

**TUGAS AKHIR - KS091336**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK  
MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE PADA PT. XYZ**

**MUHAMMAD A. B.  
NRP 5210 100 069**

**Dosen Pembimbing  
Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**

**FINAL PROJECT - KS091336**

# **IMPLEMENTATION FOR MINIMIZING ERROR FORECASTING METHOD SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE USING GENETIC ALGORITHM IN PT. XYZ**

**MUHAMMAD A. B.**  
**NRP 5210 100 069**

**Academic Promotor**  
**Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom**

**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM**  
**Faculty of Information Technology**  
**Institute of Technology Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2014**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK  
MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE PADA PT. XYZ**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada**

**Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**MUHAMMAD A. B.  
NRP 5210 100 069**

Surabaya, Juli 2014

**Ketua Jurusan Sistem Informasi**

**Dr. Eng. FEBRILIYAN SAMOPA, S.Kom., M.Kom.  
NIP.19730219 199802 1 001**



**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK  
MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE PADA PT. XYZ**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada**

**Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :


**MUHAMMAD A. B.  
Nrp 5210 100 069**

**Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 10 Juli 2014  
Periode Wisuda : September 2014**

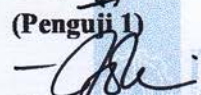
**Wiwik Angraini, S.Si, M.Kom**

  
**(Pembimbing I)**

**Mahendrawathi ER, ST., MSc., PhD.**

  
**(Penguji 1)**

**Irmasari Hafidz, S.Kom., M.Sc.**

  
**(Penguji 2)**

# **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE PADA PT. XYZ**

**Nama Mahasiswa** : MUHAMMAD A. B.  
**NRP** : 5210 100 069  
**Jurusan** : SISTEM INFORMASI FTIF-ITS  
**Dosen Pembimbing** : WIWIK ANGGRAENI S.Si.,  
M.Kom

## **Abstrak**

*Peramalan jumlah permintaan produk merupakan hal yang sangat penting dilakukan bagi PT. XYZ. Selama ini, PT. XYZ masih melakukan perencanaan produksinya berdasarkan jumlah produksi periode sebelumnya. Saat tepat untuk meramalkan banyaknya permintaan inilah yang harus diidentifikasi oleh pihak perusahaan agar keputusan yang diambil tepat mengenai sasaran sebelum pangsa pasarnya mengalami penurunan. Berangkat dari permasalahan itulah PT. XYZ memerlukan sebuah optimasi untuk perencanaan yang mereka lakukan. Sehingga hasil dari perencanaan perusahaan tersebut menjadi optimal.*

*Pada optimasi peramalan kali ini akan digunakan Algoritma Genetika dengan menggunakan metode Seasonal ARIMA (SARIMA) sebagai metode peramalannya, dimana data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan/realisasi penjualan dari tahun 2011 – 2012 yang bersifat musiman. Algoritma Genetika dipilih karena merupakan algoritma yang dapat mengkombinasikan kromosom-kromosom atau variabel autoregressive ( $p$ ),*

*difference (d), moving average (q) dan juga seasonal autoregressive (P), seasonal difference (D), seasonal moving average (Q) yang merupakan parameter dari metode peramalan SARIMA untuk meminimasi galat pada metode ini. Akhir dari penelitian ini adalah dengan kombinasi nilai parameter yang optimal tersebut akan dilakukan peramalan beberapa periode kedepan. Hal ini dilakukan agar memudahkan sebuah PT. XYZ dalam pengoperasian peramalan nantinya.*

*Hasil dari tugas akhir berupa sebuah sistem yang dapat menentukan nilai parameter pada metode peramalan SARIMA secara optimal untuk menunjang peramalan data PT. XYZ yang bersifat musiman yang mana hasil tersebut akan digunakan dalam penentuan produksi oleh PT. XYZ tersebut. Dengan menerapkan sistem ini diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam melakukan penentuan kombinasi nilai parameter pada saat menggunakan Algoritma Genetika. Sehingga sistem tersebut dapat menunjang dalam peramalan pada PT. XYZ berdasarkan pola data yang sudah ada dengan optimal dan perusahaan dapat meraih tingkat keuntungan yang maksimal.*

**Kata kunci:** *Algoritma Genetika, Java, Musiman, Peramalan, SARIMA*

**IMPLEMENTATION FOR MINIMIZING ERROR  
FORECASTING METHOD SEASONAL  
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE  
USING GENETIC ALGORITHM IN PT. XYZ**

**Name : MUHAMMAD A. B.**  
**NRP : 5210 100 069**  
**Departement : INFORMATION SYSTEM FTIF-ITS**  
**Supervisor : WIWIK ANGGRAENI S.Si., M.Kom**

*Abstract*

*Forecasting product demand is very important for PT. XYZ. During this time, PT. XYZ is still doing production planning based on the amount of production of the previous period. The appropriate time to predict the number of requests is what must be identified by the company in order to take the appropriate decisions regarding the target before its market share decline. Departing from the problems that PT. XYZ requires an optimization for the planning they do. So the results of the company planning to be optimal.*

*At this time forecasting optimization will be used Genetic Algorithm using Seasonal ARIMA (SARIMA) as forecasting method, where the data used in this study is data sales / sales realization from the year 2011 to 2012 which is seasonal. Genetic Algorithms have been an algorithm that can combine chromosomes or variable autoregressive ( $p$ ), difference ( $d$ ), moving average ( $q$ ) and also seasonal autoregressive ( $P$ ), seasonal difference ( $D$ ), seasonal moving average ( $Q$ ) which is a parameter SARIMA forecasting method to minimize the error in this method. End of the study was the combination of the optimal parameter values will be forecasting future periods. This is*

*done in order to facilitate a PT. XYZ in forecasting future operations.*

*The results of the final project in the form of a system that can determine the value of the parameter at optimal SARIMA forecasting methods to support data forecasting PT. XYZ is seasonal which these results will be used in the determination of production by PT. The XYZ. By implementing this system is expected to facilitate the user in making the determination of the combination of parameter values when using Genetic Algorithms. So that the system can support in forecasting at. XYZ based on the pattern of existing data with the company to achieve optimal and maximum benefit levels.*

**Keyword : *Forecasting, Genetic Algorithm, Java, SARIMA, Seasonal***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK MINIMASI GALAT PADA METODE PERAMALAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE PADA PT. XYZ” sebagai salah satu syarat kelulusan di Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, maka selesai pula masa studi penulis yang telah ditempuh selama empat tahun.

Penulis sadar bahwa dalam proses pengerjaan sampai terselesaikannya tugas akhir ini dibutuhkan bantuan dari berbagai pihak dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan S1 dengan baik.
2. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah membagi banyak ilmu kepada penulis sejak awal masuk sebagai mahasiswa serta seluruh serta staf di Jurusan Sistem Informasi yang telah memberikan banyak sekali bantuan selama penulis berkuliah.
3. Ibu Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom yang selama tugas akhir memberikan perhatian dan bimbingan sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih, atas perhatian dan bimbingan Ibu.
4. Seluruh dosen pengajar beserta staf dan karyawan Jurusan Sistem Informasi yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama 8 semester.

5. Rekan – rekan mahasiswa Jurusan Sistem Informasi khususnya FOXIS 2010 yang telah memberikan motivasi, spirit dan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Serta semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan diatas.

Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, serta doanya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat hidayah serta membalas kebaikan-kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Surabaya, 13 Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR DIAGRAM.....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
DAFTAR SEGMENT KODE PROGRAM.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Tugas Akhir.....	5
1.4. Tujuan Tugas Akhir .....	5
1.5. Manfaat Tugas Akhir .....	5
1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1. Proses Bisnis PT. XYZ .....	9
2.2. Analisis Time Series .....	12
2.3. Stasioneritas .....	13
2.4. <i>White Noise</i> .....	16
2.5. Seasonalitas (Musiman) .....	17
2.6. Peramalan.....	19
2.7. Algoritma Genetika.....	20
2.8. Metode ARIMA .....	24
2.8.1. Autoregressive (AR) .....	25
2.8.2. Moving Average (MA).....	26
2.8.3. <i>Autoregressive Moving Average (ARMA)</i> .....	27
2.8.4. <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i> .....	28
2.8.5. <i>Seasonal ARIMA</i> .....	29
2.8.6. Langkah-langkah Pelaksanaan Metode ARIMA..	31
2.9. Kriteria Performa Peramalan .....	35
BAB III METODE PENELITIAN .....	39

3.1.	Identifikasi Masalah dan Pencarian data.....	42
3.2.	SARIMA 1 .....	42
3.3.	Penentuan Populasi Awal.....	42
3.4.	Seleksi Individu.....	43
3.5.	Reproduksi: Cross over dan Mutasi .....	43
3.6.	Populasi Baru .....	43
3.7.	SARIMA 2 .....	44
3.8.	Pengecekan MAPE .....	44
<b>BAB IV MODEL DAN IMPLEMENTASI .....</b>		<b>45</b>
4.1.	Gambaran Umum Data Masukan.....	45
4.2.	Model .....	45
4.2.1.	Analisis Sistem .....	45
4.2.2.	Analisis Data .....	47
4.3.	Spesifikasi Sistem .....	53
4.4.	Estimasi Parameter Sementara.....	54
4.5.	Algoritma Genetika.....	55
4.5.1.	Pembentukan Populasi Awal.....	56
4.5.2.	Kawin Silang .....	58
4.5.3.	Mutasi.....	60
4.5.4.	Akurasi Hasil.....	61
4.6.	Perancangan Sistem <i>Output</i> .....	62
4.7.	Perancangan Sistem Antarmuka Pengguna.....	63
4.8.	Implementasi Sistem .....	64
<b>BAB V UJI COBA DAN ANALISIS HASIL.....</b>		<b>69</b>
5.1.	Lingkungan Uji Coba.....	69
5.2.	Uji Coba dan Verifikasi Sistem.....	70
5.3.	Uji Coba dan Validasi Metode <i>Seasonal</i> ARIMA .....	71
5.3.1.	Identifikasi Model dan Stasioneritas .....	71
5.3.2.	Pendugaan Parameter (ordo $p$ , $d$ , $q$ , $P$ , $D$ , dan $Q$ ).....	74
5.3.3.	Pemeriksaan Diagnostik .....	80
5.4.	Perubahan Data dan Pola Data.....	84
5.5.	Uji Coba Metode ARIMA.....	85
5.5.1.	Identifikasi Model dan Stasioneritas .....	86
5.5.2.	Pendugaan Parameter (ordo $p$ , $d$ , dan $q$ ).....	89
5.5.3.	Pemeriksaan Diagnostik .....	94

5.6. Peramalan.....	96
5.6.1. Peramalan SARIMA .....	97
5.6.2. Peramalan ARIMA.....	101
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
5.1. Kesimpulan .....	109
5.2. Saran .....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	111
RIWAYAT PENULIS.....	113
LAMPIRAN A .....	1
DATA INPUTAN.....	1
LAMPIRAN B .....	1
HASIL PERAMALAN.....	1
HASIL PERAMALAN MINITAB.....	1
HASIL PERAMALAN PROGRAM JAVA.....	5

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dan Persamaan ARIMA dan SARIMA.....	31
Tabel 2.2 Identifikasi Model ARIMA berdasarkan Plot ACF dan PACF (Wei, 2006).....	33
Tabel 2.3 Kriteria MAPE .....	37
Tabel 4.1 Fungsionalitas Program.....	65
Tabel 5.1 Lingkungan Perangkat Keras Uji Coba.....	69
Tabel 5.2 Lingkungan Perangkat Lunak Uji Coba.....	70
Tabel 5.3 Hasil Metode ARIMA dengan menggunakan Minitab .....	101
Tabel 5.4 Hasil Metode ARIMA dengan menggunakan Program Java.....	103
Tabel 7.1 Data Penjualan Semen per Minggu dan per Bulan.....	1
Tabel 8.1 Hasil Metode SARIMA dengan menggunakan Minitab	
Tabel 8.2 Hasil Metode SARIMA dengan menggunakan Java.....	5

