

**ANALISIS MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA) BOX-JENKINS* PADA  
PENDERITA DIABETES**

**SKRIPSI**

**OLEH  
USWATUN HASANAH  
NIM. 17610001**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**ANALISIS MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA) BOX-JENKINS* PADA  
PENDERITA DIABETES**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh  
USWATUN HASANAH  
NIM. 17610001**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**ANALISIS MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA) BOX-JENKINS* PADA  
PENDERITA DIABETES**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Uswatun Hasanah  
NIM. 17610001**

Telah Disetujui Untuk Diuji

Malang, 21 September 2022

Dosen Pembimbing I



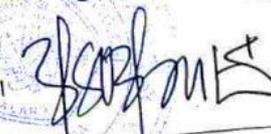
Dr. Sri Harini, M.Si  
NIP. 19731014 200112 2 002

Dosen Pembimbing II



Juhari, M.Si  
NIDT. 19840209 20160801 1 055

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc  
NIP. 19741129 200012 2 005

**ANALISIS MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA) BOX-JENKINS* PADA  
PENDERITA DIABETES**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Uswatun Hasanah  
NIM. 17610001**

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 5 Oktober 2022

Ketua Penguji : Fachrur Rozi, M.Si



Anggota Penguji 1 : Abdul Aziz, M.Si

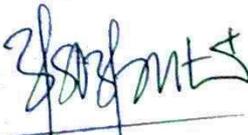


Anggota Penguji 2 : Dr. Sri Harini, M.Si



Anggota Penguji 3 : Juhari, M.Si

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc  
NIP. 19741129 200012 2 005

NIP. 19741129 200012 2 005  
**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Uswatun Hasanah  
NIM : 17610001  
Program Studi : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : *ANALISIS MODEL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (ARIMA) BOX-JENKINS PADA  
PENDERITA DIABETES*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perilaku tersebut.

Malang, 5 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Uswatun Hasanah

NIM. 17610001

## MOTO

مَنْ تَوَهَّمَ أَنَّ لَهُ عَدُوًّا أَعَدَى مِنْ نَفْسِهِ قَلَّتْ مَعْرِفَتُهُ بِنَفْسِهِ

*“Barangsiapa menyangka ada yang lebih memusuhi dirinya ketimbang nafsunya sendiri, berarti ia kurang mengenali pribadinya sendiri”*  
(Ibnu Hajar Al-Asqalani)

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ibu Tercinta Almarhumah Hj. Musyrifah Hambali

Ayah Tercinta Almarhum Ma'shum Amrini

serta keluarga yang selalu menjadi motivasi dan semangat bagi penulis dalam menuntut ilmu.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Penulis ucapkan sebagai rasa syukur Penulis yang tak terhingga pada sang Maha segala-galanya Allah SWT, sehingga penulisan tugas akhir ini terselesaikan dengan tepat waktu. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik pada Program strata (S1) jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim (UIN MALIKI) Malang.

Dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas akhir. Dengan iringan do'a dan kerendahan hati izinkan Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang serta pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi dan berbagai pengalaman yang berharga kepada penulis.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Juhari, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dengan baik.
5. Fachrur Rozi, M.Si, selaku ketua penguji Ujian Skripsi, terima kasih atas masukan dan arahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Abdul Aziz, M.Si, selaku anggota penguji yang selalu memberikan saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim yang telah memberikan ilmu pengetahuan sebagai bekal dalam menyusun tugas akhir ini.
8. Pimpinan Rumah Sakit Islam Gondanglegi yang telah memberikan ijin penelitian.

9. Ayahanda Almarhum Ma'shum Amrini, ibunda Tercinta Almarhumah Hj. Musyrifah Hambali, serta kedua mertua Ayahanda H. Amin Qodir, ibunda Hj. Raudloh Mu'min yang senantiasa memberikan do'a dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
10. Suami Penulis Abdur Rozaq, S.Pd yang selama ini selalu memberikan motivasi, semangat dan do'anya, semoga kebersamaan kita selalu diridloi oleh Allah.
11. Kakak-kakak Penulis Almh. Faizatul Widad, Zainul Muttaqin, Ning Aisyah dan keponakan-keponakan tersayang Muhammad Afnan Dliyaulhaq dan Ghania Ahda Manihtada, terima kasih atas do'a dan motivasinya.
12. Kholati Ny. Hj. Thoyyibah dan Ammy Syafi'i yang selama ini sudah seperti orang tua kedua bagi penulis dan selalu memberikan do'a dan motivasinya.
13. Sahabat-sahabat senasib seperjuangan mahasiswa matematika 2017, terutama Siti Nur Fadhilah. Teman kamar di RBT Al-Khansa, terutama Lailatul Badriyah. Teman kamar di Faza 02, serta teman kamar musyrifah USA 90 dan Khadijah 01.
14. Semua pihak yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis maupun pembaca pada umumnya.

Malang, 5 Oktober 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGANTAR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	v
MOTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR SIMBOL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
مستخلص البحث .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Peramalan ( <i>Forecast</i> ) .....	6
2.2 Deret Waktu .....	7
2.3 Stasioner .....	9
2.4 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial .....	12
2.5 Metode Peramalan Box-Jenkins .....	14
2.6 Model ARIMA Box-Jenkins .....	15
2.7 Prosedur Metode Box-Jenkins .....	19
2.8 Uji <i>White Noise</i> .....	20
2.9 Pemilihan Model Terbaik .....	21
2.10 Diabetes .....	22
2.11 Kajian Integrasi Topik Dengan Al-Qur'an/Hadits .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	29
3.2 Data dan Sumber Data .....	29
3.3 Lokasi Penelitian .....	31
3.4 Tahapan Analisis Data .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Deskriptif Data Diabetes .....	33
4.2 Uji Stasioneritas .....	35
4.3 Identifikasi Model .....	38
4.4 Estimasi dan Pengujian Parameter .....	39
4.5 Uji <i>White Noise</i> .....	42
4.6 Kesalahan ( <i>Error</i> ) .....	43

4.7	Peramalan .....	44
4.8	Kajian Integrasi dengan Hasil Penelitian .....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>49</b>
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>RIWAYAT HIDUP</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai $\lambda$ dan bentuk transformasi .....	11
Tabel 2.2 Nilai MAPE .....	22
Tabel 3.1 Data RSI Gondanglegi Diabetes Tahun 2011 – 2015 .....	30
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data Diabetes .....	33
Tabel 4.2 Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> .....	36
Tabel 4.3 ACF Data Diabetes .....	38
Tabel 4.4 PACF Data Diabetes .....	39
Tabel 4.5 Pengujian Hasil Signifikansi Model ARIMA (1. 0. 1) .....	40
Tabel 4.6 Pengujian Hasil Signifikansi Model ARIMA (1. 0. 2) .....	41
Tabel 4.7 Pengujian <i>Ljung-Box</i> Model ARIMA (1. 0. 2) .....	42
Tabel 4.8 Menghitung Kesalahan Menggunakan MAPE .....	43
Tabel 4.9 Peramalan ARIMA (1. 0. 2) Januari - Desember 2021 .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pemilihan Model Box-Jenkins .....	15
Gambar 4.1 Plot <i>Time Series</i> Data Diabetes Bulan Jan 2011 – Des 2019 .....	34
Gambar 4.2 Plot Box-Cox Data Diabetes .....	35
Gambar 4.3 Plot Box-Cox Data Transformasi .....	35
Gambar 4.4 Plot Time Series Data Transformasi .....	36
Gambar 4.5 Plot ACF Data Diabetes .....	37
Gambar 4.6 Plot PACF Data Diabetes .....	38
Gambar 4.7 Plot Data Aktual, Data Regresi dan Data Peramalan 2011-2021 ...	46

## DAFTAR SIMBOL

$Z_t$	: Pengamatan dalam periode waktu ke- $t$
$Z_{t-1}$	: Pengamatan dalam periode waktu ke- $(t-1)$
$\nabla Z_t$	: Data hasil diferensiasi pertama dalam periode waktu ke- $t$
$\nabla^2 Z_t$	: Data hasil diferensiasi kedua dalam periode waktu ke- $t$
$\nabla Z_{t-1}$	: Data hasil diferensiasi kedua dalam periode waktu ke- $(t-1)$ .
$r_k$	: Autokorelasi sampel pada lag ke- $k$
$Y_t$	: Pengamatan pada waktu ke- $t$
$Y_{t-k}$	: Pengamatan pada lag- $k$ (waktu ke- $t-k$ ).
$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p}$	: Variabel bebas ; <i>lag</i> dari variabel terikat
$b_0, b_1, b_p$	: Koefisien regresi
$e_r$	: Residual
$p$	: Tingkat AR atau derajat autoregresif
$q$	: Tingkat MA atau derajat rata-rata bergerak
$d$	: <i>Differencing</i>
$e_{t-1}, e_{t-2}, e_{t-q}$	: Variabel bebas ; <i>lag</i> dari residual
$w_0, w_1, w_q$	: Bobot

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Asli, data transformasi, dan hasil peramalan penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi
- Lampiran 2. Hasil Statistik Deskriptif Data Diabetes
- Lampiran 3. Hasil Uji *Augmented Dickey-Fuller test statistic*
- Lampiran 4. Nilai ACF Data Diabetes
- Lampiran 5. Nilai PACF Data Diabetes
- Lampiran 6. Estimasi Parameter Model ARIMA
- Lampiran 7. Uji White Noise Model ARIMA
- Lampiran 8. Hasil Peramalan
- Lampiran 9. Tabel Uji

## ABSTRAK

Hasanah, Uswatun. 2022. **Analisis Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Box-Jenkins Pada Penderita Diabetes**. Skripsi. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Sri Harini, M.Si. (II) Juhari, M.Si.

Kata Kunci: Peramalan, ARIMA, *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), *Moving Average* (MA).

Diabetes mellitus adalah kondisi pasien yang mengeluarkan urin dalam jumlah besar dengan kadar gula yang tinggi. Diabetes mellitus adalah penyakit kronis dimana pankreas tidak dapat memproduksi insulin untuk mengatur glukosa darah. Disfungsi ini dapat menyebabkan hipoglikemia (glukosa darah rendah) dan hiperglikemia (gula darah tinggi). Salah satu metode peramalan adalah ARIMA Box-Jenkins. Peramalan metode ARIMA ini bisa digunakan untuk meramalkan penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisis model ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Box-Jenkins pada penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Peramalan merupakan upaya untuk meramalkan kondisi masa depan dengan menggunakan pengujian di masa lalu. ARIMA adalah singkatan dari *autoregressive integrated moving average* yang dibagi menjadi 3 model yaitu AR (*Autoregressive*), MA (*Moving Average*), dan ARMA (*Autoregressive - Moving Average*). Dengan menggunakan metode ini model parameter yang didapatkan adalah model ARIMA (1, 0, 2). Dengan parameter AR (1) sebesar 0,942, parameter MA (1) sebesar 0,528, dan parameter MA (2) sebesar 0,437. Dari hasil model tersebut dihasilkan ramalan penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi untuk periode yang akan datang selama 12 periode yaitu dari Januari 2021 – Desember 2021 dengan hasil yang cenderung konstan yaitu sebanyak 448 pasien pada bulan Januari 2021 sampai Oktober 2021 dan 449 pasien pada bulan November 2021 sampai Desember 2021. Dengan kesalahan (*error*) menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) pada hasil peramalan data penderita Diabetes sebesar 22,47%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data tersebut sesuai untuk digunakan Model ARIMA yang telah dipilih. Karena hasil peramalan yang diperoleh dari nilai MAPE tersebut cukup baik.

## ABSTRACT

Hasanah, Uswatun. 2022. **Analysis Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Box-Jenkins on Diabetes Patients**. Thesis, Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Sri Harini, M.Si. (II) Juhari, M.Si.

**Keyword:** Forecasting, ARIMA, *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), *Moving Average* (MA).

Diabetes mellitus is a condition of patients who excrete large amounts of urine with high sugar levels. Diabetes mellitus is a chronic disease in which insulin cannot be produced to regulate blood glucose. This dysfunction can lead to hypoglycemia (low blood glucose) and hyperglycemia (high blood sugar). One of the forecasting methods is ARIMA Box-Jenkins. This ARIMA forecasting method can be used to predict diabetes sufferers at the Gondanglegi Islamic Hospital. The purpose of this study was to determine the results of the Box-Jenkins ARIMA (autoregressive integrated moving average) model analysis in diabetics at the Gondanglegi Islamic Hospital. Forecasting is an attempt to predict future conditions by using past tests. ARIMA stands for autoregressive integrated moving average which is divided into 3 models, namely AR (Autoregressive), MA (Moving Average), and ARMA (Autoregressive - Moving Average). By using the parameter method of this model, what is obtained is the ARIMA model (1, 0, 2). With AR parameter (1) of 0,942, MA parameter (1) of 0,528, and MA parameter (2) of 0,437. From the results of the model, predictions of diabetes sufferers at the Gondanglegi Islamic Hospital for the future period will be for 12 periods, namely from January 2021 - December 2021 with results that tend to be constant, namely as many as 448 patients in January 2021 to October 2021 and 449 patients in November 2021 to December 2021. With an error using MAPE (Mean Absolute Percentage Error) on the results of forecasting data for Diabetes sufferers of 22,47%. Therefore, it can be said that the data is suitable for use with the ARIMA model that has been selected. Because the forecasting results obtained from the MAPE value are quite good.

## مستخلص البحث

حسنة، أسوة. ٢٠٢٢. تحليل نموذج (ARIMA) Autoregressive Integrated Moving

Box-Jenkins Average على مرضى السكري. البحث الجامعي، قسم الرياضيات، كلية العلوم

والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج.

المشرف : (١) د. سري هاريني، الماجستير (٢) جوهرى الماجستير.

الكلمات الأساسية : التنبؤ ، ARIMA ، الانحدار الذاتي (AR) ، متكامل (I) ، المتوسط المتحرك (MA).

