



**TUGAS AKHIR - VS 180603**

**PERAMALAN VOLUME PENJUALAN COCA-COLA  
DI PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE ARIMA *BOX-JENKINS***

Alda Clarinta Ramadhani  
NRP 10611600000069

Pembimbing  
Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si

Program Studi Diploma III  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





**TUGAS AKHIR - VS 180603**

**PERAMALAN VOLUME PENJUALAN COCA-COLA  
DI PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE ARIMA *BOX-JENKINS***

Alda Clarinta Ramadhani  
NRP 1061160000069

Pembimbing  
Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si

Program Studi Diploma III  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





**FINAL PROJECT - VS 180603**

**FORECASTING THE VOLUME OF COCA-COLA  
IN PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA USING  
ARIMA *BOX-JENKINS* METHOD**

Alda Clarinta Ramadhani  
NRP 10611600000069

Supervisor  
Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si

Programme Diploma III  
Departement Of Business Statistics  
Faculty of Vocations  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERAMALAN VOLUME PENJUALAN COCA-COLA  
DI PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE ARIMA *BOX-JENKINS***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ALDA CLARINTA RAMADHANI**  
NRP. 1061160000069

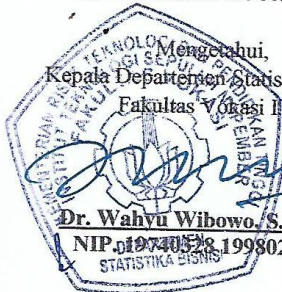
Surabaya, 8 Mei 2019

Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir



**Dr. Brodiol Sutijo S.U., M.Si**  
NIP. 19660125 199002 1 001

Mengetahui,  
Kepala Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi IFS



**Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si**  
NIP. 19740528 199802 1 001





**PERAMALAN VOLUME PENJUALAN COCA-COLA  
DI PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE ARIMA *BOX-JENKINS***

**Nama** : Alda Clarinta Ramadhani  
**NRP** : 1361160000069  
**Program Studi** : Diploma III  
**Departemen** : Statistika Bisnis  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si

**ABSTRAK**

Sektor industri makanan dan minuman menjadi sektor yang diprioritaskan oleh pemerintah sebagai penggerak ekonomi nasional. Sektor industri makanan dan minuman mampu memberikan kontribusi tertinggi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) industri pengolahan non migas hingga 35,87%. PT. Coca-Cola Amatil Indonesia merupakan perusahaan besar yang bergerak di industri makanan dan minuman sejak tahun 1976. Salah satu produknya yang cukup terkenal adalah minuman ringan berkarbonasi rasa kola yaitu Coca-Cola. Permintaan pasar terhadap Coca-Cola tidak selamanya tetap, hal ini terlihat dari volume penjualan Coca-Cola yang mengalami fluktuasi. Untuk mendapatkan gambaran volume penjualan pada periode yang akan datang perlu dilakukan pemodelan, dalam hal ini menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins*. Berdasarkan data volume penjualan coca-cola pada bulan Januari 2014 sampai Desember 2018 diperoleh model peramalan terbaik yaitu ARIMA (1,0,0)(1,0,1)<sup>6</sup> dengan performa model (sMAPE) sebesar 14,23%.

**Kata Kunci** : ARIMA Box-Jenkins, Penjualan Coca-Cola, Peramalan, Sektor Industri.



# FORECASTING THE VOLUME OF COCA-COLA IN PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA USING ARIMA *BOX-JENKINS* METHOD

**Name** : Alda Clarinta Ramadhani  
**NRP** : 1361160000069  
**Programme** : Diploma III  
**Department** : Business Statistics  
**Academic Supervisor** : Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si

## **ABSTRACT**

*The food and beverage industry sector is a sector prioritized by the government as a driver of the national economy. The food and beverage industry sector is able to provide the highest contribution to the Gross Domestic Product (GDP) of the non-oil processing industry up to 35.87%. PT. Coca-Cola Amatil Indonesia is a large company engaged in the food and beverage industry since 1976. One of its well-known products is the kola-flavored carbonated soft drink, Coca-Cola. Market demand for Coca-Cola is not always fixed, this is evident from the fluctuating sales volume of Coca-Cola. To get an overview of sales volume in the future period, modeling needs to be done, in this case using the Box-Jenkins ARIMA method. Based on data on coca-cola sales volume from January 2014 to December 2018, the best forecasting model was ARIMA (1,0,0) (1,0,1) 6 with a performance model (sMAPE) of 14.23%..*

**Keywords** : ARIMA Box-Jenkins, Forecasting, Industry Sectoe,  
The Sales Volume



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Peramalan Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia Menggunakan Metode ARIMA *Box-Jenkins***”. Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Brodjol Sutijo S.U., M.Si selaku pembimbing sekaligus sekretaris Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar serta memberikan dukungan yang sangat besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Dra. Lucia Aridinanti, M.Si., selaku penguji sekaligus dosen wali yang telah memberikan saran, bimbingan dan arahan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Mike Prastuti, S.Si., M.Si., selaku penguji sekaligus validator yang telah memberikan saran, bimbingan dan arahan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si., selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
5. Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si., selaku Kepala Program Studi Diploma III Statistika ITS.
6. Edy Ichwanudin, S.E., selaku Manager HRD PT. Coca-Cola Amatil Indonesia yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia.
7. Seluruh Dosen Statistika Bisnis yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan arahan kepada penulis.
8. Tenaga Pendidik yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyusun proposal kerja praktek ini.

9. Orang tua, adik, dan keluarga besar yang telah memberikan motivasi, dukungan, serta doa dalam segala kelancaran proses kerja praktek.
10. Teman-teman angkatan 2016 “BERDIKARI” Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah bekerja sama dengan baik selama penulis menempuh pendidikan, serta memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
11. Seluruh teman-teman angkatan 2017 dan 2018 dan semua pihak yang telah membantu dalam keberhasilan pembuatan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penuli menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar berguna untuk perbaikan berikutnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....   | i       |
| <b>TITLE PAGE</b> .....  | iii     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....   | v       |
| <b>ABSTRAK</b> .....   | vii     |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | ix      |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....  | xi      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | xiii    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | xv      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | xvii    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....   | xix     |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>   |         |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah.....   | 3       |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....   | 3       |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....  | 4       |
| 1.5 Batasan Masalah.....   | 4       |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>   |         |
| 2.1 <i>Time Series</i> .....   | 5       |
| 2.2 Identifikasi Model ARIMA.....  | 5       |
| 2.2.1 Stasioneritas Data.....  | 5       |
| 2.2.2 Fungsi Autokorelasi.....   | 7       |
| 2.2.3 Fungsi Autokorelasi Parsial.....   | 8       |
| 2.3 ARIMA <i>Box-Jenkins</i> .....   | 9       |
| 2.3.1 Model <i>Autoregressive</i> (AR).....  | 10      |
| 2.3.2 Model <i>Moving Average</i> (MA).....  | 10      |
| 2.3.3 Model <i>Autoregressive Moving Average</i><br>(ARMA).....                    | 11      |
| 2.3.4 Model <i>Autoregressive Integrated Moving</i><br><i>Average</i> (ARIMA)..... | 11      |
| 2.3.5 Model ARIMA Musiman.....   | 11      |
| 2.4 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model<br>ARIMA.....                    | 12      |
| 2.5 Cek Diagnosa.....  | 13      |

|  |    |
|--|----|
| 2.5.1 Pemeriksaan Asumsi Residual <i>White Noise</i> .....     | 13 |
| 2.5.2 Pemeriksaan Asumsi Residual Berdistribusi<br>Normal..... | 14 |
| 2.6 Pemilihan Model Terbaik .....                              | 15 |
| 2.7 Minuman Ringan .....                                       | 15 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                           |    |
| 3.1 Sumber Data .....  | 17 |
| 3.2 Variabel Penelitian.....                                   | 17 |
| 3.3 Langkah Analisis .....                                     | 18 |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>                          |    |
| 4.1 Karakteristik Data Volume Penjualan Coca-Cola .....        | 21 |
| 4.2 Identifikasi <i>Time Series Plot</i> .....                 | 22 |
| 4.3 Identifikasi Model ARIMA <i>Box-Jenkins</i> .....          | 23 |
| 4.3.1 Identifikasi Stasioneritas <i>Time Series</i> .....      | 23 |
| 4.3.2 Identifikasi Model Dugaan Sementara .....                | 25 |
| 4.4 Pembentukan Model ARIMA <i>Box-Jenkins</i> .....           | 25 |
| 4.4.1 Model ARIMA (1, 0, 2) <sup>6</sup> .....                 | 26 |
| 4.4.2 Model ARIMA (0, 0, 1) (1, 0, 2) <sup>6</sup> .....       | 29 |
| 4.4.3 Model ARIMA (1, 0, 0) (1, 0, 2) <sup>6</sup> .....       | 31 |
| 4.4.4 Model ARIMA (1, 0, 1) <sup>6</sup> .....                 | 31 |
| 4.4.5 Model ARIMA (0, 0, 1) (1, 0, 1) <sup>6</sup> .....       | 34 |
| 4.4.6 Model ARIMA (1, 0, 0) (1, 0, 1) <sup>6</sup> .....       | 36 |
| 4.5 Pemilihan Model Terbaik .....                              | 38 |
| 4.6 Peramalan Volume Penjualan Coca-Cola.....                  | 39 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                              |    |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 43 |
| 5.2 Saran .....  | 43 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  |    |
| <b>LAMPIRAN</b>  |    |
| <b>BIODATA PENULIS</b>   |    |



## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>Tabel 2.1</b> Transformasi <i>Box-Cox</i> .....   | 6       |
| <b>Tabel 2.2</b> Struktur ACF dan PACF pada Model ARIMA.....   | 9       |
| <b>Tabel 3.1</b> Struktur Data.....  | 17      |
| <b>Tabel 4.1</b> Statistika Deskriptif Volume Penjualan<br>Coca-Cola .....                           | 22      |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....              | 26      |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (1, 0, 2) <sup>6</sup> .....                       | 27      |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> ARIMA<br>(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....           | 27      |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(0, 0, 1)(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....     | 29      |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....              | 30      |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> ARIMA<br>(0, 0, 1)(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....  | 30      |
| <b>Tabel 4.8</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(1, 0, 0)(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....     | 31      |
| <b>Tabel 4.9</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(1, 0, 1) <sup>6</sup> .....              | 32      |
| <b>Tabel 4.10</b> Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (1, 0, 1) <sup>6</sup> .....                      | 32      |
| <b>Tabel 4.11</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> ARIMA<br>(1, 0, 1) <sup>6</sup> .....          | 33      |
| <b>Tabel 4.12</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(0, 0, 1)(1, 0, 1) <sup>6</sup> .....    | 35      |
| <b>Tabel 4.13</b> Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1) <sup>6</sup> .....             | 35      |
| <b>Tabel 4.14</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> ARIMA<br>(0, 0, 1)(1, 0, 1) <sup>6</sup> ..... | 36      |
| <b>Tabel 4.15</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA<br>(1, 0, 0)(1, 0, 1) <sup>6</sup> .....    | 37      |
| <b>Tabel 4.16</b> Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2) <sup>6</sup> .....             | 37      |
| <b>Tabel 4.17</b> Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> ARIMA<br>(1, 0, 0)(1, 0, 1) <sup>6</sup> ..... | 38      |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>Tabel 4.18</b> Hasil Perhitungan RMSE dan sMAPE ..... | 39      |
| <b>Tabel 4.19</b> Hasil Ramalan Volume Penjualan .....   | 40      |