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pola Data Penjualan pada PT. XYZ .....	3
Gambar 2.1 Ilustrasi Representasi Algoritma Genetika (Entin, 2007).....	22
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian Tugas Akhir .....	41
Gambar 4.1 Grafik Data Penjualan dalam Mingguan .....	50
Gambar 4.2 Grafik Data Penjualan pada 24 Minggu Pertama ....	51
Gambar 4.3 Perbedaan Seasonalitas dalam Satu Rangkaian Data Mingguan .....	52
Gambar 4.4 Contoh Data Input pada Excel.....	53
Gambar 4.5 ACF .....	55
Gambar 4.6 PACF .....	55
Gambar 4.7 Ilustrasi Bagian GA pada Sistem.....	56
Gambar 4.8 Ilustrasi Kawin Silang / <i>Cross Over</i> .....	59
Gambar 4.9 Rancangan Halaman Sistem .....	64
Gambar 5.1 Nilai Keluaran Program.....	70
Gambar 5.2 Pola data mingguan yang bersifat <i>seasonal</i> .....	72
Gambar 5.3 Data yang membentuk Trend .....	73
Gambar 5.4 Data yang telah Diferensiasi 1 .....	73
Gambar 5.5 ACF .....	74
Gambar 5.6 PACF .....	75
Gambar 5.7 Percobaan Parameter pada Minitab .....	76
Gambar 5.8 Hasil dari Parameter (2 3 0 dan 2 3 1) <sub>16</sub> .....	77
Gambar 5.9 Hasil dari Parameter (0 1 0 dan 4 0 3) <sub>8</sub> .....	78
Gambar 5.10 Hasil dari Parameter (4 3 0 dan 2 5 0) <sub>12</sub> .....	79
Gambar 5.11 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA (2 3 0)(2 3 1) <sub>16</sub> .....	80
Gambar 5.12 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA (0 1 0)(4 0 3) <sub>8</sub> .....	81
Gambar 5.13 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA (4 3 0)(2 5 0) <sub>12</sub> .....	81
Gambar 5.14 Optimum Model pada Program Peramalan dengan Metode SARIMA .....	82
Gambar 5.15 Tampilan untuk Hasil Model (0 4 2)(4 2 1) <sub>12</sub> yang Kurang Optimal .....	83

Gambar 5.16 Error Program untuk Model $(0\ 4\ 2)(4\ 2\ 1)_{12}$ yang Kurang Optimal.....	84
Gambar 5.17 Pola data bulanan yang bersifat <i>non-seasonal</i> .....	85
Gambar 5.18 Data bulanan yang bersifat <i>non-seasonal</i> yang membentuk trend.....	87
Gambar 5.19 Data bulanan dengan Diferensiasi 1.....	88
Gambar 5.20 ACF Data <i>non-seasonal</i> .....	89
Gambar 5.21 PACF Data <i>non-seasonal</i> .....	90
Gambar 5.22 Percobaan Parameter pada Minitab.....	90
Gambar 5.23 Hasil dari Parameter $(0\ 1\ 1)_{12}$ .....	91
Gambar 5.24 Hasil dari Parameter $(1\ 1\ 0)_{12}$ .....	92
Gambar 5.25 Hasil dari Parameter $(1\ 1\ 1)_{12}$ .....	93
Gambar 5.26 Hasil Uji Ljung-Box ARIMA $(0\ 1\ 1)_{12}$ .....	94
Gambar 5.27 Hasil <i>Error</i> pada Minitab.....	95
Gambar 5.28 Hasil Uji Ljung-Box ARIMA $(1\ 1\ 1)_{12}$ .....	95
Gambar 5.29 Optimum Model pada Program Peramalan dengan Metode ARIMA.....	96
Gambar 5.30 Hasil pada Minitab.....	97
Gambar 5.31 Grafik Perbandingan Peramalan Program Java dan Minitab Menggunakan Data Mingguan.....	99
Gambar 5.32 Pola Data Per Bulan.....	100
Gambar 5.33 Hasil Keluaran pada Minitab.....	102
Gambar 5.34 Tampilan Program Setelah Proses Peramalan ARIMA.....	105
Gambar 5.35 Grafik Perbandingan Hasil Peramalan Menggunakan Data Bulanan.....	106
Gambar 5.36 Tampilan untuk Hasil Model $(0\ 2\ 2)_{12}$ yang Kurang Optimal.....	107
Gambar 5.37 <i>Error</i> Program untuk Model $(0\ 2\ 2)_{12}$ yang Kurang Optimal.....	107

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1 Proses Bisnis PT. XYZ.....	11
Diagram 2.2 Contoh plot data stasioner dalam rata-rata dan varians (Munawaroh, 2010) .....	13
Diagram 2.3 Contoh plot data non-stasioner dalam rata-rata (Munawaroh, 2010).....	14
Diagram 2.4 Contoh plot data stasioner dalam varians (Munawaroh, 2010).....	14
Diagram 2.5 Contoh grafik fungsi autokorelasi untuk data yang dipengaruhi pola trend (Santoso, 2009) .....	18
Diagram 2.6 Contoh grafik fungsi autokorelasi untuk data yang dipengaruhi pola musiman bulanan (Hanke & Wichern, Business Forecasting Eight Edition, 2005).....	19
Diagram 2.7 Tahapan pelaksanaan ARIMA.....	25
Diagram 4.1 Data Penjualan per-Minggu.....	49

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini, akan dijelaskan tentang Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Tugas Akhir, Tujuan Tugas Akhir, dan Relevansi atau Manfaat Kegiatan Tugas Akhir serta sistematika penulisan laporan pengerjaan tugas akhir ini.

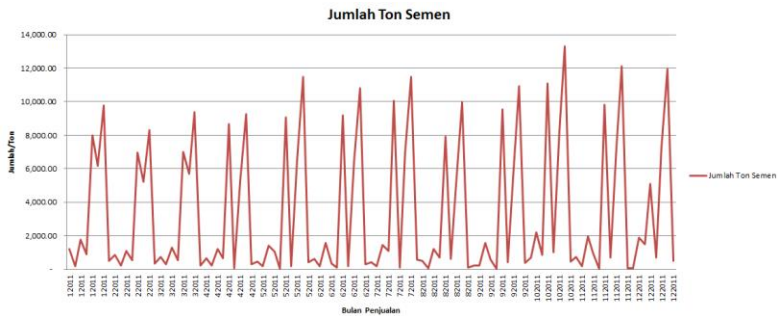
### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Kelangsungan sebuah usaha sangat diperlukan oleh setiap organisasi baik yang berorientasi pada profit maupun yang non-profit. PT. XYZ merupakan salah satu produsen semen terbesar di Indonesia dengan unit pengoperasian sebanyak 4 pabrik yang berlokasi di kota Gresik dan Tuban. Saat ini kapasitas produksi yang dihasilkan sudah mencapai 8.20 juta ton semen tiap tahun. Dengan menghasilkan jumlah produksi yang begitu besar untuk dijual pada distributor, PT. XYZ perlu menentukan arah penjualan produknya tersebut agar dapat memaksimalkan keuntungan yang didapat. Selain itu peningkatan kualitas dari produksi ini ditunjukkan dengan adanya pengolahan bahan baku, proses produksi yang sesuai standar, dan tenaga kerja yang mencukupi. Untuk melakukan hal ini maka dibutuhkan sebuah perencanaan yang tepat, efektif, dan efisien. Sehingga dengan adanya perencanaan ini maka perusahaan akan dapat memberikan pelayanan yang terbaik kepada para pelanggannya.

Dalam proses produksinya, PT. XYZ selalu merencanakan berapa jumlah semen yang harus mereka produksi dan target produksi setiap bulannya dengan melihat histori data penjualan pada periode sebelumnya. Namun karena adanya faktor-faktor yang menyebabkan naik dan turunnya permintaan pasar dikarenakan adanya trend musim, PT. XYZ harus lebih berhati-hati dalam

menentukan perencanaan produksi untuk periode kedepannya. Jika terjadi salah peramalan yang ada malah akan memperburuk penjualan semen dari PT. XYZ.

Seperti pada saat-saat bulan genap yaitu Februari, April, Juni, dan seterusnya, PT. XYZ memiliki banyak sekali stok diakibatkan pembuatan semen pada bulan sebelumnya. Sehingga pada bulan-bulan tersebut memiliki banyak sekali penjualan. Dibandingkan dengan bulan-bulan ganjil seperti bulan Januari, Maret, Mei, dan seterusnya, pada bulan-bulan tersebut PT. XYZ fokus pada produksi semen, sehingga stok yang ada masih sedikit sehingga penjualan semen menjadi turun. Contoh lain adalah pada saat sebelum hari raya Idul Fitri, konsumen dari semen meningkat sehingga permintaan dari pelanggan menjadi tidak pasti sehingga hal ini akan berdampak pada peningkatan/penurunan jumlah penjualan semen yang dilakukan oleh PT. XYZ. Banyaknya pembelian semen yang dilakukan oleh konsumen adalah pada saat-saat tertentu berbeda-beda. Frekuensi pelanggan tinggi terjadi pada waktu mendekati hari raya. Hal tersebut akan membuat PT. XYZ perlu mengetahui jumlah penjualan yang mungkin terjadi pada tahun-tahun berikutnya karena PT. XYZ harus menyiapkan stok yang banyak jika akan terjadi penjualan yang cukup sehingga permintaan konsumen pada tahun berikutnya selalu terpenuhi. Jumlah pembelian dari waktu ke waktu di wilayah Surabaya yang dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut ini.



**Gambar 1.1 Pola Data Penjualan pada PT. XYZ**

Permintaan produk di PT. XYZ dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jumlah penduduk, pendapatan per kapita, dan konsumsi dalam pembuatan bangunan. Semakin tinggi pertumbuhan faktor ini, maka semakin tinggi pula permintaan produk semen ini. Sedangkan permasalahan yang dihadapi adalah dengan permintaan yang juga berpengaruh pada penjualan yang tidak menentu, maka seringkali terjadi kesalahan dalam penentuan jumlah produksi. Berdasarkan permasalahan di atas, pemecahan masalah yang ditawarkan adalah dengan menggunakan peramalan dengan metode SARIMA.

Metode ini dipilih karena dapat digunakan untuk menganalisis situasi yang acak, tren, musim bahkan sifat siklis dalam deret waktu yang dianalisis. Untuk data yang bersifat musiman menggunakan metode peramalan dari pengembangan ARIMA yaitu ARIMA musiman (*Seasonal ARIMA* atau biasa disebut SARIMA). Tetapi ada sebuah ketidakpastian dalam proses peramalannya yaitu terletak pada penentuan  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan juga  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  yang merupakan parameter dari metode SARIMA yang akan digunakan sebagai solusi permasalahan di atas. Dari parameter tersebut diketahui  $p$  adalah jumlah dari autoregressive (*AR-term*)

pada *time series*,  $d$  adalah jumlah *differencing* untuk menggambarkan stationaritas dari *time series* dan  $q$  adalah jumlah dari *moving average (MA-term)* pada *time series*. Sedangkan  $P$ ,  $D$ , dan  $Q$  adalah sama dengan  $p$ ,  $d$ , dan  $q$  tetapi hanya saja terdapat perbedaan pada sifatnya yaitu untuk bagian *seasonal* pada data. Kombinasi nilai parameter tersebut haruslah dicoba terus-menerus hingga didapatkan kombinasi nilai yang akan berdampak menjadi nilai peramalan yang optimal. Berangkat dari permasalahan itulah pemecahan masalah yang ditawarkan adalah pembuatan sistem penentuan kombinasi parameter pada metode SARIMA dengan metode Algoritma Genetika. Pembuatan sistem dengan Algoritma Genetika digunakan untuk menemukan kombinasi angka dari parameter yang optimal dan juga mempersingkat waktu peramalan yang dilakukan. Dengan adanya sistem penentuan parameter ini dapat membantu pimpinan perusahaan dalam memperkirakan jumlah setiap jenis bahan baku perusahaan untuk diproduksi.