داء السكري هو حالة المرضى الذين يفرزون كميات كبيرة من البول مع ارتفاع مستويات السكر. مرض السكري هو مرض مزمن لا يمكن فيه إنتاج الأنسولين لتنظيم جلوكوز الدم. يمكن أن يؤدي هذا الخلل الوظيفي إلى نقص السكر في الدم (انخفاض نسبة السكر في الدم) وارتفاع السكر في الدم (ارتفاع نسبة السكر في الدم). إحدى طرق التنبؤ هي (ARIMA Box-Jenkins). يمكن استخدام طريقة التنبؤ ARIMA للتنبؤ بمرضى السكري في مستشفى Gondanglegi الإسلامي. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد نتائج تحليل نموذج Box-Jenkins (Autoregressive Integrated Moving Average) ARIMA في مرضى السكري في مستشفى Gondanglegi الإسلامي. التنبؤ هو محاولة للتنبؤ بالظروف المستقبلية باستخدام الاختبارات السابقة. يرمز ARIMA إلى المتوسط المتحرك المتكامل الانحدار الذاتي والذي ينقسم إلى ٣ نماذج ، وهي AR (الانحدار التلقائي) و MA (المتوسط المتحرك) و ARMA (الانحدار التلقائي - المتوسط المتحرك). باستخدام طريقة المعلمة لهذا النموذج ، ما يتم الحصول عليه هو نموذج (١,٠,٢) ARIMA. مع معامل (١) AR من ٠,٩٤٢ ، ومعامل (١) MA ٠,٥٢٨ ، ومعامل (٢) MA من ٠,٤٣٧. من نتائج النموذج ، ستكون توقعات مرضى السكري في مستشفى جوندانجلي الإسلامي للفترة المقبلة لمدة ١٢ فترة ، أي من يناير ٢٠٢١ - ديسمبر ٢٠٢١ مع نتائج تميل إلى أن تكون ثابتة ، أي ما يصل إلى 448 مريضاً في يناير ٢٠٢١ حتى أكتوبر ٢٠٢١ و ٤٤٩ مريضاً في نوفمبر من ٢٠٢١ إلى ديسمبر ٢٠٢١. مع وجود خطأ باستخدام MAPE (متوسط الخطأ النسبي المطلق) على نتائج بيانات التنبؤ لمرضى السكري بنسبة ٢٢,٤٧% . لذلك ، يمكن القول أن البيانات مناسبة للاستخدام مع نموذج ARIMA الذي تم اختياره. لأن نتائج التنبؤ التي تم الحصول عليها من قيمة MAPE جيدة جداً.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Diabetes mellitus adalah pancuran madu. Istilah pancuran madu mengacu pada kondisi pasien yang mengeluarkan urin dalam jumlah besar dengan kadar gula yang tinggi. Selanjutnya, di Indonesia dikenal dengan nama penyakit kencing gula kerana urin penderita diabetes sering dikerumuni semut karena tingginya kadar gula dalam urin (Wijayakusuma, 2008). Diabetes mellitus adalah penyakit kronis dimana pankreas tidak dapat memproduksi insulin untuk mengatur glukosa darah. Disfungsi ini dapat menyebabkan hipoglikemia (glukosa darah rendah) dan hiperglikemia (gula darah tinggi). Selain itu glukosa yang tinggi dapat menyebabkan komplikasi medis seperti kebutaan, gagal ginjal, dan amputasi, serta meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke. Sedangkan hipoglikemia dapat menyebabkan gejala akut seperti kehilangan kesadaran, kejang-kejang bahkan kematian (Jeon, 2019). Setiap pasien diabetes, diharuskan memperkirakan kebutuhan insulin sebelum makan dan aktivitas lainnya merupakan rutinitas harian (Gyuk, dkk, 2019). Penderita diabetes mellitus diharuskan untuk menjaga kadar glukosa darah dalam kisaran yang aman (yaitu, BG 70-180 mg/dL). Jika kadar glukosa darah di bawah atau di atas kisaran tersebut berisiko terhadap kesehatan pasien dan dapat menyebabkan komplikasi parah dalam jangka panjang (Predin, dkk, 2021).

Diabetes masih tercatat sebagai penyebab kematian dunia dengan prevalensi yang selalu meningkat secara signifikan setiap tahunnya yang ditandai dengan gejala sering makan, sering minum, dan sering buang air kecil akibat

gagalnya gula masuk dalam sel untuk diolah sebagai energi akibat ketidakmampuan pankreas untuk memproduksi insulin yang cukup atau tidak sama sekali. Secara global, diperkirakan 422 juta orang dewasa hidup dengan diabetes pada tahun 2014, dibandingkan dengan 108 juta pada tahun 1980. *International Diabetes Federation* mengungkapkan bahwa di Asia, Indonesia tercatat sebagai negara ke-7 dengan prevalensi diabetes 8,5 juta dan diprediksi akan terjadi peningkatan jumlah penderita diabetes di Indonesia menjadi 14,1 juta pada tahun 2035. Pada tahun 2018 hasil Riset Kesehatan Dasar, menunjukkan prevalensi diabetes mellitus di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk usia 15 tahun pada tahun 2013 sebesar 1,5%, meningkat pada tahun 2018 sebesar 2,0% (Irwansyah & Kasim, 2021). Dalam Hadits Ath Thabrani terdapat penjelasan mengenai anjuran hidup sehat agar terhindar dari penyakit, yaitu:

*“Nabi Muhammad SAW bersabda: Sesungguhnya orang yang paling banyak kenyang di dunia adalah yang paling panjang laparnya di hari kiamat”*.(HR. Ath Thabrani)

Hadits di atas membahas bahwa semakin sederhana pola makan manusia, semakin sederhana penyakit yang diderita, dan semakin banyak makanan yang dimakan, maka semakin sulit bagi tubuh untuk mengelolanya. Di zaman sekarang ini banyak orang mengonsumsi makanan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Misalnya mengonsumsi makanan olahan dari berbagai macam bahan dan makanan asing yang tidak sesuai dengan adat Indonesia. Hal ini dapat menimbulkan penyakit karena mayoritas penyakit dalam tubuh berasal dari makanan, contohnya adalah penyakit diabetes. Diabetes adalah salah satu penyakit yang disebabkan salah satunya obesitas, penyebab dari obesitas adalah makan berlebihan, makan yang tidak sehat, dan kurangnya olahraga.

Peramalan merupakan upaya untuk meramalkan kondisi masa depan dengan menggunakan pengujian di masa lalu. Peramalan adalah prediksi peristiwa masa depan atas dasar pola masa lalu dan menggunakan kebijakan proyeksi dengan pola masa lalu. Kesimpulannya peramalan adalah seni dan ilmu untuk memprediksi peristiwa masa depan. Hal ini dapat diselesaikan dengan cara pengambilan data masa lalu dan menempatkannya di masa depan dengan model matematika. Peramalan biasanya diklasifikasikan menurut jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang masa depan (Prasetya & Lukiastuti, 2009).

Salah satu peramalan yang membahas tentang masalah di atas adalah metode ARIMA. ARIMA adalah singkatan dari *autoregressive integrated moving average* yang dibagi menjadi 3 model yaitu AR (*Autoregressive*), MA (*Moving Average*), dan ARMA (*Autoregressive - Moving Average*). Model AR, MA, dan ARMA mengharuskan data deret waktu yang diamati menjadi stasioner. Jika data *time series* memenuhi dua syarat, yaitu data *time series* memiliki rata-rata, varians yang konstan, maka data deret waktu tersebut dikatakan stasioner. Jika data *time series* yang digunakan tidak stasioner maka data tersebut dapat menjadi stasioner melalui proses transformasi dan diferensiasi (Wardhono, 2019).

Penelitian yang akan dilakukan ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Lila Ramadanti, dkk (2020) yang berjudul “Prediksi Kejadian penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISAP) Menggunakan ARIMA Model di Kota Kendari”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa peramalan ISPA di Kota Kendari dengan menggunakan model ARIMA (1, 0, 0) dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 mengalami peningkatan, dengan nilai MAPE sebesar 31% yang menunjukkan

bahwa peramalan tersebut layak (Ramadanti, dkk, 2020). Penelitian lainnya oleh Singye dan Unhapipat pada tahun 2018 yang kedua berjudul “Analisis Time Series Pasien Diabetes: Studi Kasus Rumah Sakit Rujukan Nasional Jigme Dorji Wangchuk di Bhutan”. Model ARIMA dikembangkan berdasarkan Ljung-Box Q, BIC statistik eksperimental, dan setelah menguji signifikansi parameter yang diperkirakan, model ARIMA (0,1,1) cocok untuk memprediksi pasien diabetes mellitus. Metode peramalan ARIMA ini untuk memprediksi jumlah penderita diabetes di Bhutan berdasarkan data dari tahun 2006 hingga 2016 (Singye & Unhapipat, 2018).

Berdasarkan uraian latar belakang, penulis tertarik untuk menganalisis model *Autoregressive Intergrated Moving Average* Box-Jenkins penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis model ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Box-Jenkins pada penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Prediksi ini dilakukan untuk memberikan kemudahan dalam memperkirakan kejadian yang akan datang. Hasilnya dapat dijadikan sebagai informasi awal untuk melakukan hal-hal tertentu yang dapat menurunkan jumlah penderita diabetes di kemudin hari oleh pihak-pihak terkait.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditentukan rumusan masalah yaitu bagaimana analisis model ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Box-Jenkins pada penderita diabetes di RSI Gondanglegi.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisis model ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Box-Jenkins pada penderita diabetes di RSI Gondanglegi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang berhubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Dapat menambah ilmu pengetahuan tentang perhitungan dalam melakukan analisis model ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Box-Jenkins pada penderita diabetes di RSI Gondanglegi.

2. Bagi Instansi

Sebagai Informasi untuk penyembuhan penyakit diabetes di masa yang akan datang.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data jumlah penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi 2011-2021.
2. Data yang digunakan berupa data statistik dalam periode bulanan.
3. Akurasi peramalan menggunakan MAPE.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Peramalan (*Forecast*)

Peramalan adalah suatu upaya untuk memprediksi kondisi di masa depan dengan menguji kondisi di masa lalu. Inti dari peramalan adalah perkiraan peristiwa-peristiwa di masa yang akan datang berdasarkan pola-pola di masa yang lalu, dan penggunaan kebijakan terhadap prakiraan-prakiraan dengan pola-pola di masa yang lalu. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data menemukannya di masa yang akan datang dalam suatu bentuk model sistem. Peramalan adalah seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa depan. Konsep peramalan adalah bagian awal dari suatu proses pengambilan keputusan. Sebelum membuat peramalan perlu diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya masalah dalam pengambilan keputusan itu (Lestari, dkk, 2019).

Peramalan merupakan prosedur ekstrapolasi yang digunakan untuk menghasilkan peramalan yang praktis dan efisien dibandingkan dengan prosedur ilmiah lain dalam menguji hipotesis. Secara umum, biasanya terdapat tiga jenis metode peramalan, *pertama* adalah metode peramalan berdasarkan metode regresi, *kedua* adalah metode peramalan berdasarkan metode deterministik yang berhubungan dengan data *time series*, dan *ketiga* adalah metode peramalan Box-Jenkins. Prosedur *Forecast* menggabungkan tiga model dasar untuk data *time series*, yaitu:

1. Model kecenderungan waktu jangka panjang, perubahan deterministik.
2. Model *autoregressive* untuk fluktuasi jangka pendek.
3. *Seasonal model* untuk fluktuasi musiman.

Terdapat dua metode dasar untuk model peramalan data *time series*, yaitu model pendekatan data *time series* dengan fluktuasi jangka pendek yang menggunakan model *autoregressive* dan pendekatan kecenderungan waktu yang dirancang untuk menangkap perilaku jangka panjang dengan menyesuaikan persamaan sebagai fungsi waktu. Fungsi *trend* yang dapat digunakan adalah *polynomial* atau *exponensial*. Jika data memiliki suatu pola musiman, *trend* peramalan dapat juga dapat disesuaikan untuk musiman. Metode yang baik otomatis menggabungkan kedua metode ini dan memiliki cukup fleksibilitas dalam beberapa model perilaku yang berbeda antar waktu (Sitepu & Sinaga, 2019).

## 2.2 Deret Waktu

Data deret waktu (*time series*) adalah jenis data yang dikumpulkan secara urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Jika waktu dianggap bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan sebagai kontinu), frekuensi yang dikumpulkan selalu sama. Dalam kasus diskrit, frekuensi dapat berupa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan atau tahun. Deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala atau perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Sebagai contoh yaitu data yang dikumpulkan berkaitan dengan satuan waktu yaitu jam, hari, minggu, bulan, tahun dan semester serta data yang telah diamati sepanjang waktu. Pola pergerakan data dapat dipahami dengan adanya data *time series*. Pola data deret waktu digunakan untuk menganalisis data masa lalu yang akan digunakan untuk memprediksi suatu nilai atau peristiwa pada masa yang akan datang (Supriadi, 2020). Data deret waktu adalah data dari satu unit atau sekelompok unit yang diamati dalam beberapa periode berturut-turut. Data deret waktu berubah dari waktu ke waktu, yaitu variasi menurut periode (tahun, bulan,

pekan, hari, jam, menit, detik). Salah satu karakteristik penting deret waktu adalah karakteristiknya yang unik (Nazamuddin, 2020).

Pada dasarnya, tujuan dari analisis deret waktu adalah untuk memahami atau memodelkan mekanisme mekanisme acak, kemudian berguna untuk memprediksi atau memperkirakan variabel endogen. Nilai-nilai prediksi atau ekspektasi masa depan dari suatu deret waktu berdasarkan pada perilaku (*behavior*) historis data dan faktor-faktor yang memengaruhi atau berkaitan dengannya. Dalam segi ekspektasi terdapat dua jenis yaitu ekspektasi adaptif dan ekspektasi rasional. Data deret waktu (*time series*) merupakan data yang diperoleh dari pengamatan berdasarkan waktu. Data semacam itu biasanya dikumpulkan secara berurutan dari waktu ke waktu. Dalam hal ini dapat mencakup detik, menit, jam, akhir pekan, bulan, triwulan, tahun, dan lain-lain. Waktu observasi juga lebih singkat, misalnya 10 detik sekali, bisa juga lebih lama lagi seperti puluhan tahun, berabad-abad, dan seterusnya (Nazamuddin, 2020).

Munculnya suatu nilai yang bersifat acak (*random*), yakni kemunculannya bersifat independen atau bebas. Misalnya, Kita tidak dapat menentukan tingkat inflasi untuk bulan depan, karena angka berapa pun yang muncul bisa berapa saja. Hal ini terjadi karena inflasi dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain faktor-faktor alami, kebijakan pemerintah, perilaku konsumen, perubahan internasional, dan sebagainya. Oleh karena itu, kita mencoba menghubungkan faktor-faktor tersebut dengan inflasi. Ini disebut pemodelan (*modelling*). Sebuah model tentu adalah sebuah metode yang digunakan untuk memprediksi dan karena itu terlibat didalamnya hipotesis. Sebuah model yang baik adalah model jarang melibatkan asumsi dan asumsi-asumsi yang realistik. Semakin kurang realistik hipotesis yang

dibuat, maka semakin lemah kemampuan model untuk memprediksi nilai masa depannya (Nazamuddin, 2020).