## DAFTAR GAMBAR

|                    | Halaman   |
|--------------------|---|
| <b>Gambar 3.1</b>  | Diagram Alir ..... 19   |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Rata-rata Volume Penjualan Coca-Cola<br>per Bulan..... 21                       |
| <b>Gambar 4.2</b>  | <i>Time Series Plot</i> Volume Penjualan<br>Coca-Cola ..... 22                  |
| <b>Gambar 4.3</b>  | <i>Box-Cox Plot</i> Volume Penjualan Coca-Cola .... 23                          |
| <b>Gambar 4.4</b>  | <i>Box-Cox Plot</i> Volume Penjualan<br>Coca-Cola Setelah Transfromasi ..... 24 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Plot ACF Volume Penjualan Coca-Cola..... 24                                     |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Plot PACF Volume Penjualan Coca-Cola ..... 25                                   |
| <b>Gambar 4.7</b>  | <i>Probability Plot</i> ARIMA (1, 0, 2) <sup>6</sup> ..... 27                   |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Plot ACF Residual Model ARIMA (1, 0, 2) <sup>6</sup> .... 28                    |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Plot PACF Residual Model ARIMA (1, 0, 2) <sup>6</sup> . 28                      |
| <b>Gambar 4.10</b> | <i>Probability Plot</i> ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2) <sup>6</sup> ..... 30          |
| <b>Gambar 4.11</b> | <i>Probability Plot</i> ARIMA (1, 0, 1) <sup>6</sup> ..... 33                   |
| <b>Gambar 4.12</b> | Plot ACF Residual Model ARIMA (1, 0, 1) <sup>6</sup> .... 34                    |
| <b>Gambar 4.13</b> | Plot PACF Residual Model ARIMA (1, 0, 1) <sup>6</sup> . 34                      |
| <b>Gambar 4.14</b> | <i>Probability Plot</i> ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1) <sup>6</sup> ..... 36          |
| <b>Gambar 4.15</b> | <i>Probability Plot</i> ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1) <sup>6</sup> ..... 38          |
| <b>Gambar 4.16</b> | Plot Data Hasil Ramalan Volume Penjualan .... 40                                |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                    | Halaman   |
|--------------------|---|
| <b>Lampiran 1</b>  | Surat Permohonan Pengambilan Data ..... 47  |
| <b>Lampiran 2</b>  | Surat Keaslian Data ..... 48  |
| <b>Lampiran 3</b>  | Data Volume Penjualan Coca-Cola di<br>PT. Coca-Cola Amatil Indonesia ..... 49   |
| <b>Lampiran 4</b>  | <i>Output</i> Model $(1,0,2)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....50                 |
| <b>Lampiran 5</b>  | <i>Output</i> Model $(0,0,1)(1,0,2)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....51          |
| <b>Lampiran 6</b>  | <i>Output</i> Model $(1,0,0)(1,0,2)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....51          |
| <b>Lampiran 7</b>  | <i>Output</i> Model $(1,0,2)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....52                 |
| <b>Lampiran 8</b>  | <i>Output</i> Model $(0,0,1)(1,0,1)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....52          |
| <b>Lampiran 9</b>  | <i>Output</i> Model $(1,0,0)(1,0,1)^6$ pada Data Volume<br>Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....53          |
| <b>Lampiran 10</b> | <i>Output</i> Model $(1,0,0)(1,0,1)^6$ pada Hasil Ramalan<br>Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola<br>Amatil Indonesia.....53 |
| <b>Lampiran 11</b> | <i>Output</i> Distribusi Normal ..... 54  |
| <b>Lampiran 12</b> | Perhitungan Manual RMSE dan sMAPE<br>ARIMA $(1,0,0)(1,0,1)^6$ .....55   |
| <b>Lampiran 13</b> | Perhitungan Manual RMSE dan sMAPE<br>ARIMA $(0,0,1)(1,0,2)^6$ .....56   |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sektor industri makanan dan minuman merupakan salah satu sektor usaha yang memiliki peluang sangat besar untuk terus bertumbuh. Sektor industri makanan dan minuman menjadi sektor yang diprioritaskan oleh pemerintah sebagai penggerak ekonomi nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (BPS) pada triwulan II 2018 pertumbuhan industri makanan dan minuman mencapai 8,67 persen, angka tersebut melampaui pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,27 persen. Sektor industri makanan dan minuman mampu memberikan kontribusi tertinggi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) industri pengolahan non migas hingga 35,87%. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, maka volume permintaan terhadap kebutuhan pangan pun ikut meningkat. Hal tersebut mendorong didirikannya perusahaan industri makanan dan minuman untuk memenuhi kebutuhan pangan, sehingga persaingan dalam industri makanan dan minuman semakin ketat. Banyak perusahaan berlomba-lomba untuk mendapatkan banyak keuntungan dengan berbagai macam kegiatan penjualan. Penjualan merupakan salah satu unsur penting dalam suatu perusahaan, dimana perusahaan berharap untuk mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan yang lebih agar dapat melanjutkan usahanya.

PT. Coca-Cola Amatil Indonesia merupakan salah satu perusahaan dibawah lisensi *The Coca-Cola Company* yang bergerak dalam industri makanan dan minuman sejak tahun 1976. Salah satu produknya yang cukup terkenal adalah minuman ringan berkarbonasi rasa kola yaitu Coca-Cola, selain itu PT. Coca-Cola Amatil Indonesia juga memproduksi berbagai jenis minuman lain seperti teh, sari buah jeruk, jus, air mineral, dan minuman pengganti cairan tubuh. Saat ini PT. Coca-Cola Amatil Indonesia telah memproduksi 6 kategori minuman siap minum dengan 13 merek dan telah memasarkan produknya ke seluruh

bagian negara Indonesia. Permintaan pasar terhadap suatu produk tidak selamanya tetap, demikian juga halnya permintaan pasar terhadap Coca-Cola. Hal ini terlihat dari volume penjualan Coca-Cola yang mengalami fluktuasi. Adanya fluktuasi tersebut membuat perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah yang akan diproduksi di periode mendatang, untuk itu PT. Coca-Cola Amatil Indonesia memerlukan perencanaan jumlah produk yang diproduksi. Perencanaan jumlah produk yang akan diproduksi tersebut dapat berpengaruh terhadap jumlah penjualan. Selain itu, jika ramalan penjualan tidak diperhitungkan dengan tepat akan mengakibatkan produk yang berlebihan sehingga meningkatkan biaya simpan atau produksi kurang sehingga permintaan produk tidak terpenuhi dan berdampak pada keuntungan yang diperoleh PT. Coca-Cola Amatil Indonesia.

Permasalahan tersebut menarik perhatian untuk dilakukannya penelitian. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengoptimalkan jumlah produksi Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia. Dalam menentukan jumlah produksi diperlukan suatu perencanaan produksi mulai dari penyediaan bahan baku hingga produksi akhir dengan mempertimbangkan permintaan pasar akan Coca-Cola. Jumlah permintaan pasar dapat dilihat berdasarkan volume penjualan produk Coca-Cola. Pada penelitian ini akan dilakukan ramalan terhadap volume penjualan Coca-Cola satu tahun kedepan di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia menggunakan metode *ARIMA Box-Jenkins* yang mengacu pada data volume penjualan selama kurun waktu 2014 sampai 2018. Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan terhadap volume penjualan adalah peramalan volume penjualan kedelai di PT. X dengan menggunakan metode *ARIMA Box-Jenkins* oleh Affanda (2016). Penelitian dengan metode *ARIMA Box-Jenkins* juga digunakan oleh Islamiyah (2015) untuk meramalkan penjualan produk minuman teh PT. Sinar Sosro Gresik. Ramalan penjualan produk Coca-Cola untuk beberapa periode kedepan, dapat digunakan sebagai pertimbangan pihak perusahaan dalam menyusun rencana produksi dan menentukan kebijakan yang



harus diambil sehingga kegiatan produksi dapat dilakukan secara optimal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

PT. Coca-Cola Amatil Indonesia sebagai perusahaan besar yang bergerak di bidang industri makanan dan minuman telah memproduksi berbagai jenis minuman ringan seperti teh, sari buah jeruk, jus, air mineral, dan minuman pengganti cairan tubuh. Salah satu produk yang paling dikenal adalah Coca-Cola. Permintaan pasar akan Coca-Cola tidak selamanya tetap, hal ini dapat dilihat dari volume penjualannya yang mengalami fluktuasi. Adanya fluktuasi tersebut membuat perusahaan mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah yang akan diproduksi di periode mendatang, untuk itu PT. Coca-Cola Amatil Indonesia memerlukan perencanaan jumlah produk yang diproduksi. Selama ini perusahaan melakukan peramalan penjualan menggunakan metode Moving Average (MA) dimana metode tersebut tidak dapat menanggulangi dengan baik adanya trend dan musiman, sehingga perlu dilakukan peramalan dengan metode lain untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam kasus ini dilakukan dengan metode ARIMA *Box-Jenkins*. Peramalan volume penjualan Coca-Cola menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins* digunakan untuk mengetahui model terbaik dan nilai ramalan volume penjualan coca-cola pada periode yang akan datang. Dengan mengetahui ramalan volume penjualan yang akan datang, maka perusahaan dapat mengotimalkan jumlah produksi.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah diatas adalah membuat model terbaik volume penjualan coca-cola menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins* dan mendapatkan nilai ramalan volume penjualan coca-cola pada tahun 2019 di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai jumlah volume penjualan produk Coca-Cola yang nantinya dapat memberikan masukan bagi perusahaan sehingga perusahaan dapat mengantisipasi jumlah produksi yang akan dilakukan pada periode yang akan datang.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data volume penjualan produk Coca-Cola kemasan botol plastik ukuran 390 ml di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia pada bulan Januari tahun 2014 sampai dengan bulan Desember tahun 2018.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Time Series**

*Time series* merupakan serangkaian nilai pengamatan yang diperoleh pada titik waktu yang berbeda dan dengan selang waktu yang sama (berurutan berdasarkan waktu) (Wei, 2006). Analisis *time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan keadaan yang terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan. Langkah penting dalam memilih metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Pola data dapat dibedakan menjadi empat yaitu:

1. Pola horizontal ketika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola musiman bila deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
3. Pola siklis jika terjadi jika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
4. Pola trend terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang pada data.

#### **2.2 Identifikasi Model ARIMA**

Tahap identifikasi model ARIMA meliputi pengecekan stasioneritas data dan penetapan model ARIMA (p,d,q) sementara berdasarkan pola *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

##### **2.2.1 Stasioneritas Data**

Suatu data *time series* untuk dimodelkan ARIMA(p, d, q) harus bersifat stasioner. Stasioner adalah keadaan dimana *mean* dan varians adalah konstan (Bowerman dan O'Connell, 1993), yaitu:

Varians dari  $Z_t$ :

$$E(Z_t - \mu)^2 = E(Z_{t+k} - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2.1)$$

Mean dari  $Z_t$ :

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad (2.2)$$

Pada kasus nyata, banyak ditemui data *time series* yang tidak stasioner. Baik tidak stasioner dalam *mean* maupun *varians*. Untuk mengatasi ketidakstasioneran pada suatu data dapat dilakukan pembedaan atau dengan suatu transformasi. Pembedaan (*differencing*) dilakukan jika data tidak stasioner terhadap *mean*, sedangkan transformasi dilakukan jika data tidak stasioner terhadap *varians* (Cryer & Chan, 2008).

Data tidak stasioner terhadap *varians* dapat distasionerkan dengan melakukan transformasi *Box-Cox* sebagai berikut (Wei, 2006):

$$Z_t^{(\lambda)} = \frac{Z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda}; -1 < \lambda < 1 \quad (2.3)$$

Keterangan :

$Z_t$  : Data pada waktu ke-t

$\lambda$  : Nilai parameter transformasi

Jika didapatkan  $\lambda = 0$  berdasarkan Persamaan 2.3 dilakukan pendekatan yang ditunjukkan pada Persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} T(Z_t) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} = \ln(Z_t) \quad (2.4)$$

dimana  $\lambda$  merupakan nilai parameter transformasi. Nilai  $\lambda$  yang dipilih adalah nilai  $\lambda$  yang meminimumkan jumlah kuadrat error sehingga memiliki *varians* yang minimum. Bentuk transformasi berdasarkan nilai estimasi dari  $\lambda$  ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut (Wei, 2006):

**Tabel 2.1** Transformasi *Box-Cox*

| Nilai Estimasi | Transformasi     |
|----------------|------------------|
| -1,0           | $1 / Z_t$        |
| -0,5           | $1 / \sqrt{Z_t}$ |
| 0,0            | $\ln(Z_t)$       |

**Tabel 2.1** Transformasi *Box-Cox* (lanjutan)

| Nilai Estimasi | Transformasi |
|----------------|--------------|
| 0,5            | $\sqrt{Z_t}$ |
| 1              | $Z_t$        |

Ketentuan-ketentuan pada proses stasioner dalam varians adalah sebagai berikut:

1. Transformasi hanya boleh dilakukan sebelum dilakukan proses *differencing*.
2. Transformasi hanya boleh dilakukan untuk  $Z_t$  yang bernilai positif.