Atas dasar kelebihan-kelebihan serta faktor-faktor yang mempengaruhi dari pola data pada sebuah perusahaan seperti yang telah dijelaskan diatas, maka dalam tugas akhir ini Algoritma Genetika dan juga pengembangan dari metode SARIMA tersebut digunakan sebagai solusi untuk memecahkan masalah optimalisasi nilai parameter pada metode SARIMA.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah :

1. Apakah kombinasi parameter dalam metode SARIMA berdasarkan pola data yang ada?
2. Bagaimana kemampuan Algoritma Genetika dalam menemukan kombinasi parameter pada metode SARIMA yang optimal?

### **1.3. Batasan Tugas Akhir**

Beberapa batasan yang diberlakukan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Adapun batasan masalah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data yang digunakan merupakan data yang bersifat musiman dalam bentuk data mingguan dan bersifat non-musiman dalam bentuk data bulanan.
2. Data yang digunakan merupakan data penjualan atau realisasi produk selama 2011 – 2012 dalam bentuk data mingguan dan bulanan.
3. Jenis semen yang digunakan adalah SEMEN PPC ZAK 40 KG.
4. Wilayah data penjualan yang diambil adalah Surabaya.

### **1.4. Tujuan Tugas Akhir**

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

Dapat membuat sebuah sistem yang dapat digunakan untuk menemukan kombinasi parameter dari metode peramalan SARIMA dengan menggunakan metode Algoritma Genetika.

### **1.5. Manfaat Tugas Akhir**

#### **Bagi perusahaan**

Dapat memudahkan perusahaan dalam mendapatkan hasil peramalan yang akurat dengan kombinasi parameter-parameter yang optimal sehingga perusahaan mampu melakukan perencanaan serta pembuatan keputusan operasional yang efektif dan efisien terkait dengan produksi.

## **1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir dibagi menjadi enam bab sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah tugas akhir, manfaat tugas akhir, tujuan tugas akhir dan sistematika penulisan yang diterapkan dalam memaparkan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil studi literatur yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir yang meliputi perencanaan produksi dan optimasi dengan metode Algoritma Genetika.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah–langkah penelitian tugas akhir beserta metode yang dipakai. Langkah–langkah yang digunakan juga dijelaskan dalam sebuah diagram alur yang sistematis dan akan dijelaskan tahap demi tahap.

### **BAB IV DESAIN DAN IMPLMENTASI MODEL**

Pada bab ini dijelaskan mengenai desain dan implementasi model optimasi perencanaan produksi dengan metode Algoritma Genetika.

### **BAB V UJI COBA DAN ANALISIS**

Pada bab ini dijelaskan mengenai uji coba model optimasi yang telah dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Java Netbeans. Kemudian dari hasil yang ada dapat dilakukan analisis.



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari penelitian tugas akhir dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian Tinjauan Pustaka pada buku Tugas Akhir ini berisi teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir.

#### **2.1. Proses Bisnis PT. XYZ**

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri semen. Diresmikan pada tanggal 7 Agustus 1957 oleh Presiden RI pertama dengan kapasitas terpasang 250.000 ton semen per tahun. Saat ini kapasitas dari group PT. XYZ adalah sebesar 16.92 juta ton semen per tahun, dan menguasai sekitar 46% pangsa pasar semen domestik. Group ini memproduksi berbagai jenis semen, antara lain:

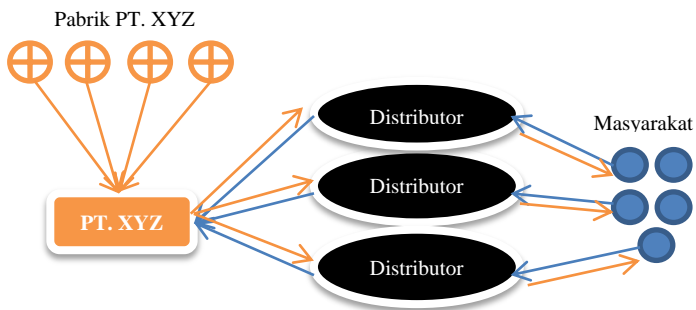
- Semen Portland Tipe I. Dikenal pula sebagai ordinary Portland Cement (OPC), merupakan semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain: bangunan, perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, landasan pacu dan jalan raya.
- Semen Portland Tipe II. Di kenal sebagai semen yang mempunyai ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Misalnya untuk bangunan di pinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi, beton massa dan bendungan.
- Semen Portland Tipe III. Semua jenis ini merupakan semen yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal yang tinggi setelah proses pengecoran dilakukan dan memerlukan penyelesaian secepat mungkin. Misalnya

digunakan untuk pembuatan jalan raya, bangunan tingkat tinggi dan bandar udara.

- Semen Portland Tipe V. Semen jenis ini dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat tinggi dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.
- Special Blended Cement (SBC). Semen khusus yang diciptakan untuk pembangunan mega proyek jembatan Surabaya-Madura (Suramadu) dan cocok digunakan untuk bangunan di lingkungan air laut. Dikemas dalam bentuk curah.
- Portland Pozzolan Cement (PPC). Semen Hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak, gypsum dan bahan pozzolan. Digunakan untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Misalnya, jembatan, jalan raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigasi dan fondasi pelat penuh.

Dalam memproduksi segala macam jenis semen ini, PT. XYZ selalu melihat pada permintaan pelanggan. Jumlah produksi semen yang dilakukan pun disesuaikan dengan jumlah permintaan sebelumnya. Jika permintaan produk melebihi perencanaan maka PT. XYZ akan meninjau ulang kembali apakah permintaan tersebut dipenuhi semua, sebagian saja, atau malah ditolak. Hal ini dikarenakan jumlah produksi yang dilakukan oleh PT. XYZ hampir mencapai batas maksimal. Sehingga pelanggan pun harus dipilih mana yang lebih menguntungkan dari pihak PT. XYZ dan mana yang tidak.

Namun karena adanya faktor-faktor yang menyebabkan naik dan turunnya permintaan pasar dikarenakan adanya trend musim, PT. XYZ harus lebih berhati-hati dalam menentukan perencanaan produksi untuk periode kedepannya. PT. XYZ dapat melakukan perkiraan atau peramalan jumlah penjualan pada jenis semen yang paling banyak jumlah permintaannya oleh pelanggan untuk periode berikutnya. Perkiraan jumlah permintaan semen berjenis SEMEN PPC ZAK 40 KG dengan tingkat akurasi yang tinggi dapat membantu PT. XYZ dalam membuat perencanaan strategis yang lebih efektif dan efisien seperti menaikkan kuantitas produksi pada jenis semen yang paling diminati oleh pelanggan sehingga PT. XYZ dapat menyesuaikan segala macam variabel yang terkait seperti tenaga kerja, bahan baku, dan lain-lain dengan jumlah permintaan semen jenis tersebut. Dengan demikian proses bisnis dari PT. XYZ dapat dilihat pada diagram 2.1 berikut ini.



**Diagram 2.1 Proses Bisnis PT. XYZ**

Keterangan :

- : Permintaan pasar
- : Penjualan berdasar permintaan pasar

## 2.2. Analisis Time Series

*Time series* merupakan analisis identifikasi pola historis (dengan menggunakan waktu sebagai acuan), kemudian membuat peramalan dengan menggunakan perkiraan berdasarkan waktu untuk pola-pola tersebut. Sebuah model time series mengasumsikan bahwa beberapa pola atau kombinasi pola akan berulang sepanjang waktu. Jadi, dengan mengidentifikasi dan memperkirakan itu, peramalan untuk periode-periode berikutnya dapat dikembangkan (Wei, 2006).

Pola data time series ada bermacam-macam. Pola data biasanya tidak ideal mempunyai garis yang halus, tetapi akan selalu mempunyai tingkat random disekitarnya. Kerandoman ini diakibatkan oleh fluktuasi data yang tidak bisa diramalkan.

Bagian dari pola data yang perlu diperhatikan adalah bahwa kebanyakan deret berkala bersifat non-stasioner dan bahwa aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner. Stasioneritas berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Data secara kasarnya harus horizontal sepanjang sumbu waktu. Dengan kata lain, fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut pada pokoknya tetap konstan setiap waktu.

Suatu deret waktu yang tidak stasioner harus diubah mejadi stasioner dengan melakukan *differencing*. *Differencing* disini adalah menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Jika belum stasioner, maka dilakukan *differencing* lagi. Jika varians tidak stasioner, maka dilakukan transformasi logaritma (Sutisna, 2004).

### 2.3. Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut (Makridakis, Steven C., & Victor E., 1999). Bentuk visual dari plot data *time series* sering kali cukup meyakinkan para perencana bahwa data tersebut stasioner atau nonstasioner.

Data *time series* dikatakan stasioner dalam rata-rata jika rata-ratanya tetap (tidak terdapat pola *trend*). Diagram 2.2 merupakan contoh plot data *time series* yang stasioner dalam rata-rata dan varians. Sedangkan diagram 2.3 menunjukkan plot data *time series* yang non-stasioner dalam rata-rata.

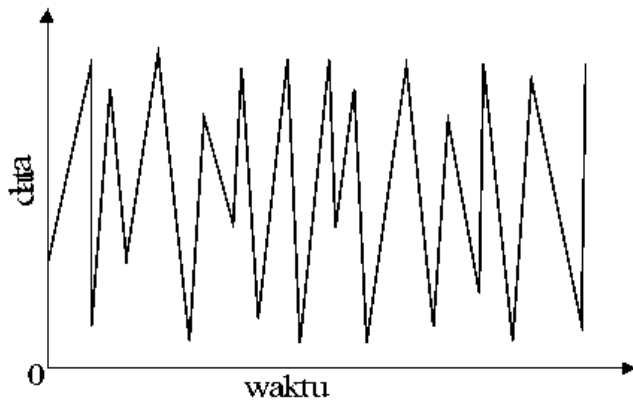
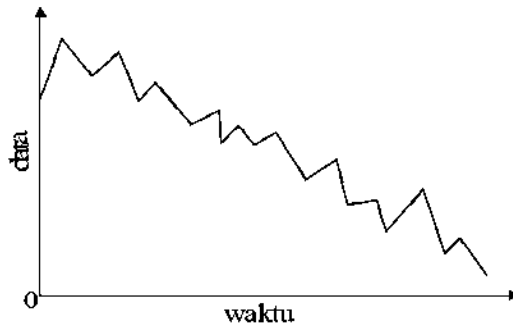
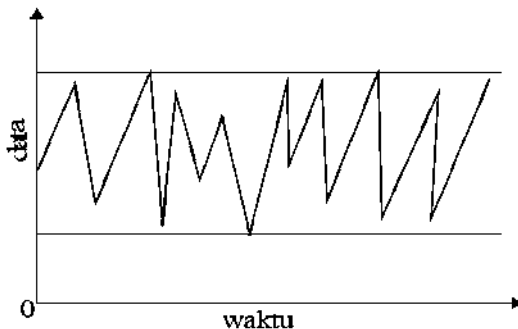


Diagram 2.2 Contoh plot data stasioner dalam rata-rata dan varians (Munawaroh, 2010)



**Diagram 2.3** Contoh plot data non-stasioner dalam rata-rata  
(Munawaroh, 2010)

Data *time series* dikatakan stasioner dalam varians jika naik dan turun datanya tetap atau konstan (horizontal sepanjang sumbu waktu), seperti pada diagram 2.4.