### 2.3 Stasioner

Metode deret waktu adalah pilihan yang lebih efisien dan lebih mudah untuk menghasilkan peramalan yang akurat. Ada beberapa poin-poin berikut yang perlu diperhatikan ketika mengolah data deret waktu, yaitu: (Wardhono, dkk, 2019)

1. Berdasarkan pada asumsi stasioneritas.
2. Jika asumsi stasioner tidak terpenuhi, maka akan menyebabkan timbulnya masalah autokorelasi.
3. Regresi dengan nilai  $R^2$  tinggi besar dari 0,9 menunjukkan bahwa hubungan tersebut tidak signifikan atau *spurious regression* (regresi palsu).
4. Adanya fenomena *random walk*.
5. Regresi dengan data *time series* seringkali digunakan untuk peramalan.
6. Pengujian untuk stasioneritas dilakukan sebelum uji kausalitas.

Dalam analisis *time series*, stasioneritas data menjadi masalah terutama terkait dengan permasalahan regresi lancung atau regresi palsu. *Unit root test* merupakan salah satu alat untuk menguji stasioneritas data. Jika suatu variabel terdiri dari akar satuan, tidak stasioner dan digabungkan dengan variabel lain yang tidak stasioner pula maka kedua deret tersebut akan membentuk hubungan kointegrasi dalam stasioneritas. Tujuan pengujian stasioneritas pada suatu variabel adalah untuk melihat apakah terdapat kombinasi linier berkointegrasi yang membentuk hubungan stabil atau stasioneritas (Wardhono, dkk, 2019).

Stasioneritas berkaitan dengan konsistensi pergerakan data deret waktu. Jika nilai rata-rata dan varian tetap konstan dari waktu ke waktu data tersebut stasioner dan diikuti nilai varian antara dua periode hanya bergantung pada jarak. Data yang stasioner akan bergerak terus dan berkumpul di sekitar nilai rata-rata dengan deviasi yang kecil dan tidak ada pergerakan tren positif atau negatif. Data tidak stasioner menghasilkan regresi palsu (*spurious regression*). Uji kointegrasi merupakan uji awal untuk menghindari regresi palsu. Kointegrasi adalah hubungan jangka panjang antara variabel yang tidak stasioner dan menghasilkan kombinasi linier sehingga menciptakan kondisi yang stasioner atau mencapai keadaan keseimbangan dalam jangka panjang. *Error Correction Model* (ECM) adalah model dinamis yang digunakan untuk mengoreksi persamaan regresi variabel yang tidak stasioner agar kembali ke kondisi keseimbangan dalam waktu yang lama dengan syarat dalam kondisi hubungan kointegrasi antar variabel (Wardhono, dkk, 2019).

Ciri-ciri stasioner dalam deret waktu adalah rata-rata (*mean*) dan varian setiap periode selalu konstan. Data deret waktu tanpa tren disebut stasioner. Di sisi lain, data deret waktu dengan tren disebut non-stasioner. Indikasi data deret waktu yang tidak stasioner ditunjukkan dengan koefisien autokorelasi yang turun mendekati nol setelah lag 2 atau lag 3. Untuk data deret waktu yang tidak stasioner, harus menghilangkan tren terlebih dahulu, misalnya menggunakan metode *differencing*. Metode *differencing* atau metode Box-Jenkins dapat digunakan untuk menghilangkan tren dari data deret waktu yang tidak stasioner (Rangkuti, 2005).

Stasioner dibagi menjadi dua yaitu: (Munawaroh, 2010)

### 1. Stasioner dalam Ragam (*Varian*)

Data dikatakan stasioner pada ragam jika fluktuasi data tidak begitu besar dari waktu ke waktu. Untuk mencoba memperbaiki data yang tidak stasioner pada ragam dapat melakukan transformasi Box-Cox, menggunakan transformasi berikut :

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} \quad (2.1)$$

dimana  $\lambda$  adalah sebuah parameter transformasi. Beberapa nilai  $\lambda$  dan bentuk transformasi yang berhubungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Nilai	-1	-0,5	0	0,5	1
Bentuk Transformasi	$\frac{1}{Z_t}$	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$	$\ln Z_t$	$\sqrt{Z_t}$	$Z_t$

dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa jika  $\lambda = 1$  data tidak perlu ditransformasi (Munawaroh, 2010).

### 2. Stasioner pada Rata-Rata (*Mean*)

Data dikatakan stasioner pada rata-rata jika dalam grafik autokorelasi, 95% data masuk ke dalam interval  $\pm 1,96 \left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$ . Jika data tidak stasioner pada rata-rata, dapat diubah menjadi deret stasioner dengan diferensiasi, yaitu selisihnya digunakan untuk menggantikan deret aslinya. Banyaknya diferensiasi yang dilakukan untuk mencapai stasioner dilambangkan dengan  $d$ .

Bentuk pertama dari diferensiasi pertama ( $d=1$ ) adalah sebagai berikut :

$$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.2)$$

Sedangkan bentuk diferensiasi kedua ( $d=2$ ) adalah sebagai berikut :

$$\nabla^2 Z_t = \nabla Z_t - \nabla Z_{t-1} \quad (2.3)$$

dengan :

$Z_t$  : Pengamatan dalam periode waktu ke- $t$

$Z_{t-1}$  : Pengamatan dalam periode waktu ke- $(t-1)$

$\nabla Z_t$  : Data hasil diferensiasi pertama dalam periode waktu ke- $t$

$\nabla^2 Z_t$  : Data hasil diferensiasi kedua dalam periode waktu ke- $t$

$\nabla Z_{t-1}$  : Data hasil diferensiasi kedua dalam periode waktu ke- $(t-1)$ .

Proses diferensiasi dapat dilakukan hingga data hasil diferensiasi menunjukkan kondisi stasioner pada rata-rata dan autokorelasi menurun secara eksponensial (Munawaroh, 2010).

## 2.4 Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

### 1. Fungsi Autokorelasi

Fungsi autokorelasi adalah hubungan linier antara variabel waktu sekarang dan waktu lampau (lag). Analisis deret waktu menggunakan autokorelasi sebagai cara untuk menentukan pengaruh waktu terhadap pengamatan, artinya pengamatan dari periode saat ini dipengaruhi oleh pengamatan dari periode sebelumnya (masa lalu). Autokorelasi adalah sifat yang harus dipertimbangkan dalam analisis untuk mempertahankan informasi yang terkandung dalam data deret waktu. Autokorelasi lag- $k$  diperkirakan dengan menggunakan autokorelasi sampel yang dirumuskan sebagai berikut :

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}, \quad \text{untuk } k = 1, 2 \quad (2.4)$$

dimana :

$r_k$  : Autokorelasi sampel pada lag ke- $k$

$Y_t$  : Pengamatan pada waktu ke- $t$

$Y_{t-k}$  : Pengamatan pada lag- $k$  (waktu ke- $t-k$ ).

Bagian pembilang terdapat penjumlahan dari perkalian antara deviasi pengamatan ke- $t$  dan deviasi pada pengamatan lag- $k$ , penambahan ini dilakukan sebanyak  $n-k$ . sedangkan pada bagian penyebut adalah perhitungan varians sampel dimana penjumlahan kuadrat deviasi antara pengamatan ke- $t$  ke rata-rata dilakukan sebanyak  $n$  kali (Handoyo & Prasajo, 2017).

## 2. Fungsi Autokorelasi Parsial

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) adalah korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t-k}$  setelah menghilangkan pengaruh  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k+1}$ . Koefisien autokorelasi parsial biasanya dinyatakan sebagai  $\phi_{kk}$ .

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(Y_t, Y_{t-k} | Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k+1})$$

$\phi_{kk}$  adalah koefisien korelasi antara dua variabel acak  $Y_t$  dan  $Y_{t-k}$  dengan syarat  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k+1}$ . Metode yang umum digunakan untuk menghitung autokorelasi parsial adalah dengan persamaan Yule-Walker (Handoyo & Prasajo, 2017) :

$$\rho_1 = \phi_{k1} + \phi_{k2}\rho_1 + \phi_{k3}\rho_2 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-1}$$

$$\rho_2 = \phi_{k1}\rho_1 + \phi_{k2} + \phi_{k3}\rho_1 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-2}$$

.

.

.

$$\rho_k = \phi_{k1}\rho_{k-1} + \phi_{k2}\rho_{k-2} + \phi_{k3}\rho_{k-3} + \dots + \phi_{kk}$$

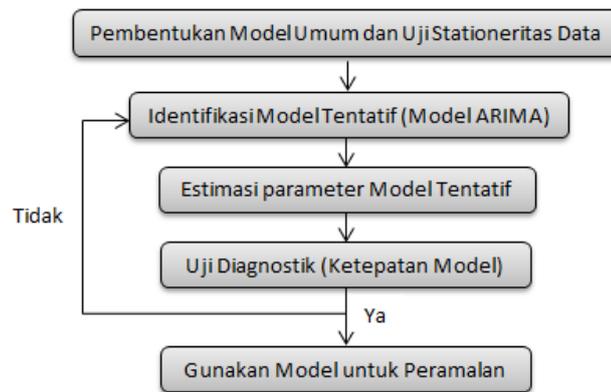
## 2.5 Metode Peramalan Box-Jenkins

Metode peramalan Box-Jenkins merupakan salah satu metode peramalan yang cukup baik yang sering digunakan pada data deret waktu. Metode ini dapat menghasilkan akurasi prediksi berdasarkan pola data historis. Model dikenal dengan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang dipelopori oleh G.E.P. Box dan G.M Jenkins yang dikelompokkan menjadi model linier yang dapat menggambarkan data deret waktu dengan stasioner dan nonstasioner. Saat menghasilkan nilai prediksi, model ARIMA tidak melibatkan variabel *independent (explanatory variables)*, tetapi hanya menggunakan informasi dalam urutan itu sendiri untuk menghasilkan nilai prediksi. Hal ini sangat berbeda dengan model regresi, dimana model regresi perlu memprediksi nilai-nilai variabel bebas (*independent variables*) (Sitepu & Sinaga, 2019).

ARIMA memiliki keakuratan yang sangat baik dalam jangka pendek, namun pada peramalan jangka panjang akurasinya kurang baik, karena biasanya cenderung mendatar atau konstan dalam waktu yang cukup lama. Metode peramalan Box-Jenkins (*Box-Jenkins Methodology*) tidak membuat asumsi tertentu pada pola urutan data historis untuk menghasilkan peramalan atau tidak mengasumsikan bentuk pola urutan data tertentu. Dengan kata lain, model ARIMA sangat cocok untuk meramalkan rangkaian data yang mempunyai pola yang kurang jelas. Metodologi *Box-Jenkins* biasanya mengacu pada serangkaian prosedur yang bertujuan untuk mengidentifikasi urutan (*identifying*), menemukan model yang sesuai (*fitting*), memeriksa (*checking*) dan melakukan peramalan (*forecast*) dengan data deret waktu. Peramalan langsung akan dibuat sesuai bentuk model (Sitepu & Sinaga, 2019).

## 2.6 Model ARIMA Box-Jenkins

Model Box-Jenkins adalah teknik peramalan model *time series* yang hanya didasarkan pada perilaku peramalan variabel masa lalu. Model ini disebut dengan ARIMA. Kegunaan peramalan untuk memprediksi masa depan berdasarkan data yang ada. Proses pemilihan model Box-Jenkins meliputi (Wardhono, dkk, 2019):



Gambar 2.1 Proses Pemilihan Model Box-Jenkins

Model Box-Jenkins terdiri dari beberapa model yaitu (Wardhono, dkk, 2019):

### 1. Model Autoregresif

Model *Autoregressive* (AR) menampilkan  $Y_t$  sebagai fungsi linier dari jumlah  $Y_t$  aktual sebelumnya, atau dinyatakan dengan rumus :

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.5)$$

dimana:

$Y_t$  = variabel dependen

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p}$  = variabel bebas ; *lag* dari variabel terikat

$b_0, b_1, b_p$  = koefisien regresi

$e_t$  = residual

$p$  = tingkat AR atau derajat autoregresif

Ada beberapa klasifikasi model AR. Pertama, model acak (*white noise series*), adalah model yang berisi data deret waktu  $Y_t$ , yang memuat elemen rata-rata hitung ( $\mu$ ) dan kesalahan acak ( $e_t$ ). Elemen-elemen tersebut tidak memiliki masalah autokorelasi. Dengan kata lain, pada model *random* memiliki autokorelasi sama dengan nol, artinya nilai data pada periode berikutnya tidak berhubungan dengan nilai data sebelumnya. Ini dirumuskan menjadi :

$$Y_t = \mu + e_t \quad (2.6)$$

Model di atas disebut ARIMA (0,0,0) karena tidak ada bagian AR ( $Y_t$  tidak tergantung dari  $Y_{t-1}$ ), tidak ada diferensiasi dan tidak ada bagian MA ( $Y_t$  tidak tergantung dari  $e_{t-1}$ ). Kedua, model autoregresif tingkat  $p$ , artinya bahwa model tersebut mengandung autokorelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t-p}$ . Contoh, rumus model autoregresif tingkat satu adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \mu + Y_{t-1} + e_t \quad (2.7)$$

Persamaan di atas sering disebut ARIMA (1,0,0), atau sering disingkat AR (1).