Sedangkan cara yang dilakukan untuk mengatasi kondisi non-stasioner dalam *mean* adalah dengan melakukan *differencing* terhadap data seperti pada Persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$W_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.5)$$

dimana  $W_t$  merupakan nilai series  $Z_t$  setelah dilakukan *differencing*. Secara umum *differencing* orde  $d$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$W_t = (1 - B)^d Z_t \quad (2.6)$$

dimana :

$$B^d Z_t = Z_{t-d}$$

Keterangan :

$B$  : Operator *backshift*

$d$  : Orde *differencing*

$Z_t$  : Nilai observasi pada waktu ke- $t$

$(1-B)^d$  : *differencing* orde  $d$

### 2.2.2 Fungsi Autokorelasi

Fungsi Autokorelasi atau *Autocorrelation Function* (ACF) merupakan suatu proses korelasi pada data time series antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$ . Pada data ( $Z_t$ ) stasioner memiliki nilai rata-rata  $\mu$  dan varians  $\sigma^2$  yang konstan, sehingga persamaan *covarian* antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$  dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\gamma_k = \text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) \quad (2.7)$$

Fungsi autokorelasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} = \frac{\hat{\gamma}_w}{\hat{\gamma}_0} \quad (2.8)$$

untuk  $k = 0, 1, 2, \dots$ , dimana  $\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t$

Keterangan :

$k$  : banyak lag

$\gamma_k$  : fungsi autokovarians pada lag  $k$

$\rho_k$  : fungsi autokorelasi antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$

$\hat{\rho}_k$  : taksiran fungsi autokorelasi

$\bar{Z}$  : rata-rata pengamatan pada waktu ke- $t$

### 2.2.3 Fungsi Autokorelasi Parsial

Fungsi Autokorelasi Parsial atau *Partial Autocorrelation Function* (PACF) digunakan untuk mengukur keeratan antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$  setelah pengaruh variabel  $Z_{t+1}, Z_{t+2}, Z_{t+k}, \dots, Z_{t+k-1}$  terhadap  $Z_{t+k}$  dihilangkan (Wei, 2006). Perhitungan nilai PACF sampel lag ke- $k$  dimulai dari menghitung  $\hat{\phi}_{11} = \hat{\rho}_1$ , sedangkan untuk menghitung  $\hat{\phi}_{kk}$  dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.9 sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{kk} = \text{corr}(Z_t, Z_{t+k} \mid Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \quad (2.9)$$

atau

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j} \quad (2.10)$$

Keterangan :

$\hat{\phi}_{k+1,j} : \hat{\phi}_{k,j} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k+1-j}$  untuk  $j = 1, 2, \dots, k$

$\hat{\rho}_{k+1}$  : taksiran fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke- $k+1$

$\hat{\rho}_j$  : taksiran fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke- $j$

Pengidentifikasi model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat plot *time series* data, plot ACF dan PACF. Plot ACF dan PACF digunakan untuk menentukan orde  $p$  dan  $q$  dari model ARIMA (Wei, 2006). Secara teoritis, bentuk-bentuk plot ACF dan PACF dari model ARIMA terdapat pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.2** Struktur ACF dan PACF pada model ARIMA

| Model  | ACF   | PACF   |
|--|---|--|
| <i>Autoregressive (p)</i>  | Turun Eksponensial                            | Terpotong setelah <i>lag-p</i>                 |
| <i>Moving Average (q)</i>  | Terpotong setelah <i>lag-q</i>                | Turun eksponensial                             |
| <i>Autoregressive-Moving Average (p,q)</i>                               | Turun eksponensial                            | Turun eksponensial                             |
| <i>Autoregressive (p)</i> atau <i>Moving Average (q)</i>                 | Terpotong setelah <i>lag-q</i>                | Terpotong setelah <i>lag-p</i>                 |
| Tidak ada unsur <i>Autoregressive (p)</i> atau <i>Moving Average (q)</i> | Tidak ada <i>lag</i> yang signifikan pada ACF | Tidak ada <i>lag</i> yang signifikan pada PACF |

### 2.3 ARIMA Box-Jenkins

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah suatu metode peramalan diperoleh melalui gabungan antara model *autoregressive* (AR) dan model *moving average* (MA) serta proses integrasi (I). Model ARIMA dikembangkan oleh George Box dan Gwilyn Jenkins, sehingga proses ARIMA sering disebut dengan nama ARIMA Box-Jenkins. Model ARIMA mengabaikan variabel prediktor dalam membuat peramalannya. ARIMA menggunakan data masa lalu dan sekarang untuk menghasilkan ramalan jangka pendek yang

akurat. Oleh karena itu, model ini sangat baik ketepatan akurasi jika digunakan untuk peramalan jangka pendek, sedangkan jika digunakan untuk peramalan jangka panjang kurang akurat (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Secara umum ada beberapa model time series yaitu model *autoregressive* (AR), model *moving average* (MA), model ARMA, model ARIMA dan model ARIMA musiman.

### 2.3.1 Model *Autoregressive* (AR)

Model *autoregressive* menunjukkan adanya hubungan antara suatu nilai pada waktu sekarang ( $Z_t$ ) dengan nilai pada waktu sebelumnya ( $Z_{t-k}$ ) ditambah dengan suatu nilai acak ( $a_t$ ). Model *autoregressive* orde p, dapat ditulis AR(p) secara matematis mempunyai bentuk sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \quad (2.11)$$

$$\dot{Z}_t - \phi_1 \dot{Z}_{t-1} - \phi_2 \dot{Z}_{t-2} - \dots - \phi_p \dot{Z}_{t-p} = a_t \quad (2.12)$$

$$Z_t - \phi_1 B Z_t - \phi_2 B^2 Z_t - \dots - \phi_p B^p Z_t = a_t \quad (2.13)$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Z_t = a_t \quad (2.14)$$

$$\phi_p(B) Z_t = a_t \quad (2.15)$$

Keterangan :

$\phi_p$  : parameter *autoregressive* ke-p

$\dot{Z}_t$  :  $Z_t - \mu$

$\phi_p(B)$  : polinomial AR orde-p

### 2.3.2 Model *Moving Average* (MA)

Model *moving average* (MA) menunjukkan adanya hubungan antara nilai pada waktu sekarang ( $Z_t$ ) dengan nilai residual pada waktu sebelumnya ( $a_{t-k}$ ), bentuk matematis model *Moving Average* orde q yang dapat ditulis MA(q) (Wei, 2006).

$$\dot{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.16)$$



$$\dot{Z}_t = a_t - \theta_1 B a_t - \theta_2 B^2 a_t - \dots - \theta_q B^q a_t \quad (2.17)$$

$$Z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 a_t - \dots - \theta_q B^q a_t) \quad (2.18)$$

$$Z_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.19)$$

Keterangan :

$\theta_q$  : parameter *moving average* ke- $q$

$\theta_q(B)$  : polinomial MA orde- $q$

### 2.3.3 Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model umum ARMA (p,q) merupakan gabungan dari pola model AR dan pola model MA. Model umum untuk campuran dari model AR(p) dan model MA(q) yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.20)$$

Atau dapat dinyatakan dengan

$$\phi_p(B) Z_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.21)$$

### 2.3.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan model time series yang tidak stationer terhadap mean dan memerlukan proses *differencing* sebanyak  $d$  agar stationer. Bentuk umum model ARIMA pada orde ke-p,q dengan differencing sebanyak  $d$  adalah sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.22)$$

### 2.3.5 Model ARIMA Musiman

Model ARIMA musiman merupakan model untuk menggambarkan data yang berpola musiman. Bentuk dari model ARIMA musiman adalah sebagai berikut:

$$\Phi_p(B^s)(1-B^s)^D Z_t = \Theta_q(B^s) a_t \quad (2.23)$$

Model ini dinotasikan ARIMA (P,D,Q)<sup>s</sup> yang mempunyai faktor musiman dengan periode musim adalah s. P

merupakan orde pada model *Autoregressive* yang mempunyai faktor musiman, Q merupakan orde pada model *Moving Average* yang mempunyai faktor musiman, dan D merupakan orde untuk *differencing* yang mempunyai faktor musiman (Wei, 2006).

## 2.4 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

Salah satu metode penaksiran parameter yang dapat digunakan adalah *Conditional Least Square* (CLS). Metode CLS merupakan suatu metode yang dilakukan dengan mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat *error* (SSE). Misalkan pada model AR(1) dinyatakan sebagai berikut (Cryer & Chan, 2008):

$$Z_t - \mu = \phi(Z_{t-1} - \mu) + a_t \quad (2.24)$$

dan nilai SSE adalah sebagai berikut:

$$S(\phi, \mu) = \sum_{i=2}^n a_i^2 = \sum_{i=2}^n [(Z_i - \mu) - \phi(Z_{i-1} - \mu)]^2 \quad (2.25)$$

nilai estimasi  $\mu$  dan  $\phi$  diperoleh dari turunan pertama SSE terhadap  $\mu$  dan  $\phi$  yang disamadengankan nol. Estimasi untuk  $\mu$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=2}^n x_i}{n-1} \quad (2.26)$$

dan estimasi untuk  $\phi$  adalah sebagai berikut (Cryer & Chan, 2008):

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{i=2}^n (Z_i - \bar{Z})(Z_{i-1} - \bar{Z})}{\sum_{i=2}^n (Z_{i-1} - \bar{Z})^2} \quad (2.27)$$

pengujian parameter model AR ( $\phi_i$ ) dapat dinyatakan sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0 : \phi_i = 0$  (parameter model AR tidak signifikan)

$H_1 : \phi_i \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, p$  (parameter model AR signifikan)

Sedangkan untuk pengujian parameter model MA ( $\theta_j$ ) dapat dinyatakan sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0 : \theta_j = 0$  (parameter model MA tidak signifikan)

$H_1 : \theta_j \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, q$  (parameter model MA signifikan)

Statistik Uji :

$$t = \frac{\hat{\beta} - \hat{\beta}_0}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 \left( \sum_{t=2}^n Z_{t-1}^2 \right)^{-1}}} \quad (2.28)$$

dimana :

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{t=2}^n (Z_t - \hat{\phi}Z_{t-1})^2 / (n-1)$$

jika digunakan taraf signifikan sebesar  $\alpha$  maka tolak  $H_0$

jika  $|t| > t_{\alpha/2; n-m}$

Keterangan :

$n$  : banyaknya observasi

$Z_t$  : nilai aktual pada waktu ke- $t$

$m$  : banyaknya parameter yang ditaksir

## 2.5 Cek Diagnosa

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan dan pengujian tentang asumsi residual untuk model ARIMA. Pengujian ini meliputi asumsi residual *white noise* dan uji kenormalan residual.

### 2.5.1 Pemeriksaan Asumsi Residual *White Noise*

Pengujian *white noise* dilakukan untuk mengetahui apakah residual bersifat independen dan identik. Untuk menguji apakah residual memenuhi asumsi *white noise* dengan statistik uji *Ljung-Box* (Wei, 2006) menggunakan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0$  :  $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$  (residual bersifat random atau independen)

$H_1$  : minimal ada satu  $\rho_k \neq 0$  (residual saling berkorelasi atau dependen) ;  $k = 1, 2, \dots, K$

Statistik Uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_{a,k}^2 \quad (2.29)$$

Jika digunakan taraf signifikan sebesar  $\alpha$  maka tolak  $H_0$  jika nilai dari  $Q > \chi_{(\alpha; k-p-q)}^2$  atau P-value  $< \alpha$

Keterangan :

$n$  : jumlah observasi dari data *time series*

$\hat{\rho}_{a,k}$  : taksiran autokorelasi residual lag  $k$

$k$  : maksimum lag

### 2.5.2 Pemeriksaan Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal digunakan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* berpusat pada dua fungsi distribusi kumulatif yaitu  $F_0(a_t)$  sebagai nilai peluang kumulatif dari distribusi normal dan  $S(a_t)$  sebagai fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel (Daniel, 1989).

Hipotesis :

$H_0$  :  $F(a_t) = F_0(a_t)$ , untuk semua nilai  $a_t$

$H_1$  :  $F(a_t) \neq F_0(a_t)$ , untuk sekurang-kurangnya sebuah nilai  $a_t$

Statistik Uji :

$$D = \text{Sup} | F_0(a_t) - S(a_t) | \quad (2.30)$$

Jika digunakan taraf signifikan sebesar  $\alpha$  maka tolak  $H_0$  jika nilai dari  $D > D_{n, (1-\alpha)}$  atau P-value  $< \alpha$

## 2.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik untuk meramalkan nilai di masa yang akan datang dilakukan dengan membandingkan nilai kesalahan peramalan dari masing-masing model dugaan. Pemilihan model terbaik melalui pendekatan *out-sample* dengan menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dan sMAPE (*Symmetric Mean Absolute Percentage Error*). RMSE merupakan kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa ramalannya digunakan untuk data *out sample* dengan rumus sebagai berikut (Gooijer dan Hyndman, 2006):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (2.31)$$

sedangkan *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE) digunakan untuk mengetahui rata-rata harga mutlak dari persentase kesalahan tiap model. Rumus sMAPE dapat dituliskan sebagai berikut (Gooijer dan Hyndman, 2006):

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{\frac{1}{2}(Z_t + \hat{Z}_t)} \times 100\% \quad (2.32)$$

## 2.7 Minuman Ringan

Minuman ringan (*soft drink*) adalah minuman yang tidak mengandung alkohol, merupakan minuman olahan dalam bentuk bubuk atau cair yang mengandung bahan makanan atau bahan tambahan lainnya baik alami atau sintetis yang dikemas dalam kemasan siap untuk dikonsumsi. Minuman ringan terdiri dari dua jenis, yaitu minuman ringan dengan karbonasi dan minuman ringan tanpa karbonasi (*non-karbonasi*). Minuman ringan dengan karbonasi adalah minuman yang dibuat dengan menambahkan CO<sub>2</sub> dalam air minum, sedangkan minuman ringan tanpa karbonasi adalah minuman selain minuman ringan dengan karbonasi. Beberapa contoh minuman ringan yang saat ini banyak beredar di pasaran yaitu minuman berkarbonasi, minuman isotonik, minuman sari buah, kopi, teh dan lain-lain (Cahyadi, 2009).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder mengenai volume penjualan Coca-Cola pada bulan Januari tahun 2014 sampai bulan Desember tahun 2018 di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia merujuk pada (**Lampiran 1**) dan (**Lampiran 2**). Data diperoleh dari PT. Coca-Cola Amatil Indonesia alamat jl. Rungkut Industri I No. 27. Data penjualan Coca-Cola kemudian dibagi menjadi data *in-sample* dan *out-sample*. Data *in-sample* dimulai dari Januari 2014 sampai Desember 2017, sedangkan data *out-sample* dimulai dari Januari 2018 sampai Desember 2018.