**Diagram 2.4** Contoh plot data stasioner dalam varians  
(Munawaroh, 2010)

Untuk menstasionerkan data non-stasioner dalam rata-rata dapat dilakukan proses *differencing* (pembedaan).



Operator shift mundur (*backward shift*) sangat tepat untuk menggambarkan proses pembedaan (Makridakis, Steven C., & Victor E., 1999). Penggunaan *backward shift* adalah sebagai berikut.

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$Z_t$  = nilai variabel Z pada waktu t

$Z_{t-1}$  = nilai variabel Z pada waktu t-1

B = *backward shift*.

Notasi B pada Z mempunyai pengaruh menggeser data kesatu waktu belakang. Sebagai contoh, jika suatu data time series nonstasioner, maka data tersebut dapat dibuat menjadi mendekati stasioner dengan cara melakukan pembedaan pada orde pertama dari data, yaitu

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.2)$$

Dengan  $Z'_t$  = nilai variabel Z pada waktu t setelah *differencing*. Dengan menggunakan *backward shift*, maka persamaan 4.2 dapat ditulis menjadi

$$Z'_t = Z_t - BZ_t \quad (2.3)$$

atau

$$Z'_t = (1 - B)Z_t \quad (2.4)$$

Persamaan diatas merupakan gambaran dari *differencing* pertama yang dinyatakan dengan  $(1 - B)$ .

*Differencing* orde kedua adalah *differencing* dari *differencing* sebelumnya. Persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Z''_t &= Z'_t - Z'_{t-1} \\
 &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) \\
 &= Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2} \\
 &= (1 - 2B + B^2)Z_t \\
 &= (1 - B)^2 Z_t \qquad (2.5)
 \end{aligned}$$

Persamaan diatas merupakan gambaran dari *differencing* kedua yang dinyatakan dengan  $(1 - B)^2$ .

Dari persamaan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa jika *differencing* yang dilakukan adalah orde ke-d untuk mencapai stasioneritas maka notasinya akan menjadi

$$(1 - B)^d, \quad d \geq 1 \qquad (2.6)$$

Sedangkan untuk menstasionerkan data nonstasioner dalam varians dapat dilakukan transformasi. Pendekatan utama untuk memperoleh stasioneritas dalam varians adalah melalui suatu transformasi logaritma atau transformasi kemampuan data (Makridakis, Steven C., & Victor E., 1999). Jika data telah stasioner setelah dilakukan transformasi, maka dapat melakukan tahap selanjutnya.

#### 2.4. *White Noise*

Suatu proses  $\{a_t\}$  disebut proses *white noise* jika terdapat sebuah barisan variabel random yang tidak berkorelasi dengan rata-rata konstan  $E(a_t) = \mu_0 = 0$ , variansi konstan  $Var(a_t) = \sigma_a^2$ , dan

$\gamma_k = Cov(a_t, a_{t+k}) = 0$  untuk  $k \neq 0$  (Wei, 2006). Sesuai dengan definisi tersebut, proses *white noise* adalah stasioner dengan fungsi *autocovarians*.

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_a^2, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0, \end{cases} \quad (2.7)$$

Fungsi autokorelasi

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0, \end{cases} \quad (2.8)$$

Fungsi autokorelasi parsial

$$\phi_k = \begin{cases} 1, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0. \end{cases} \quad (2.9)$$

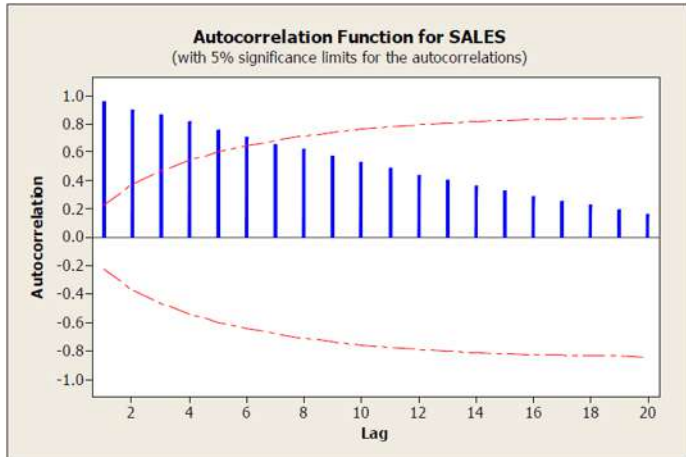
Dasar dari proses *white noise* adalah nilai fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial dari residu mendekati nol.

Residu memenuhi proses *white noise* jika residu bersifat random dan berdistribusi normal. Residu bersifat random jika pada grafik *ACF* residu tidak ada *lag* (bar) yang melebihi garis batas signifikansi (garis putus-putus) (Munawaroh, 2010).

## 2.5. Seasonalitas (Musiman)

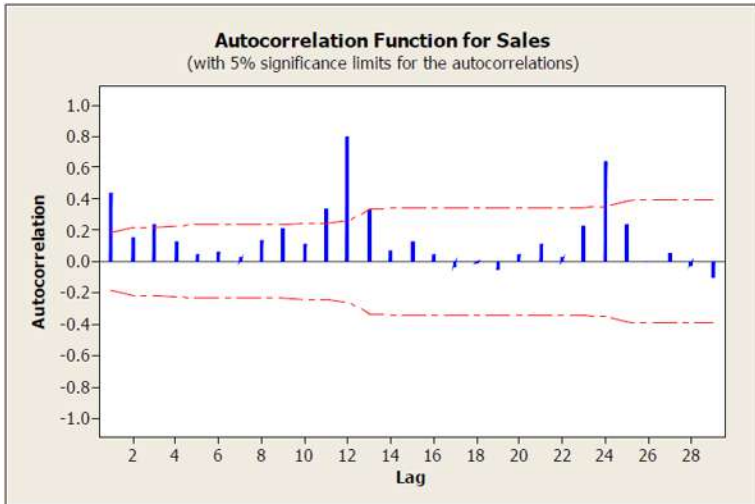
Menurut Munawaroh (2010), pola musiman merupakan pola yang berulang-ulang dalam selang waktu yang tetap dan umumnya tidak lebih dari satu tahun. Apabila dalam data hanya terdapat pola musiman, adanya faktor musim dapat dilihat dari grafik fungsi

autokorelasinya atau dari perbedaan *lag* autokorelasinya. Namun, jika data tidak hanya dipengaruhi pola musiman, tetapi juga dipengaruhi pola *trend*, maka pola musiman tidak mudah untuk diidentifikasi.



**Diagram 2.5** Contoh grafik fungsi autokorelasi untuk data yang dipengaruhi pola trend (Santoso, 2009)

Apabila pola *trend* lebih kuat dibandingkan dengan pola musiman, maka autokorelasi dari data asli akan membentuk garis, seperti pada diagram 2.5. Sedangkan, jika data dipengaruhi pola musiman, maka koefisien autokorelasi pada *lag* musiman berbeda nyata dari nol (bar melebihi garis putus-putus), seperti pada diagram 2.6.



**Diagram 2.6** Contoh grafik fungsi autokorelasi untuk data yang dipengaruhi pola musiman bulanan (Hanke & Wichern, *Business Forecasting Eight Edition, 2005*)

## 2.6. Peramalan

Menurut Makridakis (1999), peramalan adalah proses untuk memperkirakan situasi dimasa yang akan datang dengan harapan dapat mendekati data aktual. Peramalan dilakukan dengan mempelajari data historis untuk menemukan hubungan dan kecenderungan pola yang sistematis. Hubungan maupun pola yang telah diidentifikasi inilah yang kemudian diproyeksikan untuk mendapatkan peramalan.

Dalam dunia usaha sangat penting hal-hal yang terjadi dimasa depan sebagai dasar pengambilan keputusan. Metode peramalan penjualan yang dapat digunakan dalam perusahaan adalah banyak sekali seperti metode komposisi tenaga penjual, metode opini para eksekutif, metode statistika peramalan penjualan (Alteza, 2010).

Menurut Nurmatias (2007), teknik proyeksi tentang permintaan konsumen potensial pada suatu periode tertentu dengan menggunakan berbagai asumsi tertentu pula. Dalam hal ini hasil dari suatu peramalan lebih merupakan pernyataan atau penilaian yang kuantitatifisir terhadap kondisi masa depan mengenai penjualan sebagai proyeksi teknis dari permintaan konsumen potensial untuk jangka waktu tertentu. Meskipun demikian hasil perkiraan yang diperoleh mungkin saja tidak sama dengan rencana. Hal ini disebabkan karena :

- Peramalan lebih merupakan pernyataan atau penilaian yang dikuantifisir terhadap kondisi masa depan mengenai subjek tertentu, misalnya penjualan.
- Peramalan penjualan merupakan proyeksi teknis dari permintaan konsumen potensial untuk jangka waktu tertentu, dengan menyebutkan asumsi yang mendasarinya
- Peramalan selayaknya hanya dipandang sebagai bahan masukan untuk mengembangkan suatu rencana penjualan.
- Manajemen dapat menerima atau menolak hasil dari suatu peramalan

## **2.7. Algoritma Genetika**

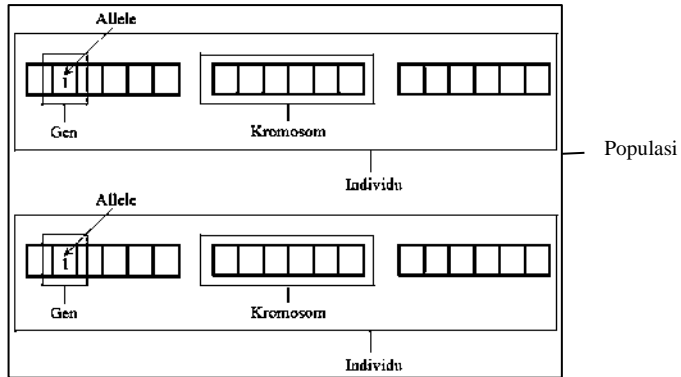
Algoritma genetika adalah suatu algoritma pencarian (*searching*) stokastik berdasarkan cara kerja melalui mekanisme seleksi alam dan genetik. Tujuannya untuk menentukan struktur-struktur yang disebut individu yang berkualitas tinggi di dalam suatu domain yang disebut populasi untuk mendapatkan solusi suatu persoalan (Pandjaitan, 2002).

Pada algoritma ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan istilah *populasi*. Masing-masing individu di dalam populasi disebut *kromosom*, yang merepresentasikan suatu

penyelesaian terhadap masalah yang sedang ditangani. Sebuah kromosom berisi sejumlah *gen*, yang mengkodekan informasi yang disimpan di dalam kromosom. Sebuah kromosom berkembang biak melalui berbagai iterasi yang berulang-ulang yang disebut *generasi*. Pada setiap generasi, kromosom-kromosom yang dihasilkan akan dievaluasi menggunakan suatu pengukuran, *fitness*. (Fadlisyah, 2009)

Untuk menghasilkan suatu generasi baru, dilakukan penyeleksian berdasarkan nilai *fitness* untuk menentukan kromosom orang tua (*parent*) yang akan menghasilkan kromosom anak (*offspring*) yang dibentuk dengan menggabungkan dua buah kromosom orang tua yang terpilih menggunakan operator kawin silang (*crossover*) dan memodifikasi sebuah kromosom menggunakan operator mutasi. Setelah melalui beberapa generasi maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik (Fadlisyah, 2009).