## 2. Model Rata-Rata Bergerak

Model *Moving Average* (MA), berdasarkan kombinasi kesalahan linear masa lalu (*lag*) untuk meramalkan nilai  $Y_t$ , atau dirumuskan :

$$Y_t = w_0 + w_1 e_{t-1} + w_2 e_{t-2} + \dots + w_q e_{t-q} + e_t \quad (2.8)$$

dimana:

$Y_t$  = Variabel dependen

$e_{t-1}, e_{t-2}, e_{t-q}$  = Variabel bebas ; *lag* dari residual

$w_0, w_1, w_q$  = Bobot

$e_t$  = Residual

$q$  = Tingkat MA atau derajat rata-rata bergerak

Persamaan ini sama dengan persamaan Model autoregresif (AR), hanya saja variabel dependennya bergantung pada nilai residual periode sebelumnya, bukan pada variabel itu sendiri. Koefisien bobot negatif hanyalah kebiasaan, meski nilai bobot bisa positif maupun negatif. Jumlah dari  $w_1 + w_2 + \dots + w_q$  tidak harus sama dengan 1, dan nilai  $w_t$  tidak akan “bergerak” dengan bertambahnya jumlah pengamatan. Rata-rata  $\mu$  dari MA ( $q$ ) sama dengan konstanta ( $w_0$ ) pada model karena  $E(e_t) = 0$  untuk semua nilai  $t$ . Nilai “ $q$ ” dalam MA ( $q$ ) mewakili model MA. Misalnya Model MA (1) atau ARIMA (0,0,1) adalah :

$$Y_t = w_0 - w_1 e_{t-1} + e_t \quad (2.9)$$

### 3. Model *Autoregressive-Moving Average*

Perilaku data *time series* tidak hanya dapat dijelaskan dengan benar melalui model AR dan model MA, tetapi juga dijelaskan dengan menggabungkan antara model AR dan model MA. Model gabungan ini disebut *Autoregressive-Moving Average* (ARMA). Dengan asumsi bahwa variabel dependen  $Y_t$  dipengaruhi oleh kelambanan (*lag*) pertama  $Y_t$  dan residual kelambanan (*lag*) tingkat pertama, model ini disebut model ARMA (1,1). Model ARMA (1,1) dapat diekspresikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + w_1 e_{t-1} + e_t \quad (2.10)$$

Secara umum model ARMA ( $p, q$ ) merupakan gabungan dari persamaan autoregresif (AR) dan rata-rata bergerak (MA), dan dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} + w_0 e_t + w_1 e_{t-1} + w_2 e_{t-2} + \dots + w_q e_{t-q} + e_t \quad (2.11)$$

#### 4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average*

Model AR, MA, dan ARMA mengharuskan data *time series* yang diamati mempunyai sifat stasioner. Jika data *time series* memenuhi dua syarat, yaitu data *time series* memiliki rata-rata, varians yang konstan, maka data deret waktu tersebut dikatakan stasioner. Jika data *time series* yang digunakan tidak stasioner dalam level, maka data tersebut dapat menjadi stasioner melalui proses diferensiasi. Model dengan data yang stasioner melalui proses *differencing* disebut model ARIMA. Jika data stasioner pada proses *differencing*  $d$  kali dan ARMA ( $p, q$ ) diterapkan dalam proses ini, maka modelnya ARIMA ( $p, d, q$ ) dimana  $p$  adalah tingkat AR atau derajat autoregresif,  $d$  tingkat pemrosesan membuat data stasioner atau derajat diferensiasi, dan  $q$  adalah tingkat MA atau derajat rata-rata bergerak. ARIMA ( $p, d, q$ ) adalah kombinasi dari nilai variabel dependen masa lalu dengan residual masa lalu dan memberikan model yang lebih baik yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh model AR atau MA saja (Wardhono, dkk, 2019).

Nilai konstanta  $p$  dan  $q$  biasanya diperoleh dari estimasi nilai ACF dan PACF. Adapun nilai  $d$ , umumnya diperoleh dengan trial error pada nilai  $p$  dan  $q$  yang telah diperoleh. Secara umum persamaan ARIMA ( $p, d, q$ ) adalah sebagai berikut: (Prasinta, 2015)

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (2.12)$$

dimana:

AR ( $p$ ) adalah  $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$

MA ( $q$ ) adalah  $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$

*Differencing* order  $d$  adalah  $(1 - B)^d$

Nilai Residual pada saat  $t$  adalah  $\alpha_t$ .

## 2.7 Prosedur Metode Box-Jenkins

Model ARIMA menjadi populer sejak Box dan Jenkins mengembangkan metode peramalan ekonomi dan perdagangan pada pertengahan tahun 1970-an. Di Indonesia model tersebut mulai mendapatkan popularitas pada pertengahan tahun 1990-an, seiring dengan kemajuan teknologi komputer. ARIMA adalah singkatan dari *Autoregressive Integrated Moving Average*. Model ini bersifat univariat. Prosedur Box-Jenkins terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

### 1. Identifikasi

Tiga hal diidentifikasi pada tahap ini, yaitu mendefinisikan model data; apakah ada atau tidak adanya faktor musiman. Kedua, periksa kestasioneran data. Ketiga, mengidentifikasi terhadap pola atau perilaku ACF dan PACF.

### 2. Estimasi Model

Pada tahap estimasi, estimasi awal dari parameter-parameter model peramalan dihitung terlebih dahulu. Kemudian melalui proses iterasi dengan menggunakan program komputer untuk mendapatkan nilai estimasi akhir. Ada beberapa rumus untuk menghitung estimasi awal, biasanya 0,1 digunakan sebagai koefisien estimasi untuk setiap parameter.

### 3. Evaluasi Model

Setelah mendapatkan persamaan untuk model peramalan, dilakukan pengujian diagnostik untuk memeriksa kedekatan model dan data. Pengecekan ini dilakukan dengan memeriksa residual  $(Y_t - \hat{Y}_t)$  dan memeriksa signifikansi dan hubungan antar parameter. Jika ada hasil uji yang tidak dapat diterima atau persyaratan tidak terpenuhi, maka model harus diperbaiki dan langkah sebelumnya diulang.

### 4. Peramalan

Model ARIMA dibangun berdasarkan dua batasan berikut:

- a) Peramalan bersifat linier untuk observasi yang diamati.
- b) Seleksi model didasarkan pada prinsip parsimoni. Artinya model yang dipilih adalah model dengan parameter yang paling efisien (jumlah sesedikit mungkin) (Firdaus, 2020).

## 2.8 Uji *White Noise*

Uji *white noise* dilakukan untuk mengetahui apakah model yang didapatkan layak dalam pemilihan model terbaik. Hasil residual uji ketepatan model data harus memenuhi asumsi residual *white noise*. Untuk mengetahui residual *white noise* yaitu dengan menghitung hasil dari ACF dan PACF yang signifikan. Uji *white noise* terhadap residual yang saling independent dapat dilakukan menggunakan uji Ljung-Box. Adapun hipotesis untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^t \frac{\hat{p}_k^2}{(n - k)} \quad (2.13)$$

keterangan:

$Q$  = Uji Ljung-Box

$\hat{\rho}_k$  = Nilai Autokorelasi lag  $k$

$k$  = Lag waktu

$n$  = Jumlah banyaknya parameter

$i$  = Maximum lag

Hipotesis:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$  (Berarti memenuhi residual *white noise*)

$H_1: \rho_k \neq 0, k = 1, 2, 3, \dots, m$  (Berarti tidak memenuhi residual *white noise*)

Apabila taraf signifikan menggunakan  $\alpha = 5\%$ , maka kriteria yang diputuskan adalah nilai  $p - value > \alpha$  artinya memenuhi proses *white noise* (Wei, 2006).

## 2.9 Pemilihan Model Terbaik

Model peramalan yang cocok dapat dilakukan dengan memprediksi nilai kesalahan (*error*). Jika hasil tingkat kesalahan semakin kecil, maka model yang didapatkan semakin mendekati kebenaran. Pemilihan model terbaik menggunakan metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah ukuran standar yang biasa digunakan untuk mengukur ketepatan suatu metode peramalan. MAPE digunakan untuk melihat seberapa jauh (dalam %) hasil ramalan menyimpang dari data sebenarnya. Semakin kecil MAPE yang dihasilkan oleh metode peramalan maka akan semakin baik metode peramalan tersebut. Metode ini diukur dengan menggunakan rumus (Syamsir, 2008):

$$PE_t = \left( \frac{e_t}{Y_t} \right) \times 100\% \quad 2.14$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t}{n} \quad 2.15$$

keterangan:

*Absolute Error* = Nilai mutlak dari error

*Actual Price* = Nilai sebenarnya

Berdasarkan rumus tersebut, nilai MAPE akan selalu bernilai positif. Terdapat analisa tentang nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Nilai MAPE

Range MAPE	Arti Nilai
< 10%	Model peramalan sangat baik
10 – 20%	Model peramalan baik
20 – 50%	Model peramalan cukup baik
> 50%	Model peramalan buruk

Dari tabel tersebut dapat diketahui rentang nilai yang menunjukkan arti dari nilai persentase error pada MAPE, dimana nilai MAPE masih dapat digunakan jika tidak melebihi 50%, jika nilai MAPE lebih besar dari 50% maka model peramalan tersebut tidak dapat digunakan (Wahyuddin, 2022).

## 2.10 Diabetes

Kata “Diabetes” pertama kali digunakan oleh Artaeus dari Cappadocia pada abad ke-2, dan berarti *siphon* (air yang keluar secara terus menerus atau kencing dalam jumlah besar melalui tubuh manusia) dalam bahasa Yunani. Pada abad ke-5 M, seorang dokter bernama Susruta di India melaporkan bahwa air seni seorang penderita diabetes berlumuran semut. Thomas Willis, Seorang dokter di Inggris (dokter pribadi Raja Charles II), menemukan rasa manis dengan mencicipi urin pasien. Satu abad kemudian, dokter Liverpool Mathew Dobson melaporkan

bahwa rasa manis dalam urin dan darah adalah gula. Pada tahun 1809, John Rollo menambahkan kata “Mellitus” pada penyakit ini untuk pertama kalinya, yang berarti madu atau manis dalam bahasa Yunani dan Latin (Hans, 2017).

Diabetes mellitus adalah gangguan metabolisme kronis yang disebabkan oleh berbagai faktor, ditandai dengan tingginya kadar gula darah yang disebabkan oleh gangguan fungsi insulin. Diabetes adalah penyakit kronis kompleks yang membutuhkan perawatan medis berkelanjutan dengan strategi pengurangan resiko multi faktor di luar kendali gula darah. Diabetes mellitus adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kelainan kerja insulin atau keduanya. Secara umum, Diabetes mellitus adalah serangkaian gejala yang disebabkan oleh banyak faktor (Marasabessy, dkk, 2020).

#### 1. Tipe atau Macam Diabetes

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengenalkan tiga bentuk diabetes mellitus, yaitu :

##### a. Diabetes Mellitus Tipe 1

Diabetes mellitus tipe 1, sebelumnya dikenal sebagai *insulin dependent diabetes mellitus* (IDDM) diabetes yang bergantung pada insulin, ditandai dengan hilangnya sel beta penghasil insulin di pulau Langerhans pada pankreas yang mengakibatkan kekurangan insulin dalam tubuh. Karena faktor genetik, anak-anak dan remaja dapat menderita diabetes jenis ini. Pasien diabetes mellitus tipe 1 hanya sekitar 10% dari semua pasien diabetes mellitus.

### b. Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes mellitus tipe 2, sebelumnya dikenal sebagai *non insulin dependent diabetes mellitus* (NIDDM) adalah jenis diabetes yang tidak bergantung pada insulin, hal ini disebabkan oleh kombinasi cacat produksi insulin dan resistensi insulin atau penurunan sensitivitas terhadap insulin (efek jaringan pada respons insulin) yang melibatkan reseptor insulin pada membran sel. Pada tahap awal kelainan, yang terpenting adalah penurunan sensitivitas terhadap insulin, yang ditandai dengan peningkatan kadar insulin dalam darah. Pada tahap ini hiperglikemia dapat diatasi, salah satunya adalah penggunaan obat anti diabetes yang dapat meningkatkan sensitivitas terhadap insulin atau menurunkan glukosa yang diproduksi oleh hati. Namun, seiring perkembangan penyakit, sekresi insulin menurun, sehingga terapi insulin terkadang diperlukan.

### c. Diabetes Gestasional

Diabetes mellitus gestasional *Gestational Diabetes Mellitus* (GDM) adalah diabetes yang terjadi selama kehamilan. Umumnya gejala ini akan hilang dengan sendirinya setelah melahirkan. Namun, diabetes gestasional dapat merusak kesehatan janin atau ibu. Diketahui bahwa sekitar 20-50% wanita-wanita dengan diabetes gestasional diketahui memiliki salah satu dari 2 jenis diabetes mellitus tipe 1 atau tipe 2.

## 2. Gejala Diabetes

Tiga gejala umum diabetes mellitus adalah *polyuria* (sering buang air kecil), *polydipsia* (sering merasa sangat haus), dan *polyphagia* (nafsu makan meningkat). Gejala awal berhubungan dengan efek langsung dari kadar gula

darah yang tinggi. Jika kadar gula darah mencapai di atas 160 – 180 mg/dl, glukosa akan mencapai urin. Jika kadarnya lebih tinggi, ginjal akan mengeluarkan air tambahan untuk mengencerkan sejumlah besar glukosa yang hilang. Penderita sering buang air kecil lebih banyak karena ginjal menghasilkan lebih banyak urin (poliuri). Setelah poliuri, pasien mengalami rasa haus yang berlebihan dan minum lebih banyak (polidipsi). Penderita kehilangan banyak kalori dalam urin sehingga menurunkan berat badan. Untuk mengatasi ini, penderita sering merasakan sangat lapar sehingga makan yang banyak (polifagi) (Suryo, 2009).

### 3. Faktor Risiko Diabetes

Seseorang yang mengidap diabetes mellitus akan memiliki penderitaan yang lebih jika lebih dari satu faktor risiko yang menyertainya. Para ahli mengklasifikasikan faktor risiko penyebab berkembangnya diabetes mellitus menjadi faktor yang dapat dikontrol dan faktor yang tidak dapat dikontrol. Faktor yang tidak dapat dikontrol termasuk faktor genetik. Seseorang memiliki risiko berat untuk terserang diabetes mellitus jika salah satu atau kedua orang tuanya sakit diabetes. Faktor usia juga merupakan penyebab yang tidak dapat dikendalikan. Orang yang berusia di atas 40 tahun lebih mudah untuk terserang diabetes mellitus tetapi tidak menutup kemungkinan orang yang berusia di bawah 40 tahun bebas dari diabetes mellitus.