### 3.2 Variabel penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah volume penjualan Coca-Cola kemasan botol plastik ukuran 390 ml per bulan. Adapun struktur data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data

| Tahun | Bulan    | t  | Volume penjualan Coca-Cola<br>(Botol plastik 390 ml) |
|-------|----------|----|--|
| 2014  | Januari  | 1  | $Z_1$  |
|       | Februari | 2  | $Z_2$  |
|       | ⋮        | ⋮  | ⋮  |
|       | Desember | 12 | $Z_{12}$   |
| ⋮     | ⋮        | ⋮  | ⋮  |
| 2018  | Januari  | 49 | $Z_{49}$   |
|       | Februari | 50 | $Z_{50}$   |
|       | ⋮        | ⋮  | ⋮  |
|       | Desember | 60 | $Z_{60}$   |

### 3.3 Langkah Analisis

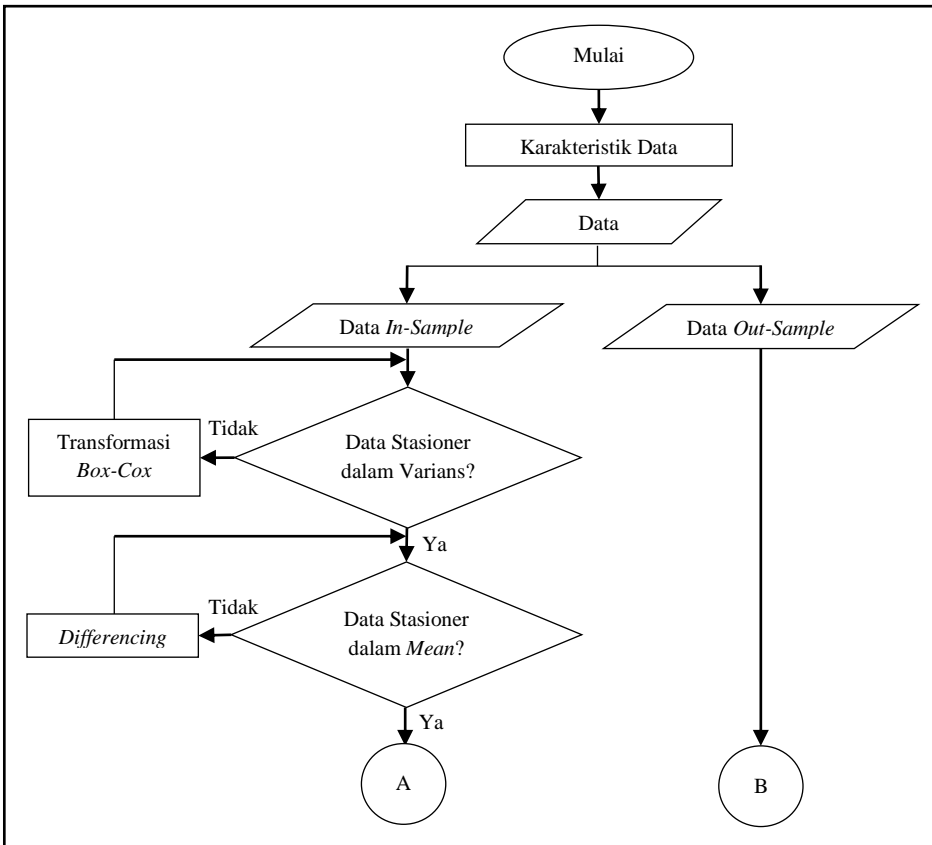
Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan data volume penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia dengan menggunakan statistika deskriptif.
2. Membagi data menjadi dua yaitu data *in-sample* dimulai dari Januari 2014 sampai Desember 2017 dan data *out-sample* dimulai dari Januari 2018 sampai Desember 2018.
3. Melakukan pemodelan data *in-sample* menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins* sebagai berikut.
  - a. Mengidentifikasi pola data dengan menggunakan *time series plot* pada data *in-sample*.
  - b. Melakukan transformasi *Box-Cox* jika data belum stasioner dalam varians dan melakukan *differencing* jika data belum stasioner dalam *mean*.
  - c. Mengidentifikasi dan menduga model sementara berdasarkan hasil plot ACF dan PACF dari data yang sudah stasioner.
  - d. Mengestimasi dan melakukan uji signifikansi parameter data dari model sementara yang telah didapatkan.
  - e. Melakukan pemeriksaan asumsi *white noise* dari residual pada model-model yang terbentuk.
  - f. Jika tidak *white noise*, maka dilakukan penambahan parameter berdasarkan plot ACF dan PACF residual pada model dugaan sementara untuk mendapatkan model terbaik.
  - g. Melakukan pemeriksaan asumsi distribusi normal dari residual pada model-model yang terbentuk, jika tidak berdistribusi normal maka dilakukan deteksi *outlier*.
  - h. Menentukan model terbaik dengan menggunakan kriteria pemilihan model terbaik yaitu RMSE dan sMAPE yang paling kecil.

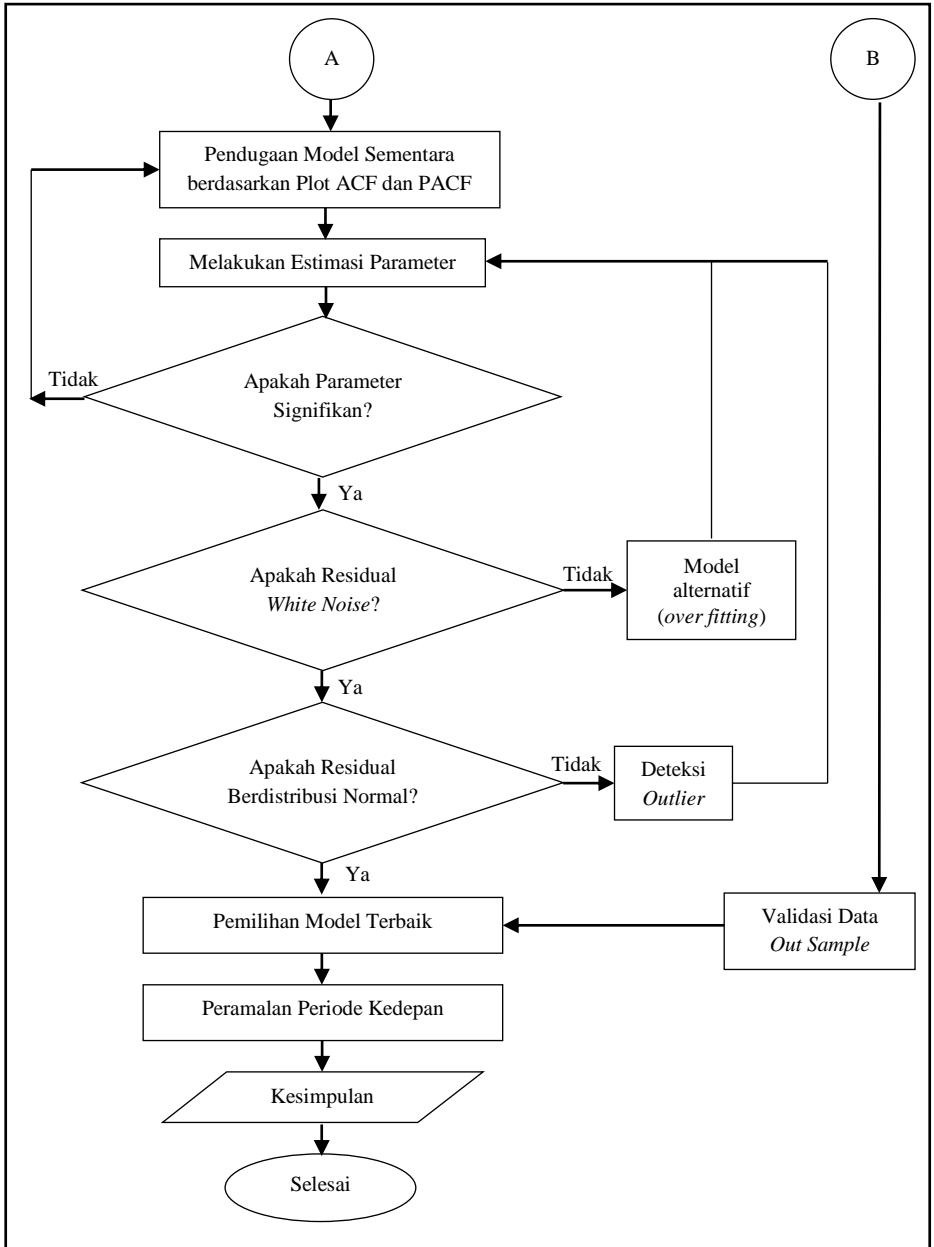


- i. Melakukan peramalan volume penjualan Coca-Cola pada bulan Januari sampai bulan Desember tahun 2019 menggunakan model terbaik yang telah terpilih.

Berdasarkan langkah analisis pada penelitian data volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Alir



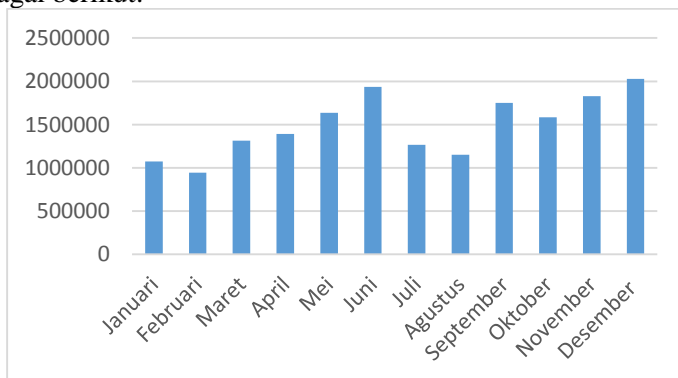
**Gambar 3.1** Diagram Alir (lanjutan)

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil analisis peramalan volume penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia. Pembahasan dimulai dengan statistika deskriptif untuk mendeskripsikan karakteristik data kemudian melakukan peramalan volume penjualan Coca-Cola menggunakan metode *ARIMA Box-Jenkins*.

### 4.1 Karakteristik Data Volume Penjualan Coca-Cola

Statistika deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik data volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia (**Lampiran 3**), dengan melihat pemusatan dan penyebaran data. Karakteristik data berdasarkan rata-rata volume penjualan coca-cola per bulan ditunjukkan pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Rata-rata Volume Penjualan Coca-Cola per Bulan

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata volume penjualan coca-cola per bulan paling tinggi pada bulan Desember yaitu sebesar 2.027.197 botol dan paling rendah pada bulan Februari sebesar 943.661 botol. Dapat diketahui pada bulan Januari dan Agustus, Maret dan Juli, Mei dan Oktober memiliki tingkat penjualan yang hampir sama. Secara keseluruhan

karakteristik data volume penjualan dapat dilihat ukuran pemusatan dan penyebaran data yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

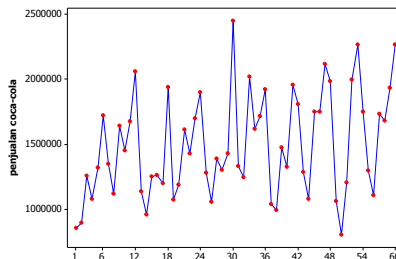
**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Data Volume Penjualan Coca-Cola

| Variabel                   | N  | Mean      | Std Deviasi | Minimum | Maksimum  |
|----------------------------|----|-----------|-------------|---------|-----------|
| Volume penjualan coca-cola | 60 | 1.492.312 | 395517      | 805.819 | 2.449.079 |

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia selama 60 bulan sebesar 1.492.312 botol per bulan dengan penjualan paling rendah sebesar 805.819 botol per bulan dan penjualan paling tinggi sebesar 2.449.079 botol per bulan. Data volume penjualan coca-cola setiap bulannya memiliki sebaran data dari nilai rata-rata yang cukup tinggi yaitu sebesar 395.517.

## 4.2 Identifikasi *Time Series Plot*

Identifikasi model *Time Series Plot* adalah langkah awal yang digunakan untuk mengetahui bagaimana pola yang dibentuk oleh data, sehingga pemodelan peramalan dapat dilakukan dengan tepat. *Time series plot* pada data volume penjualan coca-cola di PT. Cola-Cola Amatil Indonesia ditampilkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut:



**Gambar 4.2** *Time Series Plot* Volume Penjualan Coca-Cola

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia pada bulan Januari 2014 hingga bulan Desember 2018 mengalami fluktuasi. *Time series*

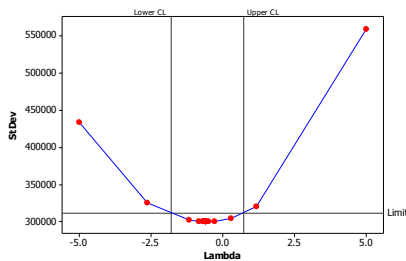
*plot* yang terbentuk menunjukkan adanya pola musiman, yaitu terjadi peningkatan volume penjualan pada bulan Juni dan Desember setiap tahunnya. Hal tersebut disebabkan karena konsumen membeli produk coca-cola untuk membuat parcel lebaran yang bertepatan pada bulan Juni dan parcel natal pada bulan Desember.