Untuk lebih jelasnya, Algoritma Genetika (AG) dapat diilustrasikan sebagaimana yang ditampilkan pada gambar 2.1. Sebuah Algoritma genetika akan memiliki susunan yang terdiri dari Allele yang merupakan bentuk alternatif atau inti dari sebuah gen. Sedangkan gen merupakan sebuah unit pewarisan sifat yang bentuknya adalah sebuah urutan. Kumpulan daripada gen disebut kromosom. Sedangkan kumpulan dari kromosom disebut dengan individu. Kumpulan dari individu-individu disebut dengan populasi.



**Gambar 2.1 Ilustrasi Representasi Algoritma Genetika (Entin, 2007)**

Dalam AG, gen-gen yang diinisialisasi sebagai estimasi nilai mula-mula mengandung informasi dalam bentuk kode-kode tertentu. Satu gen mewakili satu parameter yang akan diestimasi nilainya agar suatu fungsi optimal. Tujuan dari pendekodean kromosom ini adalah mempermudah perhitungan untuk mencari nilai *fitness* dari setiap kromosom. Dengan menggunakan suatu interval tertentu, jika batas bawah  $r_b$  dan batas  $r_a$ , kode suatu gen  $g$  dan kode bit-bit yang menyusun suatu gen  $g_1, g_2, \dots, g_n$  maka pengkodean dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

$$x = r_b + (r_a - r_b)(g_1 \times 2^{-1} + g_2 \times 2^{-2} + \dots + g_n \times 2^{-n}) \quad (2.10)$$

Suatu individu dievaluasi berdasarkan fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya atau yang disebut nilai *fitness*. Penentuan nilai *fitness* sangat berpengaruh pada performansi AG secara keseluruhan. Dikarenakan seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa



suatu individu bernilai *fitness* tertinggi akan selalu dipilih. Untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa salinan. Prosedur ini dikenal dengan istilah elitisme. Untuk menghindari kecenderungan konvergen pada solusi optimal lokal dengan diperoleh nilai *fitness* baru yang memiliki variansi yang lebih besar maka perlu dilakukan penskalaan nilai *fitness* dengan menggunakan persamaan

$$f_{(i)} = f_{max} - (f_{max} - f_{min}) \left( \frac{R_{(i)} - 1}{N - 1} \right) \quad (2.11)$$

Seleksi dilakukan dengan memilih dua kromosom atau individu untuk dijadikan pasangan orang tua. Metode seleksi yang digunakan adalah *tournament selection*. Dalam bentuk paling sederhana, metode ini mengambil dua kromosom secara random dan kemudian menyeleksi salah satu yang bernilai *fitness* tertinggi untuk menjadi orang tua pertama. Cara yang sama dilakukan lagi untuk mendapatkan orang tua yang kedua. Metode *tournament selection* yang lebih rumit adalah dengan mengambil  $k$  kromosom secara random. Kemudian kromosom bernilai *fitness* tertinggi dipilih sebagai orang tua pertama jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari suatu nilai batas yang ditentukan  $p_k$  dalam interval  $[0, 1]$ . Pemilihan orang tua akan dilakukan secara random dari  $k-1$  kromosom yang ada jika bilangan random yang dibangkitkan lebih dari atau sama dengan  $p_k$ . Biasanya  $k$  dikondisikan sebagai suatu nilai yang sangat kecil, misal 4 atau 5. Sedangkan  $p_k$  biasanya dikondisikan sekitar 0.75 (Suyanto, 2005).

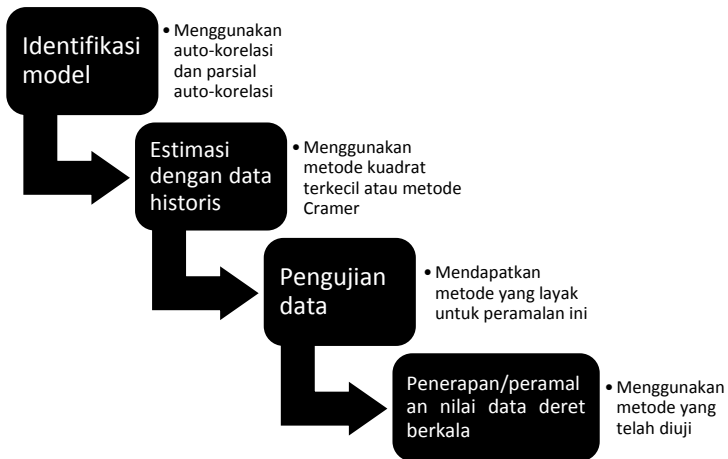
## 2.8. Metode ARIMA

Bagian ini menjelaskan tentang pengertian metode ARIMA serta komponen metode ARIMA. Sub bab ini juga membahas bentuk umum dari metode ARIMA, serta proses-proses dalam menentukan model ARIMA yang terbaik.

Menurut Box, Jenkins, et al (1994), *autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah sebuah metode yang pertama dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins. Ini adalah metode yang menggabungkan tiga model peramalan yaitu *Autoregressive* model (AR), *Moving Average* (MA) dan juga *Autoregressive* dan *Moving Average* model (ARMA).

Metode ARIMA juga termasuk metode peramalan yang tidak menggunakan pengaruh antar variable seperti pada model regresi, dengan demikian metode ARIMA tidak memiliki sifat variable seperti variabel dependen ataupun variabel independen. Metode ini secara murni melakukan peramalan hanya sebesar data-data historis yang ada.

ARIMA juga sebenarnya adalah teknik untuk mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat. Ada beberapa tahapan pelaksanaan dapat dilihat pada diagram 2.7 berikut ini.



**Diagram 2.7 Tahapan pelaksanaan ARIMA**

### 2.8.1. Autoregressive (AR)

Menurut Hanke & Wichern, (2009), penentuan koefisien auto korelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antara  $X_t$  dan  $X_{t-k}$  apabila pengaruh dari time *lag* 1, 2, . . . , k. Tujuan penggunaan koefisien auto korelasi parsial dalam analisis data deret berkala adalah untuk membantu penetapan metode ARIMA yang tepat untuk peramalan, khususnya untuk menentukan ordo  $p$  dari model AR ( $p$ ). Berikut ini merupakan rumus dari AR:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.12)$$

Dimana:

$Y_t$  = Data ke-t

$\phi$  = Parameter autokorelasi ke-i dengan  $i = 1, 2, \dots, p$

$\mu$  = Nilai suatu konstanta

$e_t$  = Nilai kesalahan atau *error* pada saat  $t$

Ada juga persamaan umum dari AR yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \mu + e_t \quad (2.13)$$

Dalam hal ini  $B$  adalah operator mundur (*Backward shift Operator*), bentuk umum operator bergerak mundur ini dapat ditulis sebagai berikut:

$B^d Y_t = Y_{t-d}$  yang berarti jika operator  $B^d$  bekerja pada  $Y_t$  maka menggeser data sebanyak  $d$  periode kebelakang.

### 2.8.2. Moving Average (MA)

Merupakan metode peramalan yang paling standard dan biasanya sering digunakan untuk melihat dengan cara melakukan penghitungan rata-rata dari data sebelumnya untuk meramalkan periode selanjutnya. Biasanya metode *moving average* digunakan untuk meramalkan data-data yang tidak menunjukkan *trend* maupun *seasonality*.

Pada pola *time series*, ada beberapa pola *time series* yang digunakan pada peramalan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Stationer*
2. *Trend Effect*
3. *Seasonal Effect*
4. *Cyclic Effect*

Dari pola-pola tersebut untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari metode *moving average* maka pola data yang digunakan adalah *Stationer* dan *Cylic*.

Proses dari model *moving average* ini juga melihat dari kesalahan peramalan sebelumnya. Proses *moving average* dengan ordo ke- $q$  pada MA ( $q$ ) akan ditunjukkan dalam rumus berikut ini :

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2.14)$$

dimana :

- $\mu$  = Nilai suatu konstanta.
- $\theta_q$  = Parameter *moving average* ke- $q$ .
- $e_t$  = Nilai *error* pada saat ke- $t$ .

*Moving average* juga mempunyai dua kelemahan yaitu memerlukan data masa lalu dalam jumlah besar untuk ketepatan prediksi, dan masing-masing observasi diberikan bobot yang sama, ini melanggar bukti bahwa semakin observasi tersebut itu baru seharusnya lebih dekat dengan nilai masa depan maka kepentingan bobotnya akan meningkat pula.

### 2.8.3. *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Kedua komponen bersama-sama membentuk *autoregressive moving average* (ARMA) model. Model umum untuk campuran proses AR (1) murni dan MA (1) murni, misal ARIMA (1,0,1) dinyatakan sebagai berikut :

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.15)$$

atau

$$\begin{array}{ccc} (1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t & & (2.16) \\ \text{AR (1)} & & \text{MA (1)} \end{array}$$

#### 2.8.4. *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

Teknik analisis data dengan metode ARIMA dilakukan karena merupakan teknik untuk mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat (Hanke & Wichern, 2005). ARIMA seringkali ditulis sebagai ARIMA (p,d,q) yang memiliki arti bahwa p adalah orde koefisien autokorelasi, d adalah orde / jumlah diferensiasi yang dilakukan (hanya digunakan apabila data bersifat non-stasioner) dan q adalah orde dalam koefisien rata-rata bergerak (*moving average*) (Harijono & Sugiharto, 2000).

Peramalan dengan menggunakan model ARIMA dapat dilakukan dengan rumus :

$$Y_t = \gamma_0 + \partial_1 Y_{t-1} + \partial_2 Y_{t-2} + \dots + \partial_n Y_{t-p} + e_t - \lambda_1 e_{t-1} - \lambda_2 e_{t-2} - \lambda_n e_{t-q} \quad (2.17)$$

Keterangan :

- $Y_t$  : Data *time series* sebagai variabel dependen pada waktu t
- $Y_{t-1} \dots Y_{t-p}$  : Variabel *lag* / data *time series* pada waktu ke- (t-p)
- $\partial_1 \partial_p \lambda_1 \lambda_n$  : Parameter-parameter model
- $e_{t-1} \dots e_{t-q}$  : Nilai kesalahan pada kurun waktu ke- (t-q)

Proses *autoregressive integrated moving average* secara umum dituliskan dengan ARIMA (p, d, q), dimana:

- p adalah ordo/derajat *autoregressive* (AR)
- d adalah tingkat proses *differencing*
- q adalah ordo/derajat *moving average* (MA)

### 2.8.5. Seasonal ARIMA

Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* merupakan metode ARIMA yang digunakan untuk menyelesaikan *time series* musiman. Metode ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian tidak musiman dan bagian musiman. Bagian tidak musiman dari metode ini adalah model ARIMA. Model ARIMA terdiri dari model *autoregressive* dan model *moving average* (Munawaroh, 2010).