Faktor-faktor yang dapat dikontrol adalah sebagai berikut :

#### a. Obesitas atau kelebihan berat badan

Obesitas menyebabkan adanya resistensi insulin.

b. Kurang berolahraga

Olahraga teratur dapat mengurangi resistensi insulin, sehingga meningkatkan penggunaan insulin dan menurunkan dosis pengobatannya. Sebuah penelitian menemukan bahwa peningkatan aktivitas fisik (sekitar 30 menit/hari) dapat mengurangi risiko diabetes. Olahraga juga bisa digunakan dalam upaya untuk membakar lemak tubuh sehingga orang obesitas bisa menurunkan berat badan.

c. Makan makanan yang kaya energi dan rendah serat

Asupan makanan terutama dari makanan yang berkalori tinggi atau tinggi karbohidrat hingga makanan rendah serat dapat mengganggu stimulasi sel-sel beta pankreas untuk memproduksi insulin.

d. Makan banyak asam lemak trans yang tinggi dan lemak dengan rasio lemak tak jenuh/lemak jenuh rendah. Makan lemak dalam tubuh harus hati-hati karena sangat mempengaruhi sensitivitas insulin. Dalam hal ini penderita diabetes harus menghindari makan lemak jenuh yang dapat memperburuk sensitivitas insulin.

e. Merokok dan minum terlalu banyak alkohol

Penderita diabetes harus membatasi asupan alkohol dan lebih baik dihindari untuk mengurangi tingkat komplikasi. Nikotin dalam rokok dapat mengganggu penyerapan glukosa terhadap sel, sehingga penderita diabetes yang merokok pun harus segera menghentikan kebiasaan buruk tersebut (Mahendra, dkk, 2008).

### 2.11 Kajian Integrasi Topik Dengan Al-Qur'an/Hadits

Dalam islam manusia dianjurkan menjaga kesehatan dimanapun dan kapanpun manusia berada. Karena dengan kebersihan akan mendatangkan kebaikan pada kesehatan manusia dan mencegah timbulnya berbagai penyakit. Sehingga badan akan kuat dan sehat agar bisa beribadah dan melakukan ketaatan. Manusia harus meniatkan membuat badan sehat supaya bisa melakukan ibadah, ketaatan dan kebaikan baik kepada manusia atau kepada Allah. Jangan menjadi manusia yang tidak menjaga bisa kesehatannya. Sebab, tidak bisa merawat apa yang Allah berikan.

Besarnya perhatian Islam terhadap kesehatan manusia. Allah sendiri yang memberikan perintah untuk menjaga kesehatan yaitu pada QS. Asy-Syu'ara ayat 80.

وَ إِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ

Artinya: “Dan apabila aku sakit, dialah yang menyembuhkan aku” (QS. Asy-Syu'ara: 80).

Ayat di atas menjelaskan bahwa ketika manusia sakit, Allahlah yang menyembuhkannya. Hanya Allah berhak menyembuhkan penyakit yang diderita manusia. Meskipun demikian, manusia harus mencari cara untuk mendapatkan perawatan sakit yang dialami. Imam Jamaluddin Al-Qosimi dalam tafsirnya menjelaskan ayat menggambarkan akhlak hamba Allah terhadap penciptanya. Karena penyakit terkadang adalah akibat dari perilaku manusia itu sendiri, seperti yang disebabkan oleh pelanggaran norma kesehatan atau pola hidup sehari-hari, tidak ada cara untuk menghindari serangan penyakit pada tubuh manusia. Di sisi lain, hanya Allah yang memiliki kekuatan untuk menyembuhkan penyakit pada Manusia. Jika manusia berfikiran hal tersebut ketika sedang merasakan sakit,

maka manusia akan benar-benar merasakan nikmat Allah setelah sembuh dari penyakitnya. Faktanya kebanyakan manusia sakit karena tidak mengindahkan pemberian Allah dan tidak menerapkan norma kesehatan yang baik dalam kehidupannya (Depag, 2015).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan dengan menggunakan metode kuantitatif. Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang hasilnya dapat langsung diterapkan untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Metode kuantitatif adalah metode penelitian induktif, objektif dan ilmiah dimana data yang diperoleh dievaluasi dalam bentuk angka atau pernyataan, dan dianalisis melalui analisis statistik. Oleh karena itu, peneliti menerapkan model ARIMA Box-Jenkins untuk menganalisis penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi dengan menggunakan data berupa angka.

#### **3.2 Data dan Sumber Data**

Berikut merupakan data dari tahun 2011 hingga tahun 2020 yang diperoleh dari Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Data ini merupakan jumlah penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Jumlah keseluruhan data adalah 132 data dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2020. Data dibagi menjadi *in sample* dan *out sample*. Data *in sample* yang disertakan adalah 108 data dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2019. Untuk data *out sample* adalah 12 data dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2020 yang digunakan untuk menguji hasil kesalahan (*error*) peramalan yang telah dibuat. Di bawah ini data jumlah penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi.

Tabel 3.1 Data RSI Gondanglegi Diabetes Tahun 2011 – 2015

Tahun	Bulan	Data	Tahun	Bulan	Data
2011	Januari	449	2017	Januari	517
	Februari	363		Februari	478
	Maret	373		Maret	416
	April	400		April	401
	Mei	420		Mei	465
	Juni	390		Juni	449
	Juli	386		Juli	509
	Agustus	479		Agustus	460
	September	403		September	358
	Oktober	439		Oktober	372
	November	422		November	314
	Desember	388		Desember	387
2012	Januari	540	2018	Januari	696
	Februari	486		Februari	652
	Maret	481		Maret	572
	April	437		April	600
	Mei	499		Mei	465
	Juni	419		Juni	496
	Juli	427		Juli	595
	Agustus	406		Agustus	408
	September	381		September	355
	Oktober	408		Oktober	434
	November	347		November	363
	Desember	427		Desember	448
2013	Januari	487	2019	Januari	379
	Februari	438		Februari	494
	Maret	504		Maret	582
	April	499		April	768
	Mei	439		Mei	598
	Juni	570		Juni	639
	Juli	947		Juli	451
	Agustus	483		Agustus	447
	September	473		September	347
	Oktober	516		Oktober	384
	November	309		November	308
	Desember	501		Desember	238
2014	Januari	381	2020	Januari	421
	Februari	434		Februari	431
	Maret	482		Maret	452
	April	419		April	481
	Mei	457		Mei	523
	Juni	507		Juni	560
	Juli	471		Juli	614
	Agustus	372		Agustus	600
	September	443		September	655

	Oktober	381		Oktober	715
	November	274		November	772
	Desember	263		Desember	742
2015	Januari	361	2021	Januari	406
	Februari	371		Februari	429
	Maret	405		Maret	732
	April	356		April	763
	Mei	392		Mei	714
	Juni	357		Juni	663
	Juli	382		Juli	588
	Agustus	500		Agustus	538
	September	550		September	620
	Oktober	396		Oktober	744
	November	412		November	622
	Desember	474		Desember	800
2016	Januari	431			
	Februari	441			
	Maret	524			
	April	461			
	Mei	435			
	Juni	414			
	Juli	351			
	Agustus	408			
	September	371			
	Oktober	453			
	November	367			
	Desember	319			

Sumber yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data penderita diabetes berasal dari Rekam medis Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Data yang digunakan peneliti berisi data detail jumlah penderita diabetes periode sebelumnya (yaitu periode Januari 2011 sampai periode Desember 2020).

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Islam Gondanglegi yang berada di Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang. Apapun alasan dipilihnya lokasi penelitian di Rumah Sakit Islam Gondanglegi sebagai lokasi penelitian yaitu karena di Rumah Sakit ini belum pernah diadakan penelitian yang serupa.

### 3.4 Tahapan Analisis Data

Langkah-langkah teknik analisis data adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan data *time series* penderita diabetes setiap bulan selama 11 tahun dengan menggunakan statistika deskriptif.
2. Membagi data *time series* menjadi 2, yaitu:
  - a) Data *in sample* yaitu data yang digunakan untuk mencari model terbaik menggunakan data dari Januari 2011 hingga Desember 2019.
  - b) Data *out sample* yaitu data yang digunakan untuk menguji hasil kesalahan (*error*) peramalan dari bulan Januari 2020 – Desember 2020.
3. Membuat plot *time series*.
4. Melakukan uji stasioneritas, jika data tidak stasioner terhadap varians maka dilakukan transformasi data sedangkan jika data tidak stasioner terhadap rata-rata maka dilakukan *differencing*.
5. Jika data dinyatakan stasioner, maka dicari nilai dan plot ACF dan PACF.
6. Melakukan estimasi parameter dari beberapa model yang diperoleh dari proses sebelumnya.
7. Menguji kecocokan model. Jika model yang di uji tidak sesuai, model baru akan digunakan untuk mengidentifikasi kembali agar mendapatkan hasil terbaik.
8. Memilih model terbaik. Setelah mendapatkan model yang sesuai, perlu menggunakan MAPE untuk menghitung kesalahan (*error*).
9. Menghitung ramalan menggunakan model yang telah dihasilkan.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil analisis untuk melakukan prediksi yang akan datang dan pembahasan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Box-Jenkins* terbaik untuk meramalkan jumlah penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil ramalan terbaik.

#### 4.1 Deskriptif Data Diabetes

Jumlah penderita Diabetes terus meningkat di Indonesia. Peningkatan jumlah penderita Diabetes disebabkan oleh berbagai faktor seperti ekonomi, lingkungan, genetik, dan lain-lain. Tabel 4.1 merupakan hasil data Deskriptif Statistik Penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi periode Januari 2011 sampai Desember 2020. (Lampiran 2)

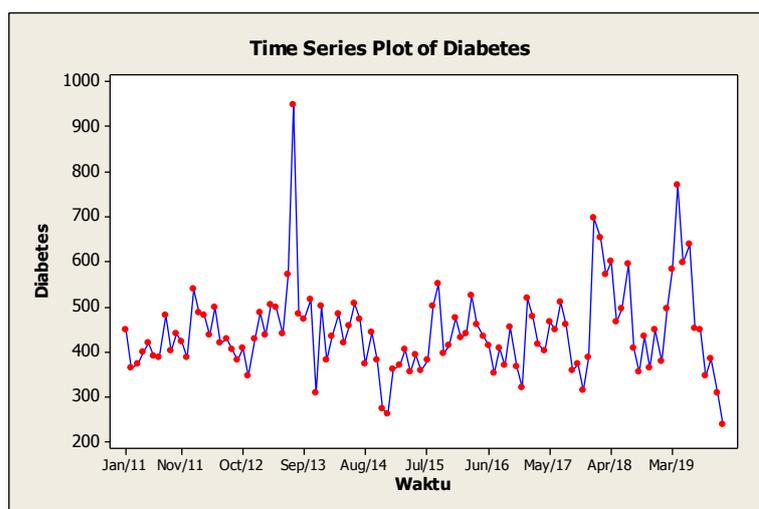
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data Diabetes

Variabel	N	Mean	Min	Maks	Sum
Diabetes	132	474	238	947	54962

Tabel 4.1 di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata jumlah penderita Diabetes dalam 132 bulan terakhir (Januari 2011 sampai Desember 2021) adalah 474 pasien. Hal ini artinya RSI Gondanglegi menerima rata-rata 485 pasien penderita Diabetes setiap bulan. Jumlah pasien minimal dalam setiap bulan selama kurun waktu sepuluh tahun adalah 238 pasien yaitu yang terjadi pada bulan Desember tahun 2019 dan jumlah pasien maksimal mencapai 947 pasien yaitu pada bulan Juli tahun 2013.

Data yang digunakan dari tahun 2011 hingga 2020 ini dibagi menjadi data *in sample* dan *out sample*. Data Januari 2011 sampai Desember 2019 digunakan sebagai data *in sample* untuk membentuk model. Data Januari 2020 hingga Desember 2020 digunakan sebagai data *out sample* untuk memverifikasi hasil dari model terbaik.

Dalam 10 tahun ini, jumlah pasien diabetes di RSI Gondanglegi sebanyak 54962 pasien. Langkah pertama dalam menganalisis data deret waktu adalah dengan membuat plot data secara grafis pada tabel 4.1, laporan data bulanan penderita diabetes bulan Januari 2011 – Desember 2019 dapat digambarkan *plot time series*nya sebagai berikut :

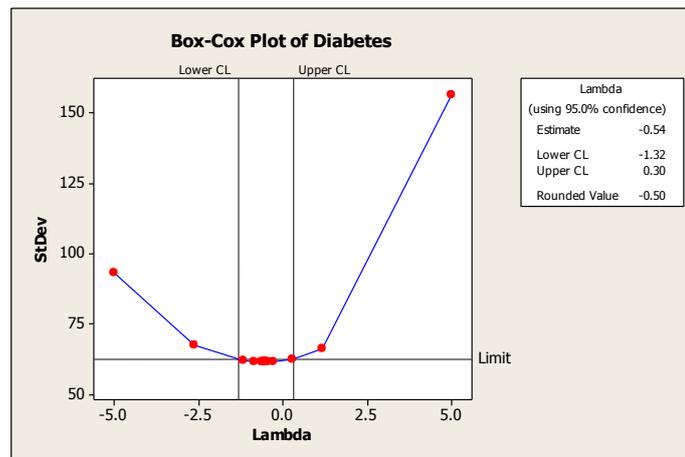


Gambar 4.1 Plot *Time Series* Data Diabetes Bulan Jan 2011 – Des 2019

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa data Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi didapatkan masih adanya fluktuasi data yang tidak konstan dari waktu ke waktu. Plot data penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi stasioner atau tidak dalam hal varians dan mean. Selanjutnya, untuk uji stasioneritas menggunakan plot Box-Cox, ACF, dan PACF.

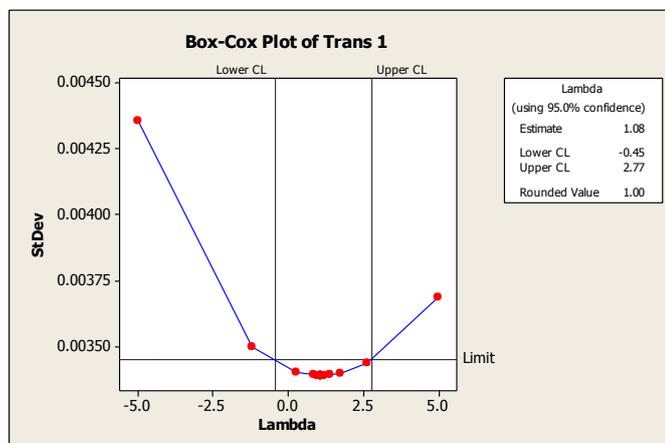
## 4.2 Uji Stasioneritas

Plot Box-Cox perlu dilakukan dalam melakukan proses stasioner terhadap varians. Jika data tersebut memiliki nilai *rounded value* atau  $\lambda$  sama dengan 1, maka data tersebut dikatakan stasioner dalam varians. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan plot Box-Cox sebelum ditransformasi.