### 4.3 Identifikasi Model ARIMA *Box-Jenkins*

Tahap identifikasi model ARIMA meliputi pengecekan stasioneritas data dan penetapan model ARIMA (p,d,q) sementara berdasarkan pola *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Hasil identifikasi model dari data volume penjualan coca-cola dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.3.1 Identifikasi Stasioneritas *Time Series*

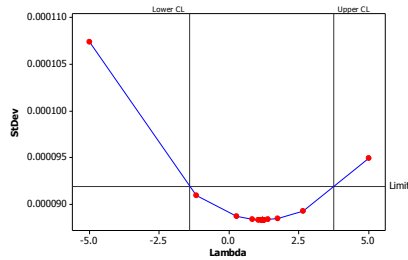
Identifikasi stasioneritas data *time series* dilakukan untuk mengetahui apakah data telah stasioner dalam varians dan *mean*. Stasioneritas dalam varians dapat dilihat dari nilai  $\lambda$  pada *Box-Cox transformation* dengan menggunakan Persamaan 2.3 dan *Box-Cox plot* data volume penjualan coca-cola diunjukkan pada Gambar 4.3 sebagai berikut:



**Gambar 4.3** *Box-Cox Plot* Volume Penjualan Coca-Cola

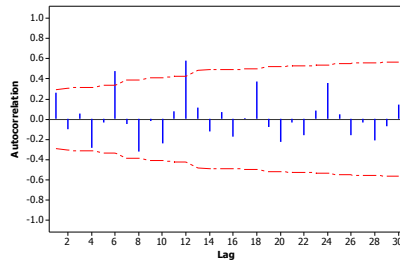
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa data volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia memiliki nilai  $\lambda$  sebesar -0,50, nilai *lower CL* sebesar -1,80 dan nilai *upper CL* sebesar 0,72. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa data belum stasioner dalam varians karena nilai  $\lambda$  tidak sama

dengan 1, oleh karena itu perlu dilakukan transformasi  $1/\sqrt{Z_i}$ . Setelah dilakukan transformasi, dapat diketahui *Box-Cox plot* volume penjualan coca-cola adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.4** *Box-Cox Plot* Volume Penjualan Coca-Cola Setelah Transformasi

Gambar 4.4 menunjukkan *box-cox plot* setelah dilakukan transformasi, dapat diketahui bahwa nilai  $\lambda$  sebesar 1, nilai *lower CL* sebesar -1,41 dan nilai *upper CL* sebesar 3,75. Nilai  $\lambda$  sebesar satu serta nilai *lower CL* dan *upper CL* melewati satu, artinya data telah stasioner dalam varians. Selanjutnya dilakukan identifikasi stasioneritas dalam *mean* dengan menggunakan plot ACF sebagai berikut:



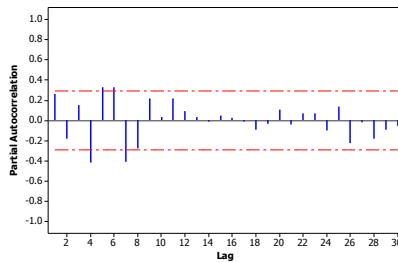
**Gambar 4.5** Plot ACF Volume Penjualan Coca-Cola

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa plot ACF pada data volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia turun dengan cepat. Artinya, data telah stasioner dalam *mean* sehingga tidak perlu dilakukan *differencing* terhadap data volume penjualan coca-cola. Setelah data stasioner dalam varians dan

*mean*, maka selanjutnya dapat dilakukan identifikasi orde model ARIMA.

### 4.3.2 Identifikasi Model Dugaan Sementara

Identifikasi model dugaan sementara dilakukan untuk mendapatkan dugaan model ARIMA berdasarkan plot ACF yang merujuk pada Gambar 4.5 dan plot PACF yang ditampilkan pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



**Gambar 4.6** Plot PACF Volume Penjualan Coca-Cola

Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 menunjukkan plot ACF dan PACF volume penjualan coca-cola. Berdasarkan plot tersebut maka model dugaan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

1. ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> : plot ACF membentuk pola turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6 dan 12, sedangkan plot PACF membentuk pola turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6, karena plot ACF dan PACF *cut off* pada kelipatan 6 maka terbentuk pola musiman 6.
2. ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> : plot ACF dan PACF membentuk pola turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6, karena plot ACF dan PACF *cut off* pada kelipatan 6 maka terbentuk pola musiman 6.

## 4.4 Pembentukan Model ARIMA *Box-Jenkins*

Setelah dilakukan identifikasi model dugaan sementara berdasarkan plot ACF dan PACF, maka selanjutnya dilakukan pembentukan model ARIMA dengan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise*

dan berdistribusi normal. Hasil analisis pada masing-masing model akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.4.1 Model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

Model dugaan pertama berdasarkan bentuk plot ACF turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6 dan 12. Sedangkan plot PACF turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6 maka model yang terbentuk adalah ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Hasil analisis berdasarkan (Lampiran 4) dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

Estimasi dan uji signifikansi parameter model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

| Model                | Parameter  | Estimasi    | t-value | $t_{0,025;44}$ | p-value |
|----------------------|------------|-------------|---------|----------------|---------|
| (1,0,2) <sup>6</sup> | $\delta$   | 0,000053424 | 6,61    | 2,32           | 0,000   |
|                      | $\Phi_1$   | 0,9396      | 9,24    | 2,32           | 0,000   |
|                      | $\Theta_1$ | 0,6712      | 4,40    | 2,32           | 0,000   |
|                      | $\Theta_2$ | -0,4611     | -3,07   | 2,32           | 0,004   |

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa parameter model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> memiliki t-value yang lebih besar dari  $t_{0,025;44}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya parameter model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> signifikan.

##### b. Pemeriksaan Asumsi Residual Model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

Pemeriksaan asumsi residual *white noise* model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.5 menggunakan uji *Ljung-Box* memberikan hasil analisis sebagai berikut:



**Tabel 4.3** Hasil Uji *Ljung-Box* ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

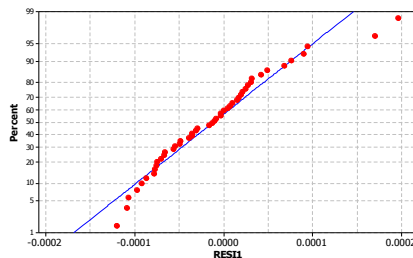
| Model                | Lag | $\chi^2$ | Df | $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$ | p-value |
|----------------------|-----|----------|----|-------------------------|---------|
| (1,0,2) <sup>6</sup> | 12  | 25,5     | 8  | 15,51                   | 0,001   |
|                      | 24  | 34,4     | 20 | 31,41                   | 0,023   |
|                      | 36  | 75,5     | 32 | 46,19                   | 0,000   |

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2$  lebih besar dari  $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> tidak *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan sub bab 2.5 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

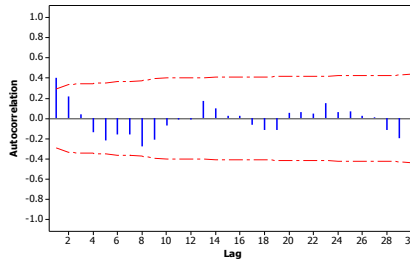
| Model                | $D$   | $D_{47,(1-0,05)}$ | p-value |
|----------------------|-------|-------------------|---------|
| (1,0,2) <sup>6</sup> | 0,095 | 0,238             | 0,150   |

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai  $D$  lebih kecil dari  $D_{47,(1-0,05)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Selain menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pemeriksaan asumsi distribusi normal dapat dilihat secara visual berdasarkan (**Lampiran 11**) melalui Gambar 4.7

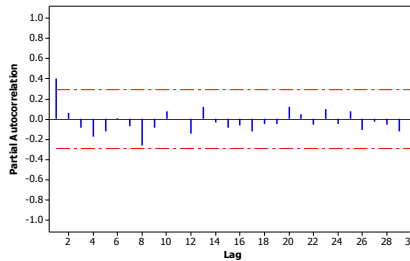
**Gambar 4.7** *Probability Plot* ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa plot-plot residual mengikuti garis distribusi normal, artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi

normal. Setelah dilakukan estimasi dan uji signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual terhadap model dugaan yang terbentuk, dapat diketahui bahwa model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> tidak memenuhi asumsi residual *white noise* sehingga perlu dilakukan penambahan parameter berdasarkan plot ACF dan PACF dari residual model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> untuk mendapatkan model terbaik. Plot ACF dan PACF yang terbentuk adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.8** Plot ACF Residual Model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>



**Gambar 4.9** Plot PACF Residual Model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>

Gambar 4.8 dan 4.9 menunjukkan bahwa plot ACF dan PACF dari residual model ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> *cut off* pada lag pertama, sehingga dapat dilakukan penambahan parameter *Moving Average* (MA) menjadi ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> atau *Autoregressive* (AR) menjadi (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual terhadap model alternatif tersebut.

#### 4.4.2 Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

Berdasarkan model dugaan sementara, dilakukan penambahan parameter untuk mendapatkan model yang lebih baik. Model dugaan yang pertama yaitu ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup> dilakukan penambahan satu parameter *Moving Average* (MA), sehingga terbentuk model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>. Kemudian dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Hasil analisis berdasarkan (**Lampiran 5**) dapat dijelaskan sebagai berikut:

**a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>**

Estimasi dan uji signifikansi parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.5** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

| Model                       | Parameter  | Estimasi   | t-value | t <sub>0,025;43</sub> | p-value |
|-----------------------------|------------|------------|---------|-----------------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,2) <sup>6</sup> | $\delta$   | 0,00007048 | 6,93    | 2,32                  | 0,000   |
|                             | $\theta_1$ | 0,9199     | 8,49    | 2,32                  | 0,000   |
|                             | $\Phi_1$   | -0,3364    | -2,39   | 2,32                  | 0,022   |
|                             | $\Theta_1$ | 0,6384     | 3,79    | 2,32                  | 0,000   |
|                             | $\Theta_2$ | -0,4080    | -2,48   | 2,32                  | 0,017   |

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> memiliki t-value yang lebih besar dari t<sub>0,025;43</sub> dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak H<sub>0</sub>, artinya parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> signifikan dan dapat dilanjutkan ke tahap pemeriksaan asumsi residual.

**b. Pemeriksaan Asumsi Residual Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>**

Pemeriksaan asumsi residual *white noise* model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.5 menggunakan uji *Ljung-Box* memberikan hasil analisis sebagai berikut.

**Tabel 4.6** Hasil Uji *Ljung-Box* ARIMA (0, 0, 1) (1, 0, 2)<sup>6</sup>

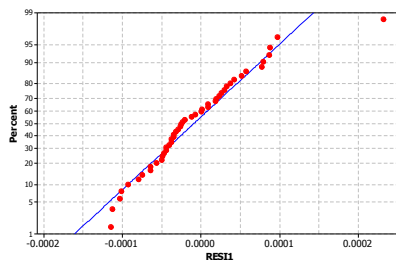
| Model                       | Lag | $\chi^2$ | Df | $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$ | p-value |
|-----------------------------|-----|----------|----|-------------------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,2) <sup>6</sup> | 12  | 10,1     | 7  | 14,07                   | 0,184   |
|                             | 24  | 18,7     | 19 | 30,14                   | 0,476   |
|                             | 36  | 43,2     | 31 | 44,98                   | 0,071   |

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2$  lebih kecil dari  $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan sub bab 2.5 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* ARIMA (0, 0, 1) (1, 0, 2)<sup>6</sup>

| Model                       | $D$   | $D_{47,(1-0,05)}$ | p-value |
|-----------------------------|-------|-------------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,2) <sup>6</sup> | 0,113 | 0,238             | 0,130   |

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai  $D$  lebih kecil dari  $D_{47,(1-0,05)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Selain menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pemeriksaan asumsi distribusi normal dapat dilihat secara visual berdasarkan (**Lampiran 11**) melalui Gambar 4.10



**Gambar 4.10** *Probability Plot* ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa plot-plot residual mengikuti garis distribusi normal, artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal.

#### 4.4.3 Model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

Setelah dilakukan penambahan satu parameter *Moving Average* (MA), selanjutnya dilakukan penambahan satu parameter *Autoregressive* (AR) pada model dugaan yang pertama yaitu ARIMA (1, 0, 2)<sup>6</sup>, sehingga model yang terbentuk adalah ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Hasil analisis berdasarkan **(Lampiran 6)** dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

Estimasi dan uji signifikansi parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup>

| Model                       | Parameter  | Estimasi    | t-value | $t_{0,025;43}$ | p-value |
|-----------------------------|------------|-------------|---------|----------------|---------|
| (1,0,0)(1,0,2) <sup>6</sup> | $\delta$   | 0,000036731 | 4,48    | 2,32           | 0,000   |
|                             | $\phi_1$   | 0,5783      | 4,01    | 2,32           | 0,000   |
|                             | $\Phi_1$   | 0,9025      | 7,84    | 2,32           | 0,000   |
|                             | $\Theta_1$ | 0,4859      | 2,52    | 2,32           | 0,016   |
|                             | $\Theta_2$ | -0,2829     | -1,53   | 2,32           | 0,134   |

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa salah satu parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup> memiliki t-value yang lebih kecil dari  $t_{0,025;43}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan tolak  $H_0$ , artinya parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 2)<sup>6</sup> tidak signifikan sehingga tidak layak masuk pada model dan tidak dapat dilanjutkan ke tahap pemeriksaan asumsi residual.