Secara umum, model *Seasonal ARIMA* dinotasikan sebagai berikut

$$ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$$

Keterangan :

- (p, d, q) = bagian tidak musiman dari model
- (P, D, Q) = bagian musiman dari model
- P = orde musiman untuk AR
- Q = orde musiman untuk MA
- D = banyaknya *seasonal differencing*
- S = jumlah periode per musim<sup>1</sup>

Suatu deret  $\{Z_t\}$  tidak diketahui periode variasi musiman dan tidak musiman, bentuk model *ARIMA* untuk deret itu adalah

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)b_t \quad (2.18)$$

Jika terdapat  $\{b_t\}$  tidak white noise dengan korelasi antar periode musiman, maka fungsi autokorelasi untuk  $\{b_t\}$  adalah

---

<sup>1</sup> Periode dihitung berdasarkan urutan setiap data, sehingga pola dilihat setiap berapa kali periode tersebut berulang.

$$\rho_{j(t)} = \frac{E(b_{t-\mu} - \mu_b)(b_t - \mu_b)}{\sigma_b^2}, \quad j=1,2,3,\dots \quad (2.19)$$

Untuk lebih mudah melihat korelasi antar periode, dapat direpresentasikan sebagai model ARIMA berikut

$$\Phi_P(B^s)(1-B^s)^D b_t = \Theta_Q(B^s) a_t \quad (2.20)$$

dengan  $\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps}$

dan  $\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_q B^{qs}$

adalah persamaan polinomial dalam  $B^s$ . Jika akar-akar dari polinomial-polinomial tersebut berada di luar lingkaran unit dan  $\{a_t\} = 0$ , maka proses tersebut adalah *white noise*.

Dengan mengkombinasikan persamaan (4.16) dan persamaan (4.18), diperoleh model *Seasonal ARIMA*, yaitu

$$\Phi_P(B^s) \phi_P(B) (1-B)^d (1-B^s)^D \dot{Z}_t = \theta_Q(B) \Theta_Q(B^s) a_t \quad (2.21)$$

dengan  $\dot{Z}_t = \begin{cases} Z_t - \mu, & d = 0 \text{ atau } D = 0 \\ Z_t, & \text{lainnya} \end{cases}$

$\Phi_P(B)$	= faktor AR tidak musiman
$\theta_Q(B)$	= faktor MA tidak musiman
$\Phi_P(B^s)$	= faktor AR musiman
$\Theta_Q(B^s)$	= faktor MA musiman
$\mu$	= rata-rata $Z_t$



Berdasarkan kemampuan dan penjelasan teori diatas, penulis akhirnya menyimpulkan bahwaada beberapa kelebihan dari metode SARIMA dibandingkan dengan metode ARIMA. Berikut lebih jelasnya akan ditampilkan pada tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1 Perbedaan dan Persamaan ARIMA dan SARIMA**

<b>ARIMA</b>	<b>SARIMA</b>
Tidak dapat mengatasi pola data yang ekstrim	Dapat mengatasi pola data yang ekstrim
Hasil peramalan untuk data musiman masih terbilang bias	Hasil peramalan untuk data musiman mendekati benar
Untuk peramalan jangka pendek	

## **2.8.6. Langkah-langkah Pelaksanaan Metode ARIMA**

Berikut ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah proses dari metode ARIMA sebelum nantinya menginjak pada metode pengembangan dari ARIMA itu sendiri.

### **2.8.6.1. Identifikasi Model**

#### **a. Uji Stasioneritas Data**

Suatu data *time series* disebut stasioner ketika mean dan varians dari data yang digunakan berada dalam kondisi konstan atau tidak ada perubahan sistematis dari kedua ciri data tersebut. Penelitian dengan menggunakan model *time series* sebagian besar

menggunakan asumsi bahwa data yang diolah adalah data yang stasioner, sehingga seringkali mengharuskan adanya transformasi dari data yang tidak stasioner menjadi data yang stasioner. Tidak stasionernya data dalam *mean* dapat diatasi dengan melakukan *differencing*.

Diferensiasi dan transformasi tidak cukup dilakukan satu kali melainkan sampai data tersebut stasioner. Berikut ini merupakan persamaan umum untuk proses differensiasi:

$$Z_t = X_t - X_{t-1} \quad (2.22)$$

Dimana  $Z_t$  adalah nilai pada saat  $t$ .

**b. Penentuan Ordo p, d, dan q**

Pada tahap ini kita akan mencari atau menentukan  $p$ ,  $d$ , dan  $q$ . penentuan  $p$  dan  $q$  dengan bantuan korelogram autokorelasi (ACF) dan korelogram autokorelasi parsial (PACF). Sedangkan “ $d$ ” ditentukan dari tingkat stasioneritasnya. ACF disini mengukur korelasi antara pengamatan dengan *lag* ke-  $k$  sedangkan PACF merupakan pengukuran korelasi antara pengamatan dengan *lag* ke-  $k$  dan dengan mengontrol korelasi antara dua pengamatan dengan *lag* kurang dari  $k$ . atau dengan kata lain, PACF adalah korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t-k}$  setelah menghilangkan efek  $Y_t$  yang terletak diantara kedua pengamatan tersebut.

**Tabel 2.2 Identifikasi Model ARIMA berdasarkan Plot ACF dan PACF (Wei, 2006)**

No.	Kemungkinan Plot ACF dan PACF	Model Tentatif ARMA
1	ACF muncul <i>spike</i> pada <i>lag</i> ke-1, 2, . . . , q dan terpotong pada <i>lag</i> -q ( <i>cuts off</i> ) PACF menurun cepat membentuk pola eksponensial ( <i>dies down</i> )	MA (q)
2	ACF menurun secara eksponensial ( <i>dies down</i> ) PACF muncul <i>spike</i> yang signifikan hingga <i>lag</i> ke-p dan <i>cuts off</i> setelah <i>lag</i> ke-p	AR (p)
3	ACF muncul <i>spike</i> pada <i>lag</i> -q dan <i>cuts off</i> setelah <i>lag</i> ke-q PACF muncul <i>spike</i> pada <i>lag</i> -p dan <i>cuts off</i> setelah <i>lag</i> ke-p	MA (q) jika ACF <i>cuts off</i> lebih tajam, AR (p) jika PACF <i>cuts off</i> lebih tajam
4	Tidak ada <i>spike</i> yang signifikan	ARMA (0, 0)
5	ACF <i>dies down</i> setelah <i>lag</i> (q-p) PACF <i>dies down</i> setelah <i>lag</i> (p-q)	ARMA (p, q)
6	<i>Dies down</i> (menurun secara eksponensial) pada <i>lag</i> musiman	AR (P)
7	<i>Cut off</i> (terputus) setelah <i>lag</i> $Q_s$	MA (Q)
8	<i>Dies down</i> (turun cepat secara eksponensial) pada <i>lag</i> musiman	ARMA (P, Q)

### 2.8.6.2. Estimasi Parameter

Penetapan estimasi metode ARIMA (p, d, q) yang dapat ditentukan dengan cara melihat perilaku dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan plot *Partial*

*Autocorrelation Function* (PACF) dari deret data berkala. Pada prakteknya nilai  $p$  dan  $q$  jarang sekali mempunyai nilai lebih dari 2 (Hanke & Wichern, *Business Forecasting* (9th Edition), 2009).

Setelah mendapatkan nilai  $p$ ,  $d$ ,  $q$  maka kita dapat melakukan perhitungan peramalan dengan menggunakan ARIMA. Metode Box-Jenkins ARIMA ini dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu *Autoregressive* model (AR), *Moving Average* (MA) dan juga model campuran *Autoregressive* dan *Moving Average* model (ARMA).

### 2.8.6.3. Cek Diagnostik

Setelah melakukan estimasi parameter, langkah selanjutnya adalah menguji model apakah modelnya sudah baik untuk digunakan. Untuk melihat model yang baik bisa dilihat dari selisih antara *predicted value* dengan nilai pengamatan sebenarnya apabila data yang digunakan adalah data sampel (residual). Jika residualnya *white noise*, maka modelnya dapat dikatakan baik dan sebaliknya.

Salah satu cara untuk melihat *white noise* dapat diuji melalui korelogram ACF dan PACF dari residual. Bila ACF dan PACF tidak signifikan, ini mengindikasikan *residual white noise* artinya modelnya sudah cocok.

Selain itu dapat dilakukan dengan tes *Ljung-Box* untuk mengetahui *white noise*-nya. Apabila hipotesis awalnya diterima maka residual memenuhi syarat *white noise*. Sebaliknya jika hipotesis awalnya ditolak maka residual tidak *white noise*. Statistik uji *Ljung-Box* sebagai berikut:

$$Q = n'(n' + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{(n' - k)} \quad (2.23)$$

Chi Square  $X^2$  dengan derajat bebas (db) = (k-p-q-P-Q).

Keterangan:

$n'$	= $n - (d + SD)$
$d$	= Ordo perbedaan bukan faktor musiman
$D$	= Ordo perbedaan faktor musiman
$S$	= Jumlah periode per musim
$m$	= Lag waktu maksimum
$r^k$	= Autokorelasi untuk time lag 1,2,3,4, ..., k

Kriteria Pengujian :

- Jika  $Q \leq X^2$  , berarti : nilai *error* bersifat *random* (model dapat diterima).
- Jika  $Q > X^2$  , berarti : nilai *error* tidak bersifat *random* (model tidak dapat diterima).

#### 2.8.6.4. *Forecasting* / Peramalan

Setelah ketiga tahap itu dilewati maka dapat dilakukan peramalan. Peramalan ini sesungguhnya merupakan penjabaran dari persamaan berdasarkan koefisien-koefisien yang didapat, sehingga kita dapat menentukan kondisi di masa yang akan datang (Nachrowi & Hardius, 2006).

### 2.9. Kriteria Performa Peramalan

Seorang perencana tentu menginginkan hasil perkiraan ramalan yang tepat atau paling tidak dapat memberikan gambaran yang paling mendekati sehingga rencana yang dibuatnya merupakan rencana yang realistis. Ketepatan atau ketelitian inilah yang menjadi kriteria performa suatu metode peramalan. Ketepatan atau ketelitian tersebut dapat dinyatakan sebagai kesalahan dalam peramalan. Kesalahan yang kecil memberikan arti

ketelitian peramalan yang tinggi, dengan kata lain keakuratan hasil peramalan tinggi, begitu pula sebaliknya. Besar kesalahan suatu peramalan dapat dihitung dengan beberapa cara, antara lain adalah :

- *Root Mean Square Error (RMSE)*  
Pemilihan model terbaik juga dapat dilakukan dengan menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE merupakan salah satu indeks yang dapat digunakan untuk mengevaluasi ketepatan model *time series* yang digunakan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2} \quad (2.24)$$

Dimana

$F_i$  = Nilai peramalan dari parameter yang bersangkutan

$O_i$  = Nilai verifikasi yang sesuai (diamati atau dianalisis)

$N$  = Jumlah titik yang diverifikasi (titi-titik *grid* atau pengamatan) didaerah verifikasi

- *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*  
MAPE merupakan nilai *error* dari prosentase selisih data asli dengan hasil peramalan. Rumus perhitungan MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{\left| \frac{Y_t - YF_t}{YF_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.25)$$

dimana  $Y_t$  dan  $YF_t$  adalah nilai aktual dan nilai peramalan dari setiap periode ke- $t$ , dan  $n$  adalah jumlah data yang digunakan.

MAPE mengukur *error* mutlak sebagai prosentase bukan tiap periodenya melainkan dari nilai aktual. Hal tersebut dapat menghindari permasalahan dalam interpretasi pengukuran akurasi relatif terhadap besarnya nilai aktual dan nilai prediksi. Nilai yang dihasilkan melalui evaluasi ini, menunjukkan kemampuan peramalan seperti yang ditunjukkan dalam kriteria MAPE pada Tabel 2.3 (Chang, Wang, & Liu, 2007).