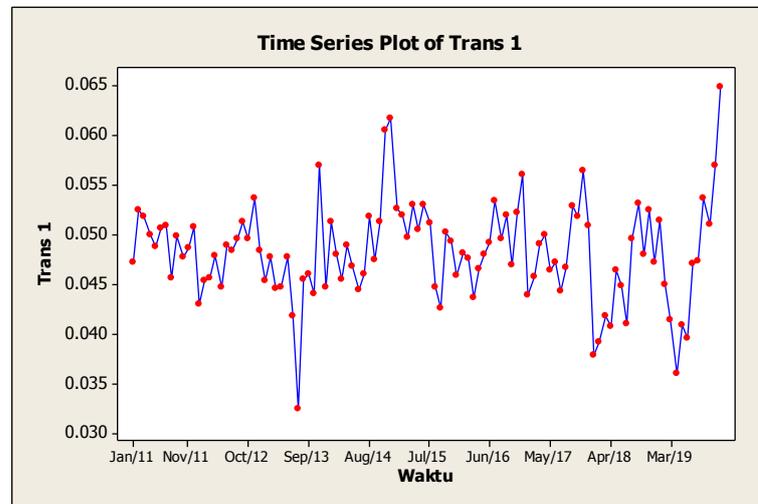
Gambar 4.2 Plot Box-Cox Data Diabetes

Gambar 4.2 menunjukkan nilai  $\lambda = -0,50$ , menunjukkan bahwa data yang digunakan tidak stasioner terhadap varians, sehingga diperlukan transformasi *Box-Cox* untuk membuat nilai  $\lambda = 1$ , transformasi yang dilakukan dengan  $Y_t = 1/\sqrt{Z_t}$ .



Gambar 4.3 Plot Box-Cox Data Transformasi

Gambar 4.3 menunjukkan  $\lambda$  adalah 1 setelah melakukan transformasi sekali, menunjukkan bahwa data tersebut telah stasioner terhadap varians.



Gambar 4.4 Plot Time Series Data Transformasi

Menurut Gambar 4.4 data penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi yang ditransformasi membentuk pola trend yang konstan. Langkah selanjutnya adalah untuk memeriksa stasioneritas dalam mean. Untuk melihat apakah data stasioner dalam mean dapat melihat dari nilai ADF (*Augmented Dickey-Fuller*) dengan sumsi sebagai berikut:

$H_0$ : Data tidak stasioner

$H_1$  : Data stasioner

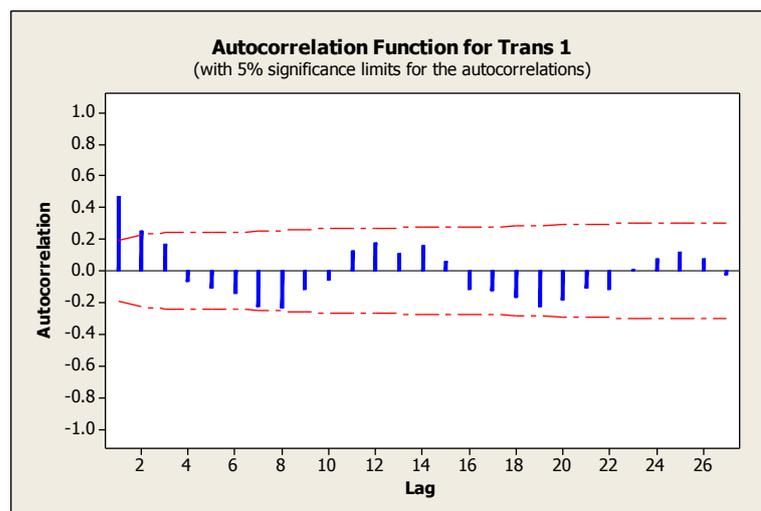
Taraf signifikan  $\alpha = 0,05$

Kriteria uji: Jika nilai p-value  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

Tabel 4.2 Uji *Augmented Dickey-Fuller*

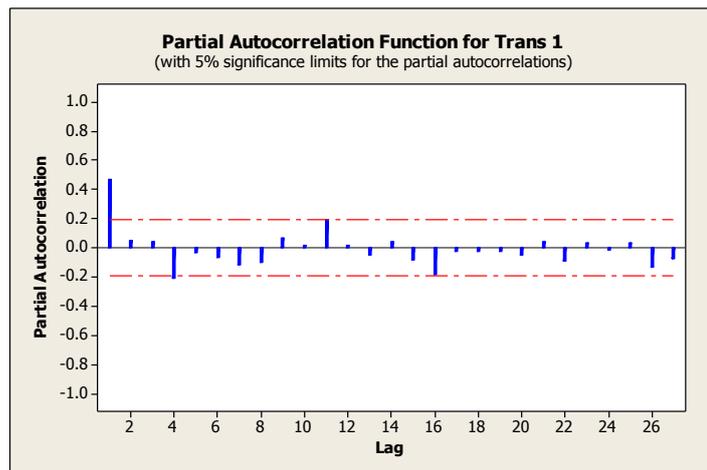
	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
<i>Augmented Dickey-Fuller test statistic</i>	-7,1519	0,0000
<i>Test critical values:</i>		
1% level	-3,4764	
5% level	-2,881	
10% level	-2,5775	

Berdasarkan output Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai  $Prob = 0,0000$  lebih kecil dari 0,05. Jadi dapat disimpulkan bahwa menolak  $H_0$  yang berarti data tidak terdapat *unit root test*. Jika data tidak terdapat *unit root test* maka dikatakan data tersebut sebagai data yang telah stasioner terhadap mean, berikut merupakan gambar dari grafik plot ACF yang ditunjukkan pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Plot ACF Data Diabetes

Gambar 4.5 merupakan hasil plot ACF dari data jumlah penderita Diabetes. Dengan melihat *plot* data tersebut, data sudah terlihat stasioner terhadap mean. Hal tersebut dapat terlihat dari fluktuasi data yang bergerak di sekitar garis horizontal. Setelah data bersifat stasioner maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah plot PACF dari data yang telah stasioner seperti yang terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot PACF Data Diabetes

Terlihat pada gambar 4.6 bahwa Plot PACF terdapat lag yang keluar batas atau *cut off* pada lag 1. Setelah melakukan uji stasioner terhadap varian dan mean, lalu dilakukan uji parameter terhadap data yang dilakukan.

### 4.3 Identifikasi Model

Identifikasi model merupakan tahap mengestimasi orde parameter model yang terbentuk menurut plot ACF dan plot PACF dalam data yang stasioner terhadap variansi dan mean. Sehingga hasilnya akan digunakan untuk memodelkan ARIMA pada data yang diuji. Berikut adalah ACF data Diabetes yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3 (Lampiran 4).

Tabel 4.3 ACF Data Diabetes

Lag	ACF	T	$T_{tabel}$
1	0,465	4,84	
2	0,253	2,20	
3	0,167	1,39	
4	-0,064	-0,53	
5	-0,110	-0,90	$t_{0,025;107}$
6	-0,141	-1,14	=
7	-0,223	-1,79	1,982
8	-0,231	-1,80	
9	-0,117	-0,88	
10	-0,058	-0,44	

Tabel 4.3 menerangkan bahwa dari nilai ACF diketahui jika pada lag ke-1 dan lag ke-2 nilai  $t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$ , sehingga nilai *moving average* (2).

Tabel 4.4 PACF Data Diabetes

Lag	PACF	T	$T_{\text{tabel}}$
1	0,465	4,84	
2	0,046	0,48	
3	0,042	0,44	
4	-0,221	-2,20	
5	-0,030	-0,32	$t_{0,025;107}$
6	-0,064	-0,67	=
7	-0,115	-1,20	1,982
8	-0,098	-1,02	
9	0,067	0,70	
10	0,018	0,19	

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari nilai PACF (selengkapnya pada Lampiran 5) diketahui hanya pada lag ke-1 nilai  $t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$ , sehingga nilai *autoregressive* adalah 1. Nilai  $p = 1$  maka kombinasi maksimum untuk  $p$  adalah 1. Selanjutnya memilih model ARIMA melalui kombinasi nilai  $p$  dan nilai  $q$ . Adapun model ARIMA sementara yaitu ARIMA (1, 0, 2), sehingga menghasilkan 2 model yaitu (1, 0, 1) dan (1, 0, 2).

#### 4.4 Estimasi dan Pengujian Parameter

Uji parameter dilakukan untuk mencari model yang terbaik untuk digunakan agar mendapatkan hasil dengan nilai kesalahannya terkecil. Diantara 2 model manakah yang parameternya signifikan semua. Selanjutnya, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui parameter model ARIMA sudah signifikan atau belum signifikan. Parameter diuji dengan hipotesis sebagai berikut:

1. Uji Signifikansi Parameter *autoregressive* pada Model ARIMA yaitu:

$H_0: \phi = 0$  (parameter tidak signifikan)

$H_1: \phi \neq 0$  (parameter signifikan)

Taraf signifikan  $\alpha = 0,05$

Statisti uji:  $t_{hitung} = \frac{\widehat{\phi}_j}{SE(\widehat{\phi}_j)}$

Daerah kritis: Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$  maka tolak  $H_0$ .

2. Uji Signifikansi Parameter *moving average* pada Model ARIMA yaitu:

$H_0: \theta = 0$  (parameter tidak signifikan)

$H_1: \theta \neq 0$  (parameter signifikan)

Taraf signifikan  $\alpha = 0,05$

Statisti uji:  $t_{hitung} = \frac{\widehat{\theta}_j}{SE(\widehat{\theta}_j)}$

Daerah kritis: Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$  maka tolak  $H_0$ .

Berikut ini adalah pengecekan uji hasil signifikansi parameter model ARIMA (1, 0, 1) dan model ARIMA (1, 0, 2) melalui  $t_{hitung}$  ataupun  $p - value$ .

Tabel 4.5 Pengujian Hasil Signifikansi Model ARIMA (1, 0, 1)

Parameter	Coef	SE Coef	T	$p$ -value	$T_{tabel}$
AR 1	0,563	0,177	3,17	0,002	$t_{0,025;107} = 1,982$
MA 1	0,122	0,210	0,58	0,561	

Pada Tabel 4.5 dapat diketahui hasil uji signifikansi parameter model *autoregressive* pada AR (1) menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi telah signifikan karena memiliki nilai  $p$ -value lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik dapat diketahui bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka didapatkan keputusan hipotesis menolak  $H_0$ , sehingga dapat diketahui parameter  $\phi_1$  pada model AR (1) adalah signifikan.

Hasil uji signifikansi parameter model *moving average* pada MA (1) menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi tidak signifikan karena nilai *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik dapat diketahui bahwa nilai  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka didapatkan keputusan hipotesis menerima  $H_0$ , sehingga dapat diketahui parameter  $\theta_1$  pada model MA (1) adalah tidak signifikan. Dapat disimpulkan bahwa Model ARIMA (1, 0, 1) tidak signifikan karena terdapat salah satu parameter tidak memenuhi  $p - value < \alpha$  ataupun  $t_{hitung} > t_{tabel}$ .

Tabel 4.6 Pengujian Hasil Signifikansi Model ARIMA (1, 0, 2)

Parameter	Coef	SE Coef	T	<i>p-value</i>	$T_{tabel}$
AR 1	0,942	0,106	8,86	0,000	
MA 1	0,528	0,141	3,73	0,000	$t_{0,025;107} = 1,982$
MA 2	0,437	0,094	4,63	0,000	

Pada tabel 4.6 dapat diketahui hasil uji signifikansi parameter model *autoregressive* pada AR (1) menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi telah signifikan karena memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik dapat diketahui bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka didapatkan keputusan hipotesis menolak  $H_0$ , sehingga dapat diketahui bahwa parameter  $\phi_1$  pada model AR (1) adalah signifikan.

Hasil uji signifikansi parameter model *moving average* pada MA (1) menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi telah signifikan karena memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik dapat diketahui bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka didapatkan keputusan hipotesis menolak  $H_0$ , sehingga dapat diketahui parameter  $\theta_1$  pada model MA (1) adalah signifikan.

Hasil uji signifikansi parameter model *moving average* pada MA (2) menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi telah signifikan karena memiliki nilai *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik dapat diketahui bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka didapatkan keputusan hipotesis menolak  $H_0$ , sehingga dapat diketahui parameter  $\theta_2$  pada model ARIMA (1, 0, 2) adalah signifikan. Dapat disimpulkan bahwa Model MA (2) telah signifikan karena semua parameter memenuhi  $p - value < \alpha$  ataupun  $t_{hitung} > t_{tabel}$ . Diketahui model ARIMA (1, 0, 2) semua parameter yang dihasilkan signifikan. Sedangkan pada model ARIMA (1, 0, 1) terdapat salah satu parameternya tidak signifikan. Model sementara yang terbaik memerlukan analisis lebih lanjut.

#### 4.5 Uji White Noise

Pengujian yang digunakan untuk menentukan apakah data telah memenuhi *white noise* atau belum adalah menggunakan *Ljung-Box*. Pengujian ini dilakukan untuk mengecek kembali model ARIMA (1, 0, 2) supaya memadai untuk dijadikan model peramalan. Pengujian asumsi residual *white noise* menggunakan *Ljung-Box* dengan asumsi sebagai berikut :

$H_0$ : Residual *white noise*

$H_1$ : Residual tidak *white noise*

Taraf signifikan  $\alpha = 0,05$

Daerah Kritis : Jika  $p - value > \alpha$  atau  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

Tabel 4.7 Pengujian *Ljung-Box* Model ARIMA (1, 0, 2)

Lag	12	24	36	48
<i>Chi - square</i>	15,4	30,7	36,9	46,6
DF	9	21	33	45
<i>p - value</i>	0,063	0,105	0,337	0,442

$$\frac{\chi^2_{tabel}}{\quad} \quad 16,91 \quad 32,67 \quad 47,40 \quad 61,65$$

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa uji *Ljung-Box* adalah *white noise* karena memiliki nilai  $p$  – *valuenya* lebih besar dari tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Secara uji statistik untuk masing-masing lag nilai *Chi – square*  $< \chi^2_{tabel}$  maka didapatkan keputusan menolak  $H_0$ . Hal ini artinya model ARIMA (1, 0, 2) telah mamenuhi asumsi residual *white noise*.