#### 4.4.4 Model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

Model dugaan kedua berdasarkan bentuk plot ACF turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6. Sedangkan plot PACF turun eksponensial serta *cut off* pada lag 6 maka model yang terbentuk adalah ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan

pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Hasil analisis berdasarkan **(Lampiran 7)** dapat dijelaskan sebagai berikut:

**a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Uji signifikansi parameter model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut.

**Tabel 4.9** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                | Parameter  | Estimasi      | t-value | $t_{0,025;45}$ | p-value |
|----------------------|------------|---------------|---------|----------------|---------|
| (1,0,1) <sup>6</sup> | $\delta$   | -0,0000204577 | 3,73    | 2,32           | 0,001   |
|                      | $\Phi_1$   | 1,0232        | 11,45   | 2,32           | 0,000   |
|                      | $\Theta_1$ | 0,6088        | 3,07    | 2,32           | 0,004   |

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa parameter dalam model memiliki t-value yang lebih besar dari  $t_{0,025;45}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya parameter model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> signifikan atau layak masuk dalam model.

**b. Pemeriksaan Asumsi Residual Model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Pemeriksaan asumsi residual *white noise* model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.5 menggunakan uji *Ljung-Box* memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.10** Hasil Uji *Ljung-Box* ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

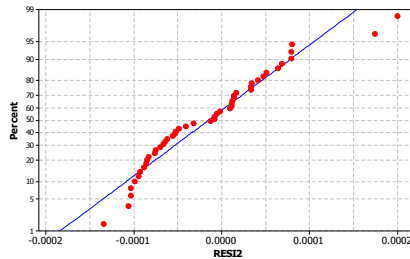
| Model                | Lag | $\chi^2$ | Df | $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$ | p-value |
|----------------------|-----|----------|----|-------------------------|---------|
| (1,0,1) <sup>6</sup> | 12  | 51,7     | 9  | 16,92                   | 0,000   |
|                      | 24  | 74,2     | 21 | 32,67                   | 0,000   |
|                      | 36  | 126,4    | 33 | 47,39                   | 0,000   |

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2$  lebih besar dari  $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> tidak *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan sub bab 2.5 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

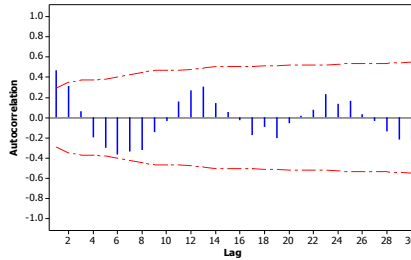
**Tabel 4.11** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                | $D$   | $D_{47,(1-0,05)}$ | p-value |
|----------------------|-------|-------------------|---------|
| (1,0,1) <sup>6</sup> | 0,116 | 0,238             | 0,101   |

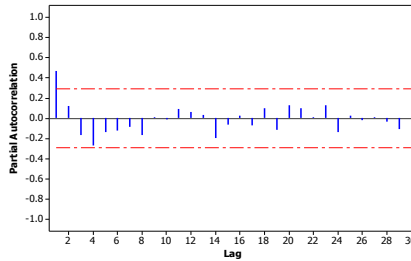
Tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai  $D$  lebih kecil dari  $D_{47,(1-0,05)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Selain menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pemeriksaan asumsi distribusi normal dapat dilihat secara visual berdasarkan (**Lampiran 11**) melalui Gambar 4.11

**Gambar 4.11** *Probability Plot* ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa plot-plot residual mengikuti garis distribusi normal, artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Setelah dilakukan estimasi dan uji signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual terhadap model dugaan yang terbentuk, dapat diketahui bahwa model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> tidak memenuhi asumsi residual *white noise* sehingga perlu dilakukan penambahan parameter berdasarkan plot ACF dan PACF dari residual model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> untuk mendapatkan model terbaik. Plot ACF dan PACF yang terbentuk adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.12** Plot ACF Residual Model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>



**Gambar 4.13** Plot PACF Residual Model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>

Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan bahwa plot ACF dan PACF dari residual model ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> *cut off* pada lag pertama, sehingga dapat dilakukan penambahan parameter *Moving Average* (MA) menjadi ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> atau *Autoregressive* (AR) menjadi (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual terhadap model alternatif tersebut.

#### 4.4.5 Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

Berdasarkan model dugaan sementara, dilakukan penambahan parameter untuk mendapatkan model yang lebih baik. Model dugaan yang kedua yaitu ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup> dilakukan penambahan satu parameter *Moving Average* (MA), sehingga terbentuk model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>. Kemudian dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal.



Hasil analisis berdasarkan (**Lampiran 8**) dapat dijelaskan sebagai berikut:

**a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Estimasi dan uji signifikansi parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.12** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | Parameter  | Estimasi | t-value | $t_{0,025;44}$ | p-value |
|-----------------------------|------------|----------|---------|----------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,1) <sup>6</sup> | $\theta_1$ | 0,9866   | 9,36    | 2,32           | 0,000   |
|                             | $\Phi_1$   | -0,3879  | -2,84   | 2,32           | 0,007   |
|                             | $\Theta_1$ | 0,5592   | 2,52    | 2,32           | 0,015   |

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memiliki t-value yang lebih besar dari  $t_{0,025;44}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya parameter model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> signifikan atau layak masuk pada model. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal.

**b. Pemeriksaan Asumsi Residual Model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Pemeriksaan asumsi residual *white noise* model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.5 menggunakan uji *Ljung-Box* memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.13** Hasil Uji *Ljung-Box* ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | Lag | $\chi^2$ | Df | $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$ | p-value |
|-----------------------------|-----|----------|----|-------------------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,1) <sup>6</sup> | 12  | 19,2     | 8  | 15,51                   | 0,014   |
|                             | 24  | 35,8     | 20 | 31,41                   | 0,016   |
|                             | 36  | 63,0     | 32 | 46,19                   | 0,001   |

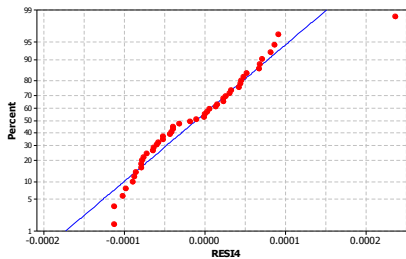
Tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2$  lebih besar dari  $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$  dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> tidak memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual

berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan sub bab 2.5 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.14** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | $D$   | $D_{47,(1-0,05)}$ | p-value |
|-----------------------------|-------|-------------------|---------|
| (0,0,1)(1,0,1) <sup>6</sup> | 0,115 | 0,238             | 0,109   |

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai  $D$  lebih kecil dari  $D_{47,(1-0,05)}$  dan p-value lebih besar dari taraf signifikan sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Selain menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pemeriksaan asumsi distribusi normal dapat dilihat secara visual berdasarkan (**Lampiran 11**) melalui Gambar 4.14



**Gambar 4.14** Probability Plot ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa plot-plot residual mengikuti garis distribusi normal, artinya residual data pada model ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal.

#### 4.4.6 Model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

Setelah dilakukan penambahan satu parameter *Moving Average* (MA), selanjutnya dilakukan penambahan satu parameter *Autoregressive* (AR) pada model dugaan yang pertama yaitu ARIMA (1, 0, 1)<sup>6</sup>, sehingga model yang terbentuk adalah ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>. Selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter serta pengujian asumsi residual *white noise*

dan berdistribusi normal. Hasil analisis berdasarkan (**Lampiran 9**) dapat dijelaskan sebagai berikut:

**a. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Estimasi dan uji signifikansi parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan hipotesis pada sub bab 2.4 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Hasil Uji Signifikansi Parameter ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | Parameter  | Estimasi    | t-value | t <sub>0,025;44</sub> | p-value |
|-----------------------------|------------|-------------|---------|-----------------------|---------|
| (1,0,0)(1,0,1) <sup>6</sup> | $\delta$   | 0,000009919 | 1,54    | 2,32                  | 0,130   |
|                             | $\theta_1$ | 0,5670      | 4,08    | 2,32                  | 0,000   |
|                             | $\Phi_1$   | 0,9745      | 10,19   | 2,32                  | 0,000   |
|                             | $\Theta_1$ | 0,4590      | 2,17    | 2,32                  | 0,036   |

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memiliki t-value yang lebih besar dari t<sub>0,025;44</sub> dan p-value lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05 dengan mengabaikan nilai konstanta sehingga dapat diputuskan bahwa tolak H<sub>0</sub>, artinya parameter model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> signifikan atau layak masuk pada model. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal.

**b. Pemeriksaan Asumsi Residual Model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>**

Pemeriksaan asumsi residual *white noise* model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> berdasarkan sub bab 2.5 menggunakan uji *Ljung-Box* memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.16** Hasil Uji *Ljung-Box* ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | Lag | $\chi^2$ | Df | $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$ | p-value |
|-----------------------------|-----|----------|----|-------------------------|---------|
| (1,0,0)(1,0,1) <sup>6</sup> | 12  | 10,8     | 8  | 15,51                   | 0,211   |
|                             | 24  | 27,7     | 20 | 31,41                   | 0,116   |
|                             | 36  | 44,4     | 32 | 46,19                   | 0,072   |

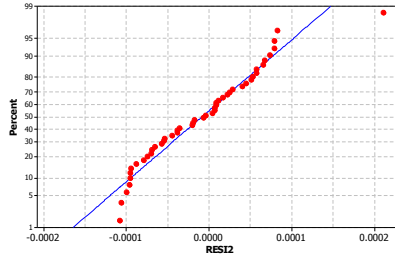
Tabel 4.16 menunjukkan bahwa nilai  $\chi^2$  lebih kecil dari  $\chi^2_{(0,05;K-p-q)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak H<sub>0</sub>, artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi *white noise*.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan sub bab 2.5 memberikan hasil analisis sebagai berikut:

**Tabel 4.17** Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov* ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

| Model                       | $D$   | $D_{47,(1-0,05)}$ | p-value |
|-----------------------------|-------|-------------------|---------|
| (1,0,0)(1,0,1) <sup>6</sup> | 0,082 | 0,238             | 0,150   |

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa nilai  $D$  lebih kecil dari  $D_{47,(1-0,05)}$  dan p-value lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05 sehingga dapat diputuskan bahwa gagal tolak  $H_0$ , artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal. Selain menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* pemeriksaan asumsi distribusi normal dapat dilihat secara visual berdasarkan (**Lampiran 11**) melalui Gambar 4.15



**Gambar 4.15** Probability Plot ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup>

Berdasarkan Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa plot-plot residual mengikuti garis distribusi normal, artinya residual data pada model ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1)<sup>6</sup> memenuhi asumsi distribusi normal.

#### 4.5 Pemilihan Model Terbaik

Setelah mendapatkan model dugaan yang telah signifikan serta memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik. Pemilihan model terbaik digunakan untuk mendapatkan model yang paling akurat diantara model dugaan yang terbentuk. Model dugaan tersebut diseleksi menggunakan kriteria RMSE dan sMAPE untuk data *out-sample*, dengan menggunakan Persamaan

2.31 dan 2.32 serta perhitungan manual pada (**Lampiran 12**) dan (**Lampiran 13**) diperoleh hasil pada Tabel 4.18 sebagai berikut:

**Tabel 4.18** Hasil Perhitungan RMSE dan sMAPE

| Model              | RMSE          | sMAPE%        |
|--------------------|---------------|---------------|
| $(0,0,1)(1,0,2)^6$ | 284330        | 14.51%        |
| $(1,0,0)(1,0,1)^6$ | <b>267802</b> | <b>14.23%</b> |

Tabel 4.18 menunjukkan kriteria penilaian model terbaik berdasarkan nilai RMSE dan sMAPE masing-masing model dugaan. Model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia yaitu ARIMA  $(1,0,0)(1,0,1)^6$ , hal tersebut ditunjukkan dengan nilai RMSE sebesar 267.802 dan sMAPE sebesar 14,23% yang paling kecil dibandingkan dengan model lainnya. Bentuk umum dan model ramalan ARIMA  $(1,0,0)(1,0,1)^6$  yang merujuk pada (**Lampiran 10**) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_1 B^6)Z_t = (1 - \Theta_1 B^6)a_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \Phi_1 B^6 + \phi_1 \Phi_1 B^7)Z_t = a_t - \Theta_1 a_{t-6}$$

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \Phi_1 Z_{t-6} + \phi_1 \Phi_1 Z_{t-7} = a_t - \Theta_1 a_{t-6}$$

$$\hat{Z}_t = \phi_1 Z_{t-1} + \Phi_1 Z_{t-6} - \phi_1 \Phi_1 Z_{t-7} - \Theta_1 a_{t-6} + a_t$$

$$\hat{Z}_t = 0,4991Z_{t-1} + 0,9850Z_{t-6} - 0,4916Z_{t-7} - 0,5317a_{t-6} + a_t$$

dimana nilai  $\hat{Z}_t$  adalah nilai transformasi  $1/\sqrt{Z_t}$

Berdasarkan model matematis yang telah dijabarkan, dapat diketahui bahwa peramalan penjualan coca-cola pada bulan ke- $t$  dipengaruhi oleh penjualan pada 1, 6, dan 7 bulan sebelumnya, serta kesalahan ramalan pada 6 bulan sebelumnya.