**Tabel 2.3 Kriteria MAPE**

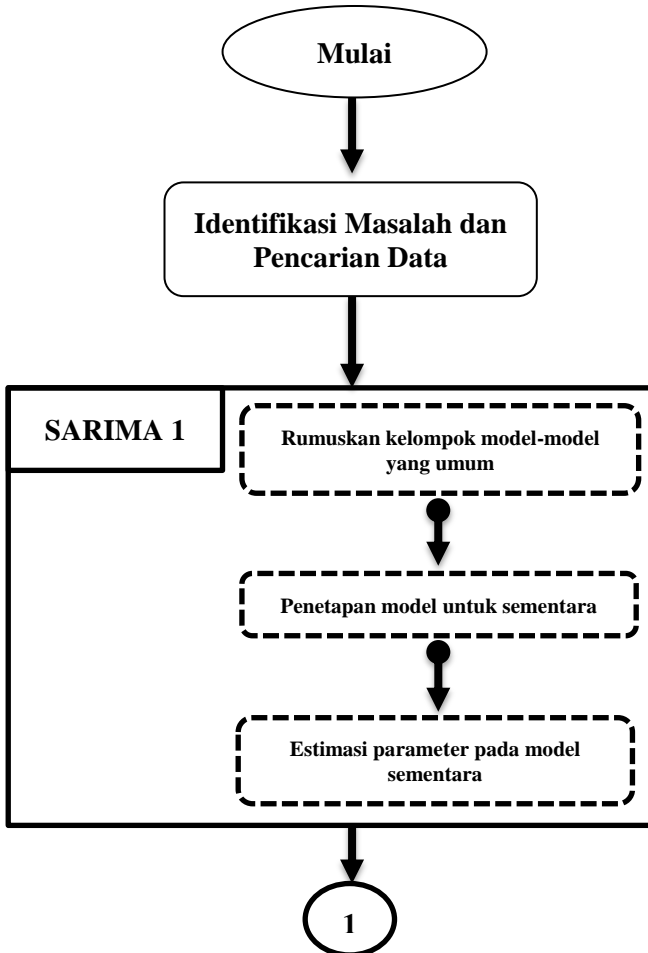
<b>MAPE</b>	<b>Pengertian</b>
<10 %	Kemampuan peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan peramalan baik
20% - 50%	Kemampuan peramalan cukup
>50%	Kemampuan peramalan buruk

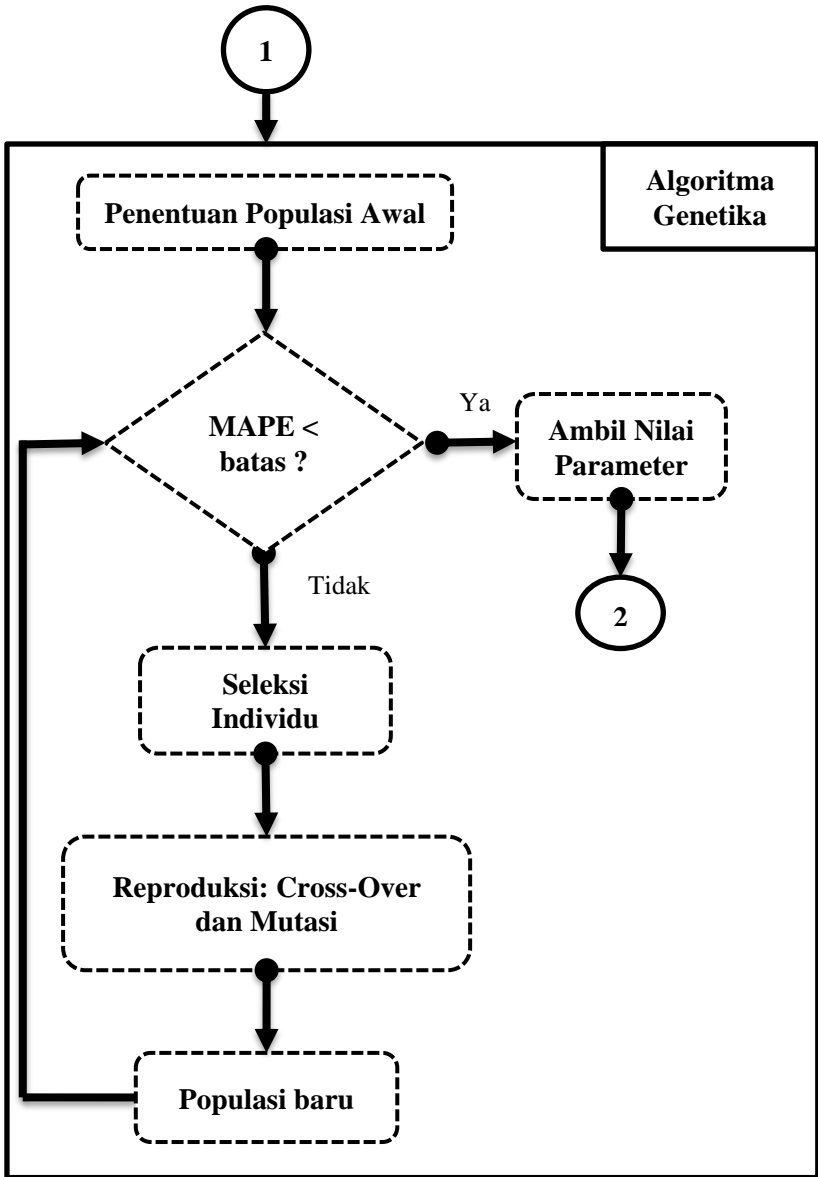
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

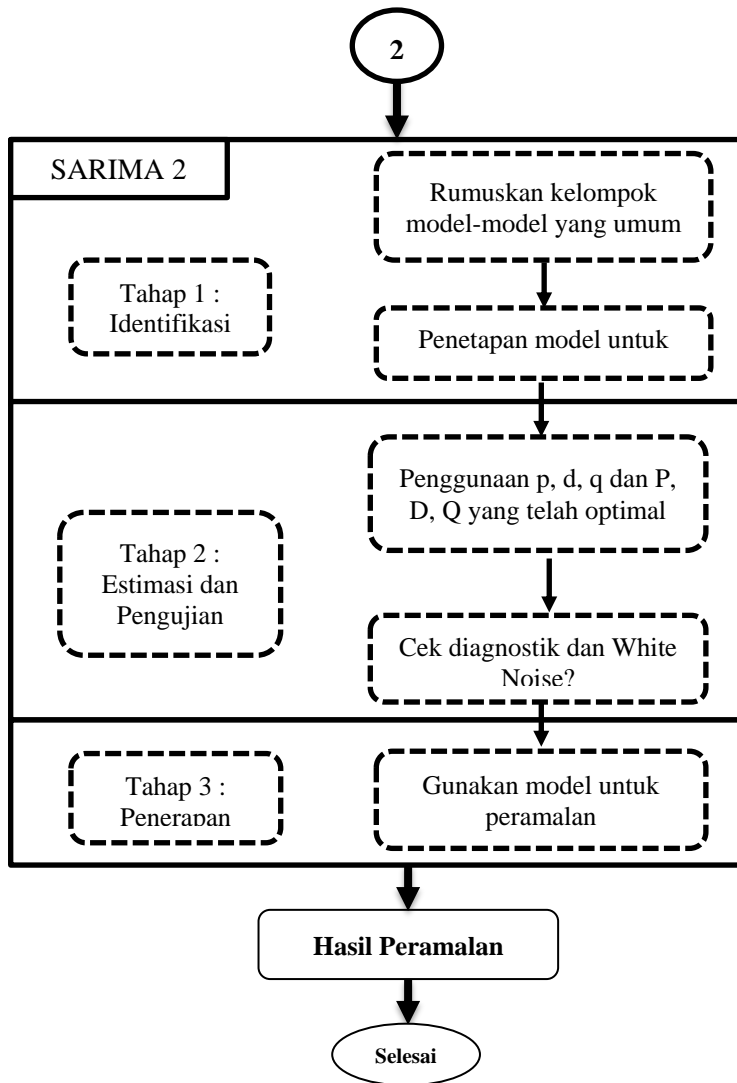


### BAB III METODE PENELITIAN

Permasalahan pada tugas akhir ini akan diselesaikan dengan metode yang terlihat pada gambar 3.1 berikut ini:







Gambar 3.1 Metodologi Penelitian Tugas Akhir

Berdasarkan diagram alur diatas, berikut adalah detail penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam tugas akhir :

### **3.1. Identifikasi Masalah dan Pencarian data**

Pada tahapan ini dilakukan pengkajian terhadap permasalahan yang akan diangkat, bagaimana masalah dirumuskan, tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan dan juga pencarian data yang bersifat seasonal. Sehingga akan diketahui apa saja yang diharapkan dari hasil penelitian tugas akhir ini.

### **3.2. SARIMA 1**

Pada bagian ini akan dilakukan langkah dari SARIMA tetapi hanya terbatas sampai tahap pencarian  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan juga  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  yaitu pada tahap estimasi parameter. Pertama dirumuskan model-model umum yang mana pada tahapan ini dilakukan pengkajian permasalahan yang diangkat dan pengelompokan model-model yang nantinya akan digunakan dalam pengujian, serta dilakukan identifikasi terhadap pola data dan kestasioneran data. Kedua, penetapan model untuk sementara dilakukan. Dan ketiga, pada tahap estimasi parameter ini dilakukan dengan melihat perilaku dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari deret data berkala.

### **3.3. Penentuan Populasi Awal**

Menggunakan teknik random generator pada dalam tahap ini akan melibatkan bilangan random untuk nilai setiap gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan.

### 3.4. Seleksi Individu

Pada tahap ini akan ditentukan individu-individu mana saja yang terpilih untuk proses *cross-over* dan mutasi. Langkah yang dilakukan dalam pemilihan ini adalah pencarian nilai fitness. Nilai fitness ini akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya.

### 3.5. Reproduksi: Cross over dan Mutasi

- *Cross-Over*

Setelah proses seleksi maka proses selanjutnya adalah proses *crossover*. Metode yang digunakan salah satunya adalah banyak titik, yaitu memilih secara acak beberapa posisi dalam kromosom induk kemudian saling menukar gen. kromosom yang dijadikan induk dipilih secara acak dan jumlah kromosom yang mengalami *crossover* dipengaruhi oleh parameter *crossover rate*.

- Mutasi

Pada tahap ini proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak. Prosesnya adalah sebagai berikut. Pertama kita hitung dahulu panjang total gen yang ada dalam satu populasi.

Untuk memilih posisi gen yang mengalami mutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan *integer* acak antara 1 sampai total gen. Jika bilangan acak yang kita munculkan lebih kecil daripada variabel *mutation-rate* ( $\rho_m$ ) maka pilih posisi tersebut sebagai sub-kromosom yang mengalami mutasi.

### 3.6. Populasi Baru

Pada tahap ini telah ditemukan populasi yang baru berdasarkan langkah-langkah sebelumnya. Hasil ini akan dibandingkan di MAPE. Sehingga jika MAPE belum

maksimal, maka sistem akan mengulang lagi dalam megkombinasikan angka dari  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan juga  $P$ ,  $D$ ,  $Q$ .

### 3.7. SARIMA 2

Pada tahap ini akan dilakukan peramalan dengan metode *Seasonal* ARIMA menggunakan hasil  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan juga  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  optimal yang telah ditemukan dengan Algoritma Genetika. Tahap awal telah dilakukan sehingga tahap selanjutnya disini adalah tahap pengujian cek diagnostik dan juga melihat apakah data tersebut *White Noise* atau tidak. Jika data tersebut *White Noise* maka boleh lanjuta ke tahap selanjutnya yaitu tahap penerapan. Pada tahap inilah parameter yang telah dicari akan digunakan untuk meramalkan data.