#### 4.6 Kesalahan (*Error*)

Proses selanjutnya adalah menghitung nilai error yang dihasilkan oleh proses prediksi tersebut. Untuk kesalahan ini dihitung menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Dalam melakukan MAPE dihitung menggunakan data dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2020. Berikut ini adalah Tabel hasil MAPE untuk Model ARIMA (1, 0, 2)

Tabel 4.8 Menghitung Kesalahan Menggunakan MAPE

Periode	Data Asli	Data Regresi	Error	$ PE_t $
109	421	373,6	47,3	11,2%
110	431	437,6	-6,6	-1,53%
111	452	437,9	14,0	3,10%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
120	742	440,3	301,6	40,6%
Jumlah	6966	5203,7	1762,2	269,6%

Untuk mendapatkan hasil yang ditampilkan dalam tabel tersebut dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

Nilai Error yang dihitung = data asli – data peramalan

$$Error_{109} = 421 - 373,6 = 47,3$$

$$Error_{110} = 431 - 437,6 = -6,6$$

$$Error_{111} = 452 - 437,9 = 14,0$$

Untuk menghitung data ke-112 hingga ke-120 menggunakan metode yang sama seperti di atas.

Kemudian menghitung nilai  $|PE_t|$  menggunakan persamaan 2.14 berikut ini:

$$PE_t = \left(\frac{e_t}{Y_t}\right) \times 100\%$$

$$PE_{109} = \left(\frac{e_1}{Y_1}\right) \times 100\% = \left(\frac{47,3}{421}\right) \times 100\% = 11,2\%$$

$$PE_{110} = \left(\frac{e_2}{Y_2}\right) \times 100\% = \left(\frac{-6,6}{431}\right) \times 100\% = 1,53\%$$

$$PE_{111} = \left(\frac{e_3}{Y_3}\right) \times 100\% = \left(\frac{14,0}{452}\right) \times 100\% = 3,10\%$$

Untuk menghitung  $|PE_t|$  hingga data ke-120 dapat menggunakan cara seperti di atas.

Setelah nilai tersebut diperoleh kemudian akan dilakukan perhitungan untuk mencari hasil dari MAPE tersebut. Di bawah ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai MAPE dengan menggunakan jumlah data peramalan 12 periode dengan persamaan 2.15.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t}{n} = \frac{269,6\%}{12} = 22,47\%$$

Hasil dari MAPE 20% – 50% sehingga hasil peramalan cukup akurat.

#### 4.7 Peramalan

Dapat dilihat bahwa kriteria model terbaik yang berdasarkan pada nilai MAPE. Pada data penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi diperoleh model terbaiknya adalah ARIMA (1, 0, 2) karena memiliki nilai MAPE 20 – 50% sehingga hasil peramalan cukup akurat. Bentuk matematis model

ARIMA (1, 0, 2) dapat dituliskan berdasarkan persamaan (2.12) dengan  $p = 1, d = 0, q = 2$  sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)a_t$$

$$\phi_1(B)(1 - B)^0 Y_t = \theta_2(B)a_t$$

$$(-\phi_1 B)y_t = (\theta_1 B - \theta_2 B^2)a_t$$

$$y_t - \phi_1 y_{t-1} = -\theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

Kemudian, substitusi koefisien ARIMA dengan tabel 4.6 pada persamaan di atas:

$$y_t = 0,942y_{t-1} - 0,528a_{t-1} - 0,437a_{t-2} + a_t$$

Karena transformasi telah dilakukan satu kali, dimana  $Y_t$  merupakan transformasi sehingga persamaan model ARIMA (1, 0, 2) adalah:

$$y_t = 0,942y_{t-1} - 0,528a_{t-1} - 0,437a_{t-2} + a_t$$

$$= \frac{0,942z_t}{\sqrt{z_t}} - 0,528(y_{t-1} - y_{t-2}) - 0,437(y_{t-2} - y_{t-3}) + (y_t - y_{t-1})$$

$$= \frac{0,942z_t}{\sqrt{z_t}} - 0,528y_{t-1} - 0,528y_{t-2} - 0,437y_{t-2} - 0,437y_{t-3} + y_t - y_{t-1}$$

$$= \frac{0,942}{\sqrt{z_t}} - \frac{0,528}{\sqrt{z_{t-1}}} - \frac{0,091}{\sqrt{z_{t-2}}} - \frac{0,437}{\sqrt{z_{t-3}}} + y_t - y_{t-1}$$

$$\frac{1}{\sqrt{z_t}} = \frac{1,942}{\sqrt{z_t}} - \frac{1,528}{\sqrt{z_{t-1}}} - \frac{0,091}{\sqrt{z_{t-2}}} - \frac{0,437}{\sqrt{z_{t-3}}}$$

$$z_t = \left( \frac{1,942}{\sqrt{z_t}} - \frac{1,528}{\sqrt{z_{t-1}}} - \frac{0,091}{\sqrt{z_{t-2}}} - \frac{0,437}{\sqrt{z_{t-3}}} \right)^{-1} + a_t$$

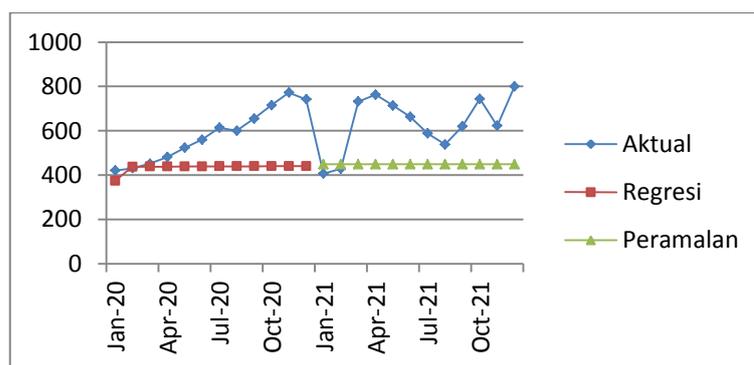
Setelah mendapatkan model ARIMA (1, 0, 2) dapat dilihat melalui hasil peramalan menggunakan jumlah penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi

dari bulan Januari 2021 hingga Desember 2021. Berikut hasil peramalan selama 12 periode.

Tabel 4.9 Peramalan ARIMA (1, 0, 2) Januari - Desember 2021

Periode	Peramalan
Januari	448,5
Februari	448,5
Maret	448,5
April	448,6
Mei	448,7
Juni	448,7
Juli	448,8
Agustus	448,8
September	448,9
Oktober	448,9
November	449,1
Desember	449,1

Tabel 4.9 hasil peramalan di atas adalah hasil ramalan untuk 2021 sebanyak 12 periode menggunakan model ARIMA (1, 0, 2). Hasil ramalan yaitu cenderung konstan selama 10 bulan sebanyak 448 penderita diabetes. Sedangkan 2 bulan berikutnya sebanyak 449 penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi. Berikut ini adalah plot data penderita diabetes dan hasil peramalannya.



Gambar 4.7 Plot Data Aktual, Data Regresi dan Data Peramalan 2011-2021

Berdasarkan Gambar 4.7 pada bulan Januari 2021 hingga Oktober 2021, jumlah penderita diabetes diprediksi sebesar 488 pasien. Sedangkan data aktual

penderita diabetes yang telah ditetapkan oleh Rumah Sakit Islam Gondanglegi pada Januari 2020 sebesar 406 pasien dan 429 pasien pada bulan Februari. Dalam hal ini selisih prediksi penderita diabetes dan aktual penderita diabetes mengalami penurunan. Sedangkan data aktual penderita diabetes pada bulan Maret 732 pasien, bulan April 763 pasien, bulan Mei 714 pasien, bulan Juni 663 pasien, bulan Juli 588 pasien, bulan Agustus 538 pasien, bulan September 620 pasien, bulan Oktober 744 pasien. Hal ini selisih dengan data prediksi penderita diabetes mengalami kenaikan.

Pada bulan November dan Desember, hasil peramalan menunjukkan jumlah penderita diabetes mengalami peningkatan menjadi 449 pasien. Hal ini berarti data peramalan mengalami penurunan dari data aktual yaitu sebesar 622 pasien pada bulan November, dan 800 pasien pada bulan Desember. Penyebab diabetes adalah gaya hidup tidak sehat. Dengan kondisi seperti ini mengharuskan penderita diabetes untuk menyesuaikan pola makannya dengan meningkatkan asupan protein dalam buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, serta makanan rendah kalori dan rendah lemak. Pilihan makanan bagi penderita diabetes harus benar-benar diperhatikan. Jika perlu, penderita diabetes juga bisa mengganti asupan gula dengan pemanis yang lebih aman bagi penderita diabetes. Jika manusia memiliki tingkat kesadaran untuk hidup sehat yang lebih tinggi, maka akan sangat membantu mengurangi jumlah penderita diabetes.

#### **4.8 Kajian Integrasi dengan Hasil Penelitian**

Rasulullah dan para sahabatnya tidak pernah makan sampai keadaan kenyang sekali. Beliau makan bukanlah untuk kenyang melainkan hanya sebagai stamina agar tetap kuat melakukan aktivitas sehari-hari. Jika Rasulullah diberikan

makanan maka beliau akan memakan sedikit saja. Sehingga makan tidak membuat tubuh manusia berat. Namun kuat untuk beraktivitas.

Rasulullah juga pernah bersabda yang diriwayatkan oleh Tirmidzi, yang artinya:

*“Manusia tidak memenuhi wadah yang buruk melebihi perut, cukup bagi manusia beberapa suapan yang menegakkan punggungnya, bila tidak bisa maka sepertiga untuk makanannya, sepertiga untuk minumannya, dan sepertiga untuk nafasnya”* (HR. Tirmidzi).

Banyaknya makanan dan minuman siap saji dengan kalori dan gula yang tinggi menyebabkan munculnya penyakit. Tentunya manusia yang sangat minim bergerak karena dimanjakan oleh teknologi juga mendukung berbagai penyakit muncul dengan mudah. Sering berobat dari penderitaan sakit disebabkan penyakit yang kadang-kadang timbul karena perut terlalu penuh. Untuk itu sangat penting memperbaiki adab makan, sebab apapun makanannya jika dimakan tanpa adab maka akan berimbas pada diri sendiri.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Pada bab ini dapat ditarik kesimpulan dan saran yang bisa diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis pada data penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi diperoleh model terbaik yang digunakan untuk meramalkan adalah model ARIMA (1, 0, 2). Dengan parameter AR (1) sebesar 0,942, parameter MA (1) sebesar 0,528, dan parameter MA (2) sebesar 0,437. Dari hasil persamaan tersebut dihasilkan ramalan penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi untuk periode yang akan datang selama 12 periode yaitu dari Januari 2021 – Desember 2021 dengan hasil yang cenderung konstan yaitu sebanyak 448 pasien pada bulan Januari 2021 sampai Oktober 2021 dan 449 pasien pada bulan November 2021 hingga Desember 2021. Dengan kesalahan (*error*) menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) pada hasil peramalan data penderita Diabetes sebesar 22,47%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data tersebut sesuai untuk digunakan Model ARIMA yang telah dipilih. Hasil peramalan yang diperoleh dari nilai MAPE tersebut akurat.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan peramalan penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi pada tahun 2022 yang telah dilakukan, peramalan pada penderita Diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi memiliki tingkat akurasi sebesar 22,47% yang merupakan kategori peramalan yang akurat untuk dilakukan. Untuk

penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan metode yang lain seperti ARIMA-Filter Kalman dengan mengambil derajat polinomial atau derajat kebebasan, dengan tujuan bisa mendapatkan nilai error yang lebih kecil dan hasil peramalan yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfiani, N., dkk. (2017). Hubungan Pengetahuan Diabetes Melitus dengan Gaya Hidup Pasien Diabetes Mellitus di Rumah Sakit Tingkat II dr. Soepraoen Malang. *Jurnal Ilmiah Keperawatan*, 392.
- Al-Zahrani, S., dkk. (2020). Forecasting Diabetes Patients Attendance at Al-Baha Hospitals Using Autoregressive Fractional Integrated Moving Average Models. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 183-194.
- Depag. (2015). *Al-Qur'an dan Terjemahan*. Bandung: CV Darus Sunnah.
- Fahrurrozi, & Hamdi, S. (2017). *Metode Pembelajaran Matematika*. Lombok: Universitas Hamzanwadi Press.
- Firdaus, M. (2020). *Aplikasi Ekonometrika dengan E-Views, Stata, dan R*. Bogor: IPB Press.
- Gyuk, P., dkk. (2019). Blood Glucosu Level Prediction for Dabetics Based on Nutrition and Insulin Admnistration Logs Using Personalized Mathematical Models. *Journal of Healthcare Engineering*, 12 halaman.
- Handoyo, S., & Prasajo, A. P. (2017). *Sistem Fuzzy Terapan Dengan Software R*. Malang: UB Press.
- Hans, T. (2017). *Segala Sesuatu Yang Harus Anda Ketahui Tentang DIABETES*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Irwansyah, & Kasim, I. S. (2021). Indentifikasi Keterkaitan Lifestyle Dengan Risiko Diabetes Melitus. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 63.
- Jeon, J. (2019). Predicting Glycaemia in Type 1 Diabetes Patients: Experiments in Feature Engineering and Data Imputation. *Journal of Healthcare Informatics Research*, 4(11).
- Lestari, S. I., dkk. (2019). *Peramalan Stok Spare Part Menggunakan Metode Least Square*. Medan: Sefa Bumi Persada.
- Mahendra, B., dkk. (2008). *Care Your Self Diabetes Mellitus*. Depok: Penebar Plus.
- Marasabessy, N. B., dkk. (2020). *Pencegahan Penyakit Diabetes Mellitus Tipe 2*. Pekalongan: NEM.

- Montoya, D. H., dkk. (2019). A life-course approach to early-onset of diabetes mellitus: Probable contribution of collective violence in Mexico. *Advances in Life Course Research*, 30-42.
- Munawaroh, S. (2010). *Analisis Model ARIMA Box-Jenkins Pada Data Fluktuasi Harga Emas*. Malang: Skripsi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Nizamuddin. (2020). *Memahami Makroekonomi Melalui Data dan Fakta*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Nichols, J., dkk. (2020). Impact of a Comprehensive Guideline Dissemination Strategy on Diabetes Diagnostic Test Rates: an Interrupted Time Series. *J Gen Intern Med*, 2662-2667.
- Obi, C. V., & Okoli, C. N. (2021). Comparative Performance of the ARIMA, ARIMAX and SES Model for Estimating Reported Cases of Diabetes Mellitus in Anambra State, Nigeria. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 63-68.
- Prasetya, H., & Lukiasuti, F. (2009). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Media Pressindo.
- Prasinta, L. D. (2015). *Peramalan Nilai Ekspor Karet Indonesia Menggunakan Metode Time Series*. Surabaya: SKRIPSI Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Prendin, F., dkk. (2021). Forecasting of Glucose Levels and Hypoglycemic Events: Head-to-Head Comparison of Linear and Nonlinear Data-Driven Algorithms Based on Continuous Glucose Monitoring Data Only. *Sensors*, 21(5):1647.
- Ramadanti, L., dkk. (2020). *Prediksi Kejadian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Menggunakan ARIMA Model di Kota Kendari*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Rangkuti, F. (2005). *Great Sales Forecast For Marketing*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Singye, T., & Unhapipat, S. (2018). Time series analysis of diabetes patients: A case study of Jigme Dorji Wangchuk National Referral Hospital in Bhutan. *Journal of Physics: Conference Series*, 1039(1).
- Sitepu, R. K.-K., & Sinaga, B. M. (2019). *Aplikasi Model Ekonometrika*. Bogor: PT. Penerbit IPB Press.