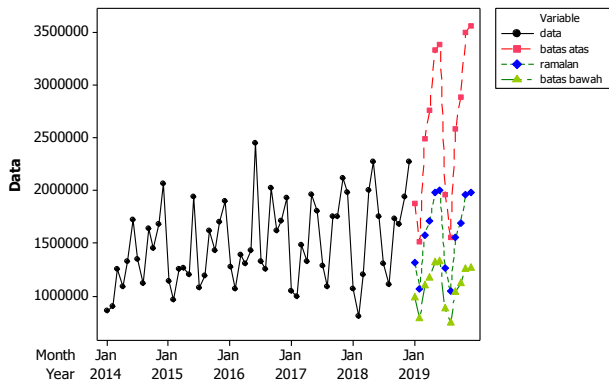
#### 4.6 Peramalan Volume Penjualan Coca-Cola

Setelah mendapatkan model terbaik, selanjutnya dilakukan peramalan volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia selama 1 tahun kedepan, yaitu tahun 2019. Hasil ramalan ditunjukkan pada Tabel 4.19 sebagai berikut:

**Tabel 4.19** Hasil Ramalan Volume Penjualan

| Bulan     | Batas Bawah | Ramalan   | Batas Atas |
|-----------|-------------|-----------|------------|
| Januari   | 976.238     | 1.318.401 | 1.877.889  |
| Februari  | 784.097     | 1.059.473 | 1.510.180  |
| Maret     | 1.091.167   | 1.579.611 | 2.487.861  |
| April     | 1.164.229   | 1.712.411 | 2.763.280  |
| Mei       | 1.311.036   | 1.980.861 | 3.333.971  |
| Juni      | 1.322.502   | 2.002.521 | 3.382.109  |
| Juli      | 879.093     | 1.260.432 | 1.956.730  |
| Agustus   | 744.532     | 1.041.187 | 1.558.173  |
| September | 1.037.916   | 1.555.124 | 2.582.881  |
| Oktober   | 1.111.989   | 1.693.431 | 2.886.486  |
| November  | 1.250.423   | 1.959.530 | 3.500.732  |
| Desember  | 1.262.794   | 1.983.911 | 3.559.290  |

Tabel 4.19 menunjukkan bahwa hasil ramalan volume penjualan coca-cola pada tahun 2019 dengan menggunakan model ARIMA (1,0,0)(1,0,1)<sup>6</sup>, volume penjualan coca-cola paling banyak diperkirakan akan terjadi pada bulan Juni dengan interval antara 1.322.502 botol sampai 3.382.109 botol dan penjualan paling sedikit diperkirakan akan terjadi pada bulan Agustus dengan interval antara 744.532 sampai 1.558.173 botol. Hasil ramalan dapat dilihat secara visual menggunakan grafik pada Gambar 4.16 sebagai berikut:

**Gambar 4.16** Plot Data Hasil Ramalan Volume Penjualan

Gambar 4.16 menunjukkan perbandingan data aktual volume penjualan coca-cola yang digambarkan dengan warna hitam, sedangkan hasil ramalan volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia berdasarkan model ARIMA  $(1,0,0)(1,0,1)^6$  digambarkan dengan warna biru. Batas bawah ramalan digambarkan dengan warna hijau dan batas atas ramalan digambarkan dengan warna merah. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai ramalan yang memiliki pola musiman dengan batas bawah dan batas atas yang mengikuti nilai ramalan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia adalah model ARIMA  $(1,0,0)(1,0,1)^6$  dengan model matematisnya yaitu  $\hat{Z}_t = 0,4991Z_{t-1} + 0,9850Z_{t-6} - 0,4916Z_{t-7} - 0,5317a_{t-6} + a_t$ , memiliki tingkat kesalahan (sMAPE) sebesar 14,23%. Dilihat dari pola data sebelumnya, volume penjualan coca-cola paling banyak diperkirakan akan terjadi pada bulan Juni dan penjualan paling sedikit diperkirakan akan terjadi pada bulan Agustus.

### 5.2 Saran

Berdasarkan analisis pada peramalan volume penjualan coca-cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia yang telah dilakukan, diperoleh hasil peramalan yang bisa dikatakan mendekati data sebelumnya. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan peneliti menggunakan lebih banyak data *series* untuk meramalkan sehingga pola data lebih teridentifikasi. Selain itu, analisis deret waktu dengan metode ARIMA perlu dilakukan pendugaan dan pengujian parameter sebanyak yang bisa dimungkinkan untuk mendapatkan nilai *error* yang seminim mungkin dan hasil ramalan yang akurat.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Affanda, A. H. K. (2017). *Peramalan Volume Penjualan Kedelai PT. X Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins* : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). *Forecasting and Time Series*. California : Duxbury Press.
- Cahyadi,W. (2009). *Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Edisi Kedua Jakarta: Bumi Aksara.
- Cryer, J. D., & Chan, K. (2008). *Time Series Analysis With Application in R Second Edition*. New York: Springer Science Bussines Media.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Terjemahan Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gooijer, Jan G. De dan Hyndman, Rob J. (2006). *25 Years Of Time Series Forecasting*. International Journal of Forecasting 22, no. 443-473
- Islmaiyah, M. I. D. (2015). *Peramalan Penjualan Produk Minuman Teh PT. Sinar Sosro Gresik Dengan Menggunakan ARIMA Box-Jenkins* : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode Aplikasi Peramalan Jilid I Edisi ke-2*. Jakarta: Erlangga.
- Wei, W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods (2nd ed.)*. USA: Pearson Education, Inc.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Permohonan Ijin Pengambilan Data



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS  
Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111  
Telp. : 031-594 3352, 031-599 4251 Fax. : 031-592 2940 PABX: 1213, 1214  
<http://www.b-stat.its.ac.id>

Nomor : 8077/IT2.VI.8.6 /TU.00.09/2019  
Perihal : Permohonan ijin memperoleh data untuk Tugas Akhir

Yth : Manager HRD  
PT. Coca Cola Amatil Indonesia  
Jl. Rungkut Industri I no. 27, Kali Rungkut, Rungkut, Surabaya

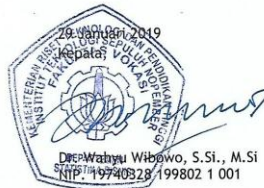
Dengan Hormat,

Dalam rangka menyelesaikan studi di Departemen Statistika Bisnis - ITS, mahasiswa diwajibkan untuk melakukan Tugas Akhir. Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon agar mahasiswa berikut :

Nama : Alda Clarinta Ramadhani  
NRP : 1061160000069  
Program Studi : Diploma III (D III)  
Judul Tugas Akhir : Peramalan Volume Penjualan Coca Cola di PT. Coca Cola Amatil Indonesia

diperkenankan memperoleh data untuk keperluan pelaksanaan Tugas Akhir. Adapun pelaksanaan dari kegiatan pengambilan data tersebut diperkirakan pada 28 Januari 2019 - 28 Februari 2019.

Demikian surat ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terima kasih.



## Lampiran 2. Surat Keaslian Data

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Alda Clarinta Ramadhani

NRP : 1061160000069

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder  
yang diambil dari

Sumber : PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

Keterangan : Data Volume Penjualan Coca-Cola Tahun 2014-2018

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, maka  
saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,  
Manager HRD  
PT. Coca-Cola Amatil Indonesia



Edy Ichwanudin, S.E.

Surabaya, 29 April 2019

Yang membuat pernyataan



Alda Clarinta Ramadhani  
NRP. 1061160000069

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Brodjol Sutjiyo Suprih Ulama, M.Si.  
NIP. 19660125 199002 1 001

**Lampiran 3.** Data Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| <b>Tahun</b> | <b>Bulan</b> | <b>Volume Penjualan</b> | <b>Tahun</b> | <b>Bulan</b> | <b>Volume Penjualan</b> |
|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| 2014         | Januari      | 855.365                 | 2016         | Januari      | 1.277.816               |
|              | Februari     | 897.304                 |              | Februari     | 1.059.669               |
|              | Maret        | 1.255.422               |              | Maret        | 1.389.443               |
|              | April        | 1.082.705               |              | April        | 1.300.861               |
|              | Mei          | 1.323.469               |              | Mei          | 1.431.518               |
|              | Juni         | 1.724.882               |              | Juni         | 2.449.079               |
|              | Juli         | 1.348.027               |              | Juli         | 1.329.649               |
|              | Agustus      | 1.117.480               |              | Agustus      | 1.247.983               |
|              | September    | 1.641.157               |              | September    | 2.018.490               |
|              | Oktober      | 1.450.896               |              | Oktober      | 1.616.049               |
|              | November     | 1.673.648               |              | November     | 1.714.274               |
|              | Desember     | 2.060.498               |              | Desember     | 1.924.796               |
| 2015         | Januari      | 1.137.290               | 2017         | Januari      | 1.040.319               |
|              | Februari     | 959.847                 |              | Februari     | 995.667                 |
|              | Maret        | 1.253.243               |              | Maret        | 1.477.772               |
|              | April        | 1.261.360               |              | April        | 1.324.590               |
|              | Mei          | 1.199.424               |              | Mei          | 1.955.540               |
|              | Juni         | 1.941.600               |              | Juni         | 1.807.040               |
|              | Juli         | 1.073.217               |              | Juli         | 1.287.827               |
|              | Agustus      | 1.191.592               |              | Agustus      | 1.082.267               |
|              | September    | 1.611.301               |              | September    | 1.751.866               |
|              | Oktober      | 1.430.963               |              | Oktober      | 1.750.003               |
|              | November     | 1.698.746               |              | November     | 2.118.781               |
|              | Desember     | 1.899.169               |              | Desember     | 1.984.265               |

**Lampiran 3.** Data Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia (Lanjutan)

| Tahun | Bulan     | Volume Penjualan |
|-------|-----------|------------------|
| 2018  | Januari   | 1.061.694        |
|       | Februari  | 805.819          |
|       | Maret     | 1.204.355        |
|       | April     | 1.999.722        |
|       | Mei       | 2.268.841        |
|       | Juni      | 1.748.464        |
|       | Juli      | 1.299.751        |
|       | Agustus   | 1.110.930        |
|       | September | 1.733.996        |
|       | Oktober   | 1.679.831        |
|       | November  | 1.933.891        |
|       | Desember  | 2.267.259        |

**Lampiran 4.** *Output* Model  $(1,0,2)^6$  pada Data *In-sample* Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| Final Estimates of Parameters                        |                     |                          |       |       |
|--|---------------------|--------------------------|-------|-------|
| Type   | Coef                | SE Coef                  | T     | P     |
| SAR 6  | 0.9396              | 0.1017                   | 9.24  | 0.000 |
| SMA 6  | 0.6712              | 0.1525                   | 4.40  | 0.000 |
| SMA 12   | -0.4611             | 0.1501                   | -3.07 | 0.004 |
| Constant   | 0.000053424         | 0.000008085              | 6.61  | 0.000 |
| Mean   | 0.0008850           | 0.0001339                |       |       |
| Number of observations: 48                           |                     |                          |       |       |
| Residuals:   | SS = 0.000000220224 | (backforecasts excluded) |       |       |
|  | MS = 0.000000005005 | DF = 44                  |       |       |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic |                     |                          |       |       |
| Lag  | 12                  | 24                       | 36    | 48    |
| Chi-Square   | 25.5                | 34.4                     | 75.5  | *     |
| DF   | 8                   | 20                       | 32    | *     |
| P-Value  | 0.001               | 0.023                    | 0.000 | *     |



**Lampiran 5.** *Output* Model  $(0,0,1)(1,0,2)^6$  pada Data *In-sample* Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| Final Estimates of Parameters                        |  |            |       |       |  |
|--|--|------------|-------|-------|--|
| Type   | Coef   | SE Coef    | T     | P     |  |
| SAR 6  | 0.9199                                       | 0.1084     | 8.49  | 0.000 |  |
| MA 1   | -0.3364                                      | 0.1411     | -2.39 | 0.022 |  |
| SMA 6  | 0.6384                                       | 0.1684     | 3.79  | 0.000 |  |
| SMA 12   | -0.4080                                      | 0.1647     | -2.48 | 0.017 |  |
| Constant   | 0.00007048                                   | 0.00001017 | 6.93  | 0.000 |  |
| Mean   | 0.0008800                                    | 0.0001270  |       |       |  |
| Number of observations: 48                           |  |            |       |       |  |
| Residuals:   | SS = 0.000000204006 (backforecasts excluded) |            |       |       |  |
|  | MS = 0.000000004744 DF = 43                  |            |       |       |  |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic |  |            |       |       |  |
| Lag  | 12   | 24         | 36    | 48    |  |
| Chi-Square   | 10.1   | 18.7       | 43.2  | *     |  |
| DF   | 7  | 19         | 31    | *     |  |
| P-Value  | 0.184  | 0.476      | 0.071 | *     |  |

