sep-12	117	110.9035	5.211%
Oct-12	109	111.5939	2.380%
Nov-12	108	105.483	2.331%
Dec-12	108	104.4986	3.242%
Jan-13	90	107.3656	19.295%
Feb-13	86	87.47925	1.720%
Mar-13	81	83.17453	2.685%
Apr-13	83	91.26768	9.961%
May-13	82	83.22698	1.496%
Jun-13	81	83.07438	2.561%
Jul-13	91	90.41814	0.639%

J-4

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Aug-13	94	91.58251	2.572%
Sep-13	96	95.2784	0.752%
Oct-13	81	93.17358	15.029%

Tabel J. 2 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model SARIMAX(0,1,3)(1,1,2)₆

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Nov-13	78		
Dec-13	75		
Jan-14	84		
Feb-14	85		
Mar-14	86		
Apr-14	79		
May-14	77		
Jun-14	75		
Jul-14	94		
Aug-14	91		
Sep-14	89		
Oct-14	79		
Nov-14	81		
Dec-14	83	78.48679	5.44%
Jan-15	88	100.2258	13.89%
Feb-15	91	84.41355	7.24%
Mar-15	92	87.89188	4.47%
Apr-15	89	85.41231	4.03%
May-15	89	87.34358	1.86%
Jun-15	90	87.20932	3.10%
Jul-15	86	95.65103	11.22%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Aug-15	87	86.74754	0.29%
Sep-15	87	86.22785	0.89%
Oct-15	82	84.27362	2.77%
Nov-15	82	80.47772	1.86%
Dec-15	83	80.63059	2.85%
Jan-16	88	86.30084	1.93%
Feb-16	90	86.59621	3.78%
Mar-16	91	87.95441	3.35%
Apr-16	84	82.93262	1.27%
May-16	82	82.44575	0.54%
Jun-16	81	80.80719	0.24%
Jul-16	77	85.19753	10.65%
Aug-16	76	77.91522	2.52%
Sep-16	74	75.79281	2.42%

J-6

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**LAMPIRAN K Perhitungan Ramalan SARIMAX-
GARCH Variabel Suhu**

**Tabel K. 1 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model
SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)**

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-07	49		
Feb-07	54		
Mar-07	60		
Apr-07	75		
May-07	81		
Jun-07	86		
Jul-07	54		
Aug-07	47		
Sep-07	40		
Oct-07	53		
Nov-07	54		
Dec-07	55		
Jan-08	61		
Feb-08	63		
Mar-08	65		
Apr-08	64		
May-08	64	70.37508	9.961%
Jun-08	64	69.42748	8.480%
Jul-08	65	43.69674	32.774%
Aug-08	65	58.0231	10.734%
Sep-08	65	56.37546	13.269%
Oct-08	65	71.43912	9.906%
Nov-08	65	62.04518	4.546%
Dec-08	66	61.44464	6.902%

K-2

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jan-09	63	79.60557	26.358%
Feb-09	62	65.90308	6.295%
Mar-09	61	64.53729	5.799%
Apr-09	63	66.1883	5.061%
May-09	63	65.23282	3.544%
Jun-09	64	65.00498	1.570%
Jul-09	66	57.64459	12.660%
Aug-09	66	63.81862	3.305%
Sep-09	65	62.99156	3.090%
Oct-09	68	65.64529	3.463%
Nov-09	69	66.77673	3.222%
Dec-09	70	68.80095	1.713%
Jan-10	73	68.97715	5.511%
Feb-10	74	72.05809	2.624%
Mar-10	76	73.37957	3.448%
Apr-10	73	76.26812	4.477%
May-10	73	72.31348	0.940%
Jun-10	72	72.72682	1.009%
Jul-10	94	73.31968	22.000%
Aug-10	90	92.58254	2.869%
Sep-10	86	88.36152	2.746%
Oct-10	94	80.78427	14.059%
Nov-10	94	95.57188	1.672%
Dec-10	95	95.43409	0.457%
Jan-11	89	95.36331	7.150%
Feb-11	88	89.52477	1.733%
Mar-11	86	89.11495	3.622%
Apr-11	102	86.52177	15.175%
May-11	106	102.0667	3.711%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Jun-11	109	106.1637	2.602%
Jul-11	108	122.2248	13.171%
Aug-11	108	101.9219	5.628%
Sep-11	109	101.5621	6.824%
Oct-11	105	126.8307	20.791%
Nov-11	103	102.9819	0.018%
Dec-11	102	101.3436	0.644%
Jan-12	93	101.4964	9.136%
Feb-12	90	92.44197	2.713%
Mar-12	87	88.87158	2.151%
Apr-12	90	99.34905	10.388%
May-12	89	92.79674	4.266%
Jun-12	89	90.6931	1.902%
Jul-12	108	95.36116	11.703%
Aug-12	112	107.7915	3.758%
Sep-12	117	111.4994	4.701%
Oct-12	109	108.526	0.435%
Nov-12	108	104.7117	3.045%
Dec-12	108	104.654	3.098%
Jan-13	90	101.3346	12.594%
Feb-13	86	86.77347	0.899%
Mar-13	81	82.71648	2.119%
Apr-13	83	88.40461	6.512%
May-13	82	82.81095	0.989%
Jun-13	81	82.68256	2.077%
Jul-13	91	94.95276	4.344%

K-4

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Aug-13	94	92.87332	1.199%
Sep-13	96	96.82342	0.858%
Oct-13	81	91.45412	12.906%

Tabel K. 2 Hasil peramalan data pengujian variabel suhu model SARIMAX(3,1,0)(1,1,2)₆ GARCH(1)

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Nov-13	78		
Dec-13	75		
Jan-14	84		
Feb-14	85		
Mar-14	86		
Apr-14	79		
May-14	77		
Jun-14	75		
Jul-14	94		
Aug-14	91		
Sep-14	89		
Oct-14	79		
Nov-14	81		
Dec-14	83		
Jan-15	88		
Feb-15	91		
Mar-15	92	88.35238	3.96%
Apr-15	89	84.51465	5.04%
May-15	89	87.06341	2.18%
Jun-15	90	87.60414	2.66%
Jul-15	86	101.097	17.55%

Periode	Penderita Tuberkulosis	Hasil Peramalan	APE
Aug-15	87	85.09798	2.19%
Sep-15	87	85.32866	1.92%
Oct-15	82	83.53735	1.87%
Nov-15	82	81.94228	0.07%
Dec-15	83	82.4819	0.62%
Jan-16	88	82.4019	6.36%
Feb-16	90	89.36548	0.71%
Mar-16	91	89.6862	1.44%
Apr-16	84	84.91914	1.09%
May-16	82	83.1265	1.37%
Jun-16	81	81.97917	1.21%
Jul-16	77	81.3058	5.59%
Aug-16	76	77.96184	2.58%
Sep-16	74	76.06106	2.79%

K-6

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