- Supriadi, I. (2020). *Metode Riset Akuntansi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Suryo, J. (2009). *Rahasia herbal Penyembuh Diabetes*. Yogyakarta: B First.
- Syamsir, H. (2008). *Solusi Investasi di Bursa Saham Indonesia*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Wahyuddin. (2022). *Teknik Peramalan Pada Teknologi Informasi*. Padang: Global Eksklusif Teknologi.
- Wang, Y., dkk. (2018). Comparison of ARIMA and GM(1,1) models for prediction of hepatitis B in China. *PLoS ONE*, 13(9).
- Wardhono, A., dkk. (2019). *Analisis Data Time Series dalam Model Makroekonomi*. Jember: CV. Pustaka Abadi.
- Wei, W. (2006). *Time Series Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. Inc, Canada: Addison Wesley Publishing Company.
- Wijayakusuma, H. (2008). *Bebas Diabetes Ala Hembing*. Jakarta: Puspa Swara.
- Winarto, E., & Zaki, A. (2014). *Belajar Statistika dari Nol dengan SPSS*. Jakarta: Alex Media Komputindo.
- Yang, J. d. (2018). An ARIMA Model with Adaptive Orders for Predicting Blood Glucose Concentrations and Hypoglycemia. *Journal of Biomedical and Health Informatics*, 1251-1260.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Asli, data transformasi, dan hasil peramalan penderita diabetes di Rumah Sakit Islam Gondanglegi

Tahun	Bulan	Data Penderita Diabetes		
		Aktual	Transformasi	Ramalan
2011	Januari	449	0.047	
	Februari	363	0.052	
	Maret	373	0.052	
	April	400	0.050	
	Mei	420	0.049	
	Juni	390	0.051	
	Juli	386	0.051	
	Agustus	479	0.046	
	September	403	0.050	
	Oktober	439	0.048	
	November	422	0.049	
	Desember	388	0.051	
2012	Januari	540	0.043	
	Februari	486	0.045	
	Maret	481	0.046	
	April	437	0.048	
	Mei	499	0.045	
	Juni	419	0.049	
	Juli	427	0.048	
	Agustus	406	0.050	
	September	381	0.051	
	Oktober	408	0.050	
	November	347	0.054	
	Desember	427	0.048	
2013	Januari	487	0.045	
	Februari	438	0.048	
	Maret	504	0.045	
	April	499	0.045	
	Mei	439	0.048	
	Juni	570	0.042	
	Juli	947	0.032	
	Agustus	483	0.046	
	September	473	0.046	
	Oktober	516	0.044	
	November	309	0.057	
	Desember	501	0.045	
2014	Januari	381	0.051	
	Februari	434	0.048	

	Maret	482	0.046	
	April	419	0.049	
	Mei	457	0.047	
	Juni	507	0.044	
	Juli	471	0.046	
	Agustus	372	0.052	
	September	443	0.048	
	Oktober	381	0.051	
	November	274	0.060	
	Desember	263	0.062	
2015	Januari	361	0.053	
	Februari	371	0.052	
	Maret	405	0.050	
	April	356	0.053	
	Mei	392	0.051	
	Juni	357	0.053	
	Juli	382	0.051	
	Agustus	500	0.045	
	September	550	0.043	
	Oktober	396	0.050	
	November	412	0.049	
	Desember	474	0.046	
2016	Januari	431	0.048	
	Februari	441	0.048	
	Maret	524	0.044	
	April	461	0.047	
	Mei	435	0.048	
	Juni	414	0.049	
	Juli	351	0.053	
	Agustus	408	0.050	
	September	371	0.052	
	Oktober	453	0.047	
	November	367	0.052	
	Desember	319	0.056	
2017	Januari	517	0.044	
	Februari	478	0.046	
	Maret	416	0.049	
	April	401	0.050	
	Mei	465	0.046	
	Juni	449	0.047	
	Juli	509	0.044	
	Agustus	460	0.047	
	September	358	0.053	
	Oktober	372	0.052	
	November	314	0.056	
	Desember	387	0.051	

2018	Januari	696	0.038	
	Februari	652	0.039	
	Maret	572	0.042	
	April	600	0.041	
	Mei	465	0.046	
	Juni	496	0.045	
	Juli	595	0.041	
	Agustus	408	0.050	
	September	355	0.053	
	Oktober	434	0.048	
	November	363	0.052	
	Desember	448	0.047	
2019	Januari	379	0.051	
	Februari	494	0.045	
	Maret	582	0.041	
	April	768	0.036	
	Mei	598	0.041	
	Juni	639	0.040	
	Juli	451	0.047	
	Agustus	447	0.047	
	September	347	0.054	
	Oktober	384	0.051	
	November	308	0.057	
	Desember	238	0.065	
2020	Januari	421		373.6
	Februari	431		437.6
	Maret	452		438.0
	April	481		438.3
	Mei	523		438.6
	Juni	560		438.9
	Juli	614		439.2
	Agustus	600		439.4
	September	655		439.7
	Oktober	715		439.9
	November	772		440.1
	Desember	742		440.4
2021	Januari	406		440.5
	Februari	429		440.7
	Maret	732		440.9
	April	763		441.1
	Mei	714		441.2
	Juni	663		441.4
	Juli	588		441.5
	Agustus	538		441.6
	September	620		441.7
	Oktober	744		441.9

	November	622		442.0
	Desember	800		442.1

### Lampiran 2. Hasil Statistik Deskriptif Data Diabetes

<i>Statistik Deskriptif</i>	
Mean	474.1
Standard Error	10.6
Median	445.0
Mode	381.0
Standard Deviation	121.6
Sample Variance	14775.4
Kurtosis	1.6
Skewness	1.2
Range	709.0
Minimum	238.0
Maximum	947.0
Sum	62581.0
Count	132.0

### Lampiran 3. Hasil Uji Augmented Dickey-Fuller test statistic

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	-7.151976	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.476472	
5% level	-2.881685	
10% level	-2.577591	

### Lampiran 4. Nilai ACF Data Diabetes

#### Autocorrelation Function: Diabetes

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.446913	4.64	22.18
2	0.237201	2.08	28.48
3	0.163124	1.38	31.49
4	-0.077383	-0.64	32.18
5	-0.097762	-0.81	33.28
6	-0.108808	-0.89	34.66
7	-0.212337	-1.73	39.96
8	-0.195312	-1.55	44.49
9	-0.079749	-0.62	45.26
10	-0.056963	-0.44	45.65
11	0.113070	0.87	47.22
12	0.160556	1.23	50.41

13	0.093801	0.71	51.51
14	0.191745	1.45	56.15
15	0.089729	0.66	57.18
16	-0.081060	-0.60	58.03
17	-0.093790	-0.69	59.18
18	-0.133903	-0.98	61.54
19	-0.233843	-1.69	68.84
20	-0.173728	-1.23	72.92
21	-0.104234	-0.73	74.40

### Lampiran 5. Nilai PACF Data Diabetes

#### Partial Autocorrelation Function: Diabetes

Lag	PACF	T
1	0.446913	4.64
2	0.046822	0.49
3	0.051538	0.54
4	-0.220255	-2.29
5	-0.006567	-0.07
6	-0.043768	-0.45
7	-0.131568	-1.37
8	-0.069954	-0.73
9	0.074218	0.77
10	-0.002626	-0.03
11	0.156819	1.63
12	0.018684	0.19
13	-0.031194	-0.32
14	0.111121	1.15
15	-0.070378	-0.73
16	-0.148423	-1.54
17	-0.050759	-0.53
18	0.007658	0.08
19	-0.102538	-1.07

### Lampiran 6. Estimasi Parameter Model ARIMA

#### a. Output ARIMA (1, 0, 1)

##### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.5634	0.1778	3.17	0.002
MA	1	0.1226	0.2100	0.58	0.561
Constant		193.118	7.515	25.70	0.000
Mean		442.30	17.21		

#### b. Output ARIMA (1, 0, 2)

##### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.9425	0.1064	8.86	0.000
MA	1	0.5287	0.1419	3.73	0.000
MA	2	0.4374	0.0944	4.63	0.000

Constant	25.5024	0.6103	41.78	0.000
Mean	443.73	10.62		

## Lampiran 7. Uji White Noise Model ARIMA

### Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	15.4	30.7	36.9	46.6
DF	9	21	33	45
P-Value	0.063	0.105	0.337	0.442

## Lampiran 8. Hasil Peramalan

### a. Hasil Peramalan Pada Data Sebelumnya

#### Forecasts from period 108

Period	Forecast	95% Limits	
		Lower	Upper
109	373.602	195.795	551.410
110	437.618	245.189	630.048
111	437.970	245.356	630.584
112	438.301	245.523	631.079
113	438.613	245.690	631.537
114	438.908	245.855	631.960
115	439.185	246.018	632.352
116	439.446	246.177	632.716
117	439.693	246.333	633.052
118	439.925	246.485	633.365
119	440.144	246.633	633.655
120	440.350	246.776	633.925

### b. Hasil Peramalan yang Akan Datang

#### Forecasts from period 121

Period	Forecast	95% Limits	
		Lower	Upper
121	440.545	246.914	634.175
122	440.728	247.048	634.408
123	440.901	247.176	634.626
124	441.064	247.299	634.828
125	441.217	247.418	635.016
126	441.362	247.531	635.192
127	441.498	247.640	635.356
128	441.626	247.744	635.509
129	441.748	247.843	635.652
130	441.862	247.938	635.785
131	441.969	248.029	635.910
132	442.071	248.115	636.027

**Lampiran 9. Tabel Uji**

a. Tabel t

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02
100	0.67695	1.29007	1.66023	1.98397	2.36422
101	0.67693	1.28999	1.66008	1.98373	2.36384
102	0.67690	1.28991	1.65993	1.98350	2.36346
103	0.67688	1.28982	1.65978	1.98326	2.36310
104	0.67686	1.28974	1.65964	1.98304	2.36274
105	0.67683	1.28967	1.65950	1.98282	2.36239
106	0.67681	1.28959	1.65936	1.98260	2.36204
107	0.67679	1.28951	1.65922	1.98238	2.36170
108	0.67677	1.28944	1.65909	1.98217	2.36137
109	0.67675	1.28937	1.65895	1.98197	2.36105
110	0.67673	1.28930	1.65882	1.98177	2.36073

b. Tabel Chi-Square

v	$\alpha$ (alpha)			
	0,95	0,9	0,1	0,05
6	1,6354	2,2041	10,6446	12,5916
7	2,1673	2,8331	12,0170	14,0671
8	2,7326	3,4895	13,3616	15,5073
9	3,3251	4,1682	14,6837	16,9190
18	9,3905	10,8649	25,9894	28,8693
19	10,1170	11,6509	27,2036	30,1435
20	10,8508	12,4426	28,4120	31,4104
21	11,5913	13,2396	29,6151	32,6706
30	18,4927	20,5992	40,2560	43,7730
31	19,2806	21,4336	41,4217	44,9853
32	20,0719	22,2706	42,5847	46,1943
33	20,8665	23,1102	43,7452	47,3999
42	28,1440	30,7654	54,0902	58,1240
43	28,9647	31,6255	55,2302	59,3035
44	29,7875	32,4871	56,3685	60,4809
45	30,6123	33,3504	57,5053	61,6562

## RIWAYAT HIDUP



Uswatun Hasanah merupakan nama penulis lahir di Malang pada tanggal 15 September 1998. Beralamat di Jalan Sumber Baru Desa Ganjaran RT. 15 RW. 02 Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan Ayahanda Ma'shum dan Ibunda Musyrifah. Pendidikan pertama yang penulis tempuh yaitu RA di Raudlatul Ulum. Pada tahun 2005 melanjutkan pendidikan di MI Raudlatul Ulum Putri dan lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan di MTs Raudlatul Ulum Putri dan tamat pada tahun 2014. Pada tahun 2017 tamat dari MA Raudlatul Ulum Putri. Setelah tamat dari MA pada tahun 2017 penulis melanjutkan studi ke jenjang pendidikan strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menjadi mahasiswa penulis juga pernah menjadi Musyrifah di Ma'had Sunan Ampel Al-'Aly.



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax. (0341) 558933

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Uswatun Hasanah  
NIM : 17610001  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika  
Judul Skripsi : Analisis Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Box-Jenkins Pada Penderita Diabetes  
Pembimbing I : Dr. Sri Harini, M.Si  
Pembimbing II : Juhari, M.Si

NO	Tanggal	Hal	Tanda Tangan	
1	10 Maret 2021	Konsultasi BAB 1 dan BAB 2	1	2
2	14 April 2021	Revisi BAB 1	3	4
3	31 Mei 2021	Revisi BAB 2 dan BAB 3	5	6
4	06 Juli 2021	Konsultasi Kajian Agama	7	8
5	30 September 2021	ACC BAB 1, 2, 3 Pembimbing I	9	10
6	1 Oktober 2021	ACC BAB 1, 2, 3 Pembimbing II	11	12
7	23 November 2021	Revisi Proposal Skripsi	13	14
8	17 Maret 2022	Konsultasi BAB 4	15	
9	30 Maret 2022	Revisi BAB 4		
10	4 April 2022	Konsultasi BAB 5		
11	11 April 2022	ACC BAB 4 dan 5 Pembimbing I		
12	27 Mei 2022	ACC BAB 4 dan 5 Pembimbing II		
13	18 Juli 2022	Revisi Hasil Skripsi		
14	26 Agustus 2022	ACC Ujian Sidang Pembimbing 1		
15	26 Agustus 2022	ACC Ujian Sidang Pembimbing 2		

Malang, 5 Oktober 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP. 19741129 200012 2 005