**Lampiran 6.** *Output* Model  $(1,0,0)(1,0,2)^6$  pada Data *In-sample* Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| Final Estimates of Parameters                        |  |             |       |       |  |
|--|--|-------------|-------|-------|--|
| Type   | Coef   | SE Coef     | T     | P     |  |
| AR 1   | 0.5783                                       | 0.1443      | 4.01  | 0.000 |  |
| SAR 6  | 0.9025                                       | 0.1151      | 7.84  | 0.000 |  |
| SMA 6  | 0.4859                                       | 0.1931      | 2.52  | 0.016 |  |
| SMA 12   | -0.2829                                      | 0.1854      | -1.53 | 0.134 |  |
| Constant   | 0.000036731                                  | 0.000008199 | 4.48  | 0.000 |  |
| Mean   | 0.0008935                                    | 0.0001994   |       |       |  |
| Number of observations: 48                           |  |             |       |       |  |
| Residuals:   | SS = 0.000000201173 (backforecasts excluded) |             |       |       |  |
|  | MS = 0.000000004678 DF = 43                  |             |       |       |  |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic |  |             |       |       |  |
| Lag  | 12   | 24          | 36    | 48    |  |
| Chi-Square   | 6.8  | 19.8        | 35.2  | *     |  |
| DF   | 7  | 19          | 31    | *     |  |
| P-Value  | 0.450  | 0.404       | 0.276 | *     |  |

**Lampiran 7.** *Output* Model  $(1,0,1)^6$  pada Data Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| Final Estimates of Parameters                           |              |              |       |       |  |
|---|--------------|--------------|-------|-------|--|
| Type  | Coef         | SE Coef      | T     | P     |  |
| SAR 6   | 1.0232       | 0.0894       | 11.45 | 0.000 |  |
| SMA 6   | 0.6088       | 0.1986       | 3.07  | 0.004 |  |
| Constant  | -2.04577E-05 | -5.47883E-06 | 3.73  | 0.001 |  |
| Mean  | 0.0008810    | 0.0002360    |       |       |  |
| Number of observations: 48                              |              |              |       |       |  |
| Residuals: SS = 0.000000257720 (backforecasts excluded) |              |              |       |       |  |
| MS = 0.000000005727 DF = 45                             |              |              |       |       |  |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic    |              |              |       |       |  |
| Lag   | 12           | 24           | 36    | 48    |  |
| Chi-Square  | 51.7         | 74.2         | 126.4 | *     |  |
| DF  | 9            | 21           | 33    | *     |  |
| P-Value   | 0.000        | 0.000        | 0.000 | *     |  |

**Lampiran 8.** *Output* Model  $(0,0,1)(1,0,1)^6$  pada Data Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia

| Final Estimates of Parameters                           |             |             |       |       |  |
|---|-------------|-------------|-------|-------|--|
| Type  | Coef        | SE Coef     | T     | P     |  |
| SAR 6   | 0.9866      | 0.1054      | 9.36  | 0.000 |  |
| MA 1  | -0.3879     | 0.1367      | -2.84 | 0.007 |  |
| SMA 6   | 0.5592      | 0.2215      | 2.52  | 0.015 |  |
| Constant  | 0.000011704 | 0.000007688 | 1.52  | 0.135 |  |
| Mean  | 0.0008761   | 0.0005754   |       |       |  |
| Number of observations: 48                              |             |             |       |       |  |
| Residuals: SS = 0.000000233534 (backforecasts excluded) |             |             |       |       |  |
| MS = 0.000000005308 DF = 44                             |             |             |       |       |  |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic    |             |             |       |       |  |
| Lag   | 12          | 24          | 36    | 48    |  |
| Chi-Square  | 19.2        | 35.8        | 63.0  | *     |  |
| DF  | 8           | 20          | 32    | *     |  |
| P-Value   | 0.014       | 0.016       | 0.001 | *     |  |

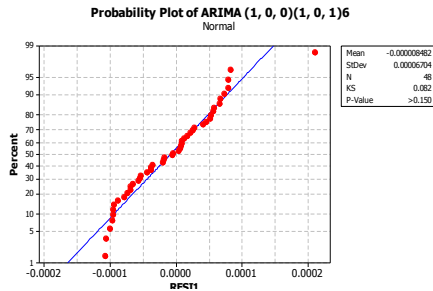
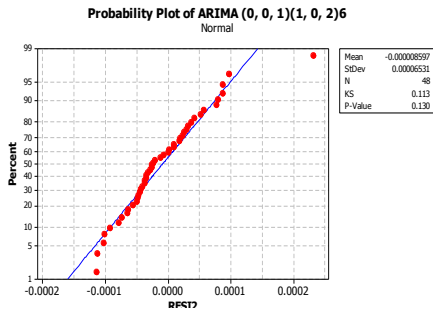
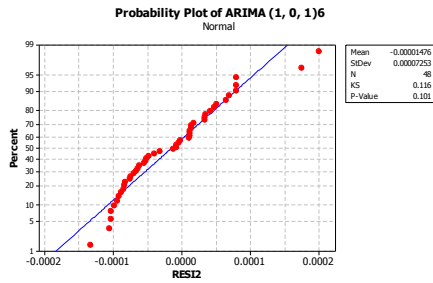
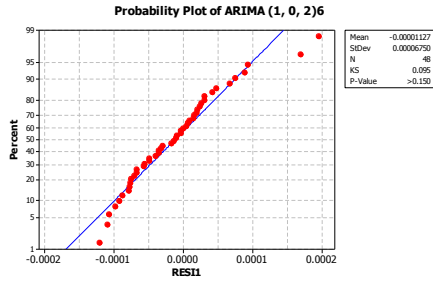
**Lampiran 9.** *Output Model (1,0,0)(1,0,1)<sup>6</sup> pada Data Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia*

| Final Estimates of Parameters                           |   |             |             |       |       |
|---|---|-------------|-------------|-------|-------|
| Type  |   | Coef        | SE Coef     | T     | P     |
| AR  | 1 | 0.5670      | 0.1389      | 4.08  | 0.000 |
| SAR   | 6 | 0.9745      | 0.0956      | 10.19 | 0.000 |
| SMA   | 6 | 0.4590      | 0.2117      | 2.17  | 0.036 |
| Constant  |   | 0.000009919 | 0.000006434 | 1.54  | 0.130 |
| Mean  |   | 0.0008983   | 0.0005826   |       |       |
| Number of observations: 48                              |   |             |             |       |       |
| Residuals: SS = 0.000000214719 (backforecasts excluded) |   |             |             |       |       |
| MS = 0.000000004880 DF = 44                             |   |             |             |       |       |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic    |   |             |             |       |       |
| Lag   |   | 12          | 24          | 36    | 48    |
| Chi-Square  |   | 10.8        | 27.7        | 44.4  | *     |
| DF  |   | 8           | 20          | 32    | *     |
| P-Value   |   | 0.211       | 0.116       | 0.072 | *     |

**Lampiran 10.** *Output Model (1,0,0)(1,0,1)<sup>6</sup> pada Hasil Ramalan Volume Penjualan Coca-Cola di PT. Coca-Cola Amatil Indonesia*

| Final Estimates of Parameters                           |   |             |             |       |       |
|---|---|-------------|-------------|-------|-------|
| Type  |   | Coef        | SE Coef     | T     | P     |
| AR  | 1 | 0.4991      | 0.1252      | 3.98  | 0.000 |
| SAR   | 6 | 0.9850      | 0.0734      | 13.42 | 0.000 |
| SMA   | 6 | 0.5317      | 0.1668      | 3.19  | 0.002 |
| Constant  |   | 0.000006659 | 0.000005055 | 1.32  | 0.193 |
| Mean  |   | 0.0008868   | 0.0006732   |       |       |
| Number of observations: 60                              |   |             |             |       |       |
| Residuals: SS = 0.000000290439 (backforecasts excluded) |   |             |             |       |       |
| MS = 0.000000005186 DF = 56                             |   |             |             |       |       |
| Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic    |   |             |             |       |       |
| Lag   |   | 12          | 24          | 36    | 48    |
| Chi-Square  |   | 9.4         | 20.3        | 34.7  | 43.9  |
| DF  |   | 8           | 20          | 32    | 44    |
| P-Value   |   | 0.308       | 0.437       | 0.339 | 0.475 |

## Lampiran 11. *Output* Distribusi Normal



**Lampiran 12.** Perhitungan Manual RMSE dan sMAPE Model (1,0,0)(1,0,1)<sup>6</sup>

| a         | b                        |           |                    | d      | f       |                 |
|-----------|--------------------------|-----------|--------------------|--------|---------|-----------------|
| outsample | ARIMA (1, 0, 0)(1, 0, 1) | b-a       | (b-a) <sup>2</sup> | (b-a)  | (b+a)/2 | d/f             |
| 1061694   | 1251240                  | 189546    | 35927603619.0253   | 189546 | 1156467 | 0.163901        |
| 805819    | 1099917                  | 294098    | 86493805398        | 294098 | 952868  | 0.308645        |
| 1204355   | 1661376                  | 457021    | 208868099821       | 457021 | 1432865 | 0.318956        |
| 1999722   | 1559891                  | -439831   | 193451490327       | 439831 | 1779806 | 0.247123        |
| 2268841   | 1910697                  | -358144   | 128266822197       | 358144 | 2089769 | 0.171379        |
| 1748464   | 1905094                  | 156630    | 24533002227        | 156630 | 1826779 | 0.085741        |
| 1299751   | 1235534                  | -64217    | 4123791168         | 64217  | 1267643 | 0.050658        |
| 1110930   | 1095912                  | -15018    | 225545542          | 15018  | 1103421 | 0.013611        |
| 1733996   | 1640552                  | -93444    | 8731722462         | 93444  | 1687274 | 0.055381        |
| 1679831   | 1546336                  | -133494   | 17820727466        | 133494 | 1613083 | 0.082757        |
| 1933891   | 1884389                  | -49502    | 2450429655         | 49502  | 1909140 | 0.025929        |
| 2267259   | 1880322                  | -386937   | 149719896566       | 386937 | 2073790 | 0.186584        |
|           |                          | rata-rata | 71717744704        |        | jumlah  | 0.142556        |
|           |                          | RMSE      | <b>267802</b>      |        | sMAPE   | <b>14.25555</b> |

**Lampiran 13.** Perhitungan Manual RMSE dan sMAPE Model (0,0,1)(1,0,2)<sup>6</sup>

| a         | b                        |           |                    | d      | f       |                 |
|-----------|--------------------------|-----------|--------------------|--------|---------|-----------------|
| outsample | ARIMA (0, 0, 1)(1, 0, 2) | b-a       | (b-a) <sup>2</sup> | (b-a)  | (b+a)/2 | d/f             |
| 1061694   | 1164650                  | 102957    | 10600045600        | 102957 | 1113172 | 0.092489        |
| 805819    | 1073600                  | 267781    | 71706733709        | 267781 | 939710  | 0.284962        |
| 1204355   | 1645700                  | 441345    | 194785274676       | 441345 | 1425027 | 0.30971         |
| 1999722   | 1477146                  | -522576   | 273085644244       | 522576 | 1738434 | 0.300602        |
| 2268841   | 1960021                  | -308820   | 95369863713        | 308820 | 2114431 | 0.146054        |
| 1748464   | 1762923                  | 14459     | 209058771          | 14459  | 1755694 | 0.008235        |
| 1299751   | 1185754                  | -113997   | 12995225741        | 113997 | 1242753 | 0.091729        |
| 1110930   | 1053249                  | -57681    | 3327106188         | 57681  | 1082090 | 0.053305        |
| 1733996   | 1626173                  | -107823   | 11625764072        | 107823 | 1680084 | 0.064177        |
| 1679831   | 1570070                  | -109760   | 12047332560        | 109760 | 1624950 | 0.067547        |
| 1933891   | 2063619                  | 129728    | 16829419918        | 129728 | 1998755 | 0.064905        |
| 2267259   | 1750018                  | -517241   | 267538112107       | 517241 | 2008638 | 0.257508        |
|           |                          | rata-rata | 80843298442        |        | jumlah  | 0.145102        |
|           |                          | RMSE      | <b>284330</b>      |        | sMAPE   | <b>14.51018</b> |

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Alda Clarinta Ramadhani atau akrab disapa Alda. Lahir di Surabaya pada 4 Januari 1998 dari pasangan Gunawan Wibisono dan Elvi Khutsia sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan formal di TK Khadijah Surabaya (2002-2004), SD Laboratorium UNESA (2004-2010), SMP Negeri 21 Surabaya (2010-2013), dan SMA Negeri 15 Surabaya (2013-2016). Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Penulis juga mengikuti beberapa pelatihan seperti LKMM pra-TD 2016, LKMM TD 2017, serta berpartisipasi dalam kepanitiaan beberapa acara di kampus yaitu, ITS Edufair 2017 dan ITS EXPO 2017. Penulis juga mendapatkan kesempatan untuk Kerja Praktek di PT. Petrokimia Gresik tahun 2018. Segala kritik, saran, dan pertanyaan untuk penulis dapat disampaikan melalui email: [aldaclarintar@gmail.com](mailto:aldaclarintar@gmail.com)