### 3.8. Pengecekan MAPE

Pada tahap ini akan dilakukan pengecekan terhadap besarnya MAPE. Jika MAPE yang ada memiliki nilai yang besar dan diatas batas yang telah dijelaskan pada bab 2 , maka akan melakukan tahap pencarian  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  lagi hingga ditemukan kombinasi yang optimal. Jika MAPE tersebut telah menunjukkan angka yang kecil atau dibawah ukuran batas yang telah dibuat, maka hasil pencarian  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  akan dihentikan dan kombinasi  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  tersebut akan digunakan untuk proses peramalan dengan menggunakan metode SARIMA 2 yaitu metode SARIMA secara utuh.

## **BAB IV**

### **MODEL DAN IMPLEMENTASI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai desain dan implementasi model peramalan yang disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah dicantumkan pada bab sebelumnya.

#### **4.1. Gambaran Umum Data Masukan**

Data yang digunakan sebagai data masukan dalam model adalah data dari PT. XYZ. Data yang digunakan adalah data realisasi penjualan setiap minggu dan bulan selama 2 tahun dari 2011 - 2012.

#### **4.2. Model**

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai analisis dan perancangan model sistem pada program yang akan dibuat untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini. Analisis yang dilakukan meliputi sistem dan analisis data. Perancangan model sistem, meliputi perancangan input, proses, dan output. Sebagai tambahan dari output yang dihasilkan adalah antarmuka dari program yang mengimplementasikan metode *Seasonal* ARIMA dan *non-Seasonal* ARIMA.

##### **4.2.1. Analisis Sistem**

Perencanaan produksi merupakan hal yang penting dalam sebuah perusahaan. Apabila rencana produksi sebuah perusahaan meleset (tidak sesuai dengan kenyataan) maka hal ini akan memberikan dampak yang cukup besar terhadap banyaknya bahan baku yang dibeli, mesin yang digunakan dalam proses produksi dan banyaknya tenaga kerja tambahan yang dibutuhkan.

Untuk melakukan hal ini maka dibutuhkan sebuah prediksi yang tepat atau paling tidak mendekati kebenaran, efektif, dan efisien.

Dalam proses produksinya PT. XYZ memiliki perencanaan dan target jumlah produk yang harus diproduksi tiap bulannya dengan melihat pada jumlah atau hasil produksi pada tahun lalu di bulan yang sama. Perencanaan target produksi yang dilakukan secara manual memiliki resiko yang cukup besar terhadap kelangsungan bisnis suatu perusahaan. Hal ini dikarenakan jumlah produksi semen dari PT. XYZ yang terkadang melebihi jumlah permintaan pelanggan ataupun tidak jarang pula perusahaan mengalami kekurangan bahan baku dikarenakan jumlah permintaan yang melonjak naik.

Oleh karena itu PT. XYZ memerlukan suatu perencanaan jumlah penjualan semen dengan menggunakan metode peramalan yang mampu mendeteksi pola atau karakteristik data dari seluruh histori penjualan di bulan-bulan sebelumnya. Untuk mengetahui perkiraan penjualan produk semen pada PT. XYZ, diperlukan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penjualan produk semen tersebut. Jumlah permintaan pelanggan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penjualan. Sedangkan ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi jumlah permintaan dari PT. XYZ yaitu jumlah penduduk, pendapatan per kapita, dan pemakaian produk oleh perusahaan. Selain itu perlunya metode peramalan yang dapat mendeteksi adanya pola musiman, dikarenakan PT. XYZ adalah sebuah produsen semen yang penjualannya dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti hari-hari besar. Hal ini dimaksudkan agar nantinya metode peramalan yang diterapkan dapat menghasilkan hasil peramalan yang memiliki nilai *error* yang paling minimal.



Sistem yang akan dibangun pada penelitian kali ini adalah penyempurnaan dari sistem yang telah ada yaitu metode peramalan SARIMA dengan pencarian parameter dalam metode tersebut yang masih manual dan untuk menyelesaikan permasalahan pada studi kasus tugas akhir ini, yaitu sebuah sistem yang dapat membantu mencari kombinasi parameter-parameter dari metode *Seasonal ARIMA* menggunakan metode Algoritma Genetika.

Metode *Seasonal ARIMA* digunakan pada studi kasus kali ini karena metode *Seasonal ARIMA* mampu mendeteksi dengan baik data dengan pola musiman yang ada dibandingkan dengan metode peramalan ARIMA saja. Dengan menggunakan metode ini, sistem dapat membaca pola data yang signifikan. Untuk menemukan kombinasi variabel  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  maka digunakan metode Algoritma Genetika dengan cara *Cross Over / kawin silang* dan mutasi. Selengkapnya akan dijelaskan pada bagian berikutnya pada buku ini.

Output dari sistem ini adalah sebuah hasil kombinasi dari variabel atau parameter pada metode peramalan *Seasonal ARIMA* untuk data yang bersifat musiman. Selain itu, sistem juga akan menampilkan tingkat akurasi dari peramalan tersebut yang digambarkan dengan jumlah MAPE dan RMSE dan juga hasil dari peramalan yang dilakukan. Selanjutnya sistem juga akan memberikan informasi hasil tentang berapa jumlah produksi produk pada 12 bulan kedepan beserta tingkat akurasinya dari peramalan dengan metode tersebut yang dapat dijadikan acuan untuk membuat rencana produksi ditahun berikutnya.

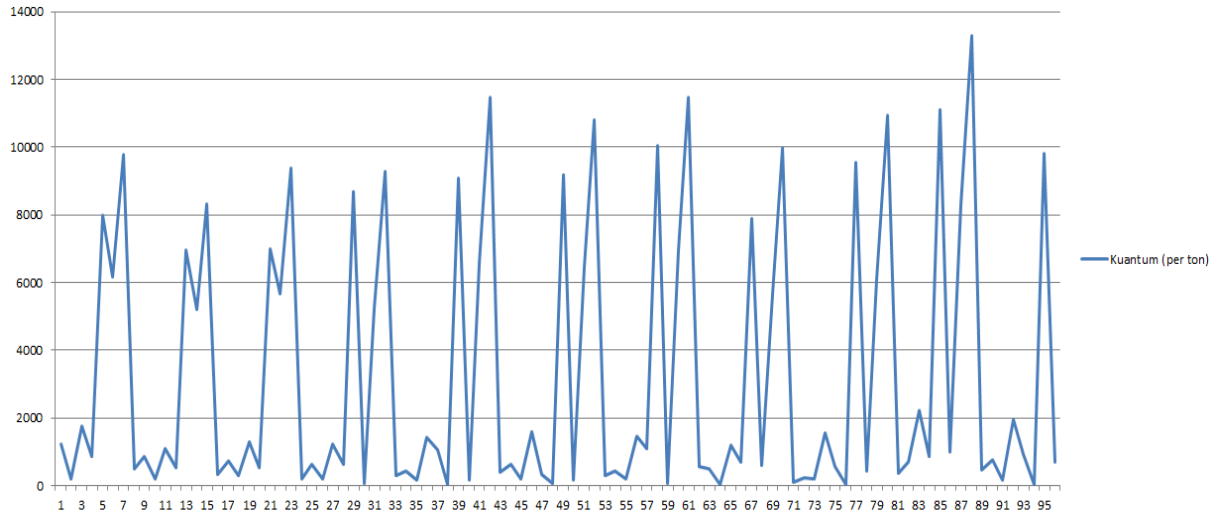
#### **4.2.2. Analisis Data**

Dalam studi kasus kali ini, data yang digunakan adalah data realisasi atau penjualan produk semen dari

PT. XYZ pada periode Januari 2011 sampai periode Desember 2012 yang dapat dilihat berdasarkan bulanan ataupun mingguan. Dikarenakan keduanya memiliki pola yang berbeda. Untuk bulanan sifatnya non-musiman dan untuk mingguan sifatnya musiman.

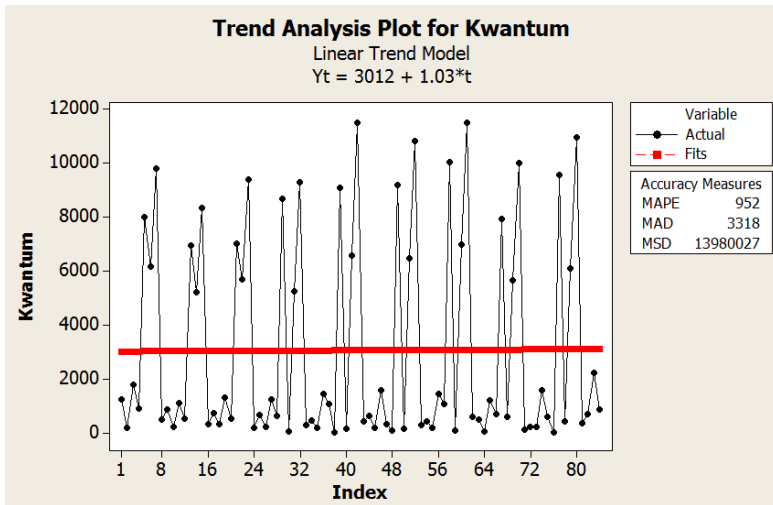
Pada Lampiran A tabel 7.1 menggambarkan bahwa terjadi pelonjakan dan penurunan yang drastis pada minggu-minggu tertentu sejak bulan Januari tahun 2011 hingga bulan Desember 2012. Hal tersebut dapat dilihat lebih jelas pada grafik diagram 4.1 dibawah. Sumbu-x menyatakan waktu mingguan sedangkan sumbu-y menyatakan jumlah kuantum atau jumlah semen yang dikirim ke distributor-distributor yang ada di Jawa Timur (jumlah penjualan semen). Dari data tersebut diketahui bahwa terjadi peningkatan yang sangat tinggi dari minggu sebelumnya pada minggu-minggu awal bulan. Seperti pada minggu ke 5, 13, 21 dan lain-lain. Hal ini disebabkan karena sebagian besar distributor akan membeli semen disetiap awal bulan.

**Data Penjualan PT. XYZ**



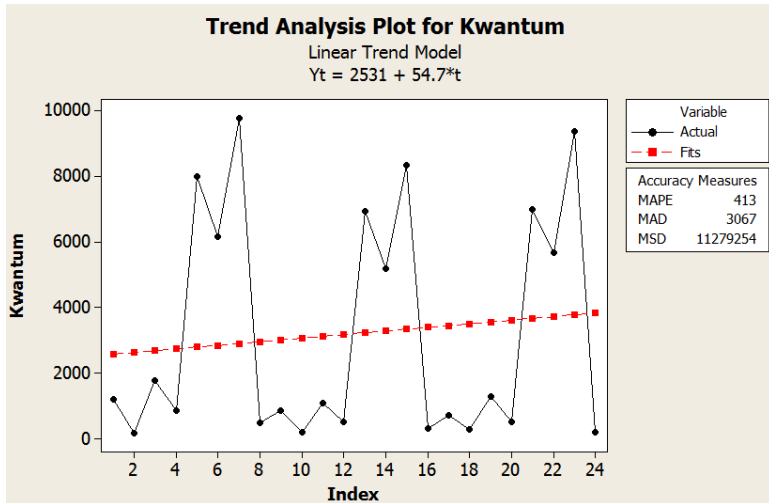
**Diagram 4.1 Data Penjualan per-Minggu**

Sedangkan berdasarkan trend dari penjualan produk, data tersebut menunjukkan bahwa terjadi trend naik yang mendekati stasioner. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini, trend naik tidak cukup terlihat jelas karena terlalu banyaknya data, sehingga hasil trend analisis yang muncul terlalu rapat. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1 Grafik Data Penjualan dalam Mingguan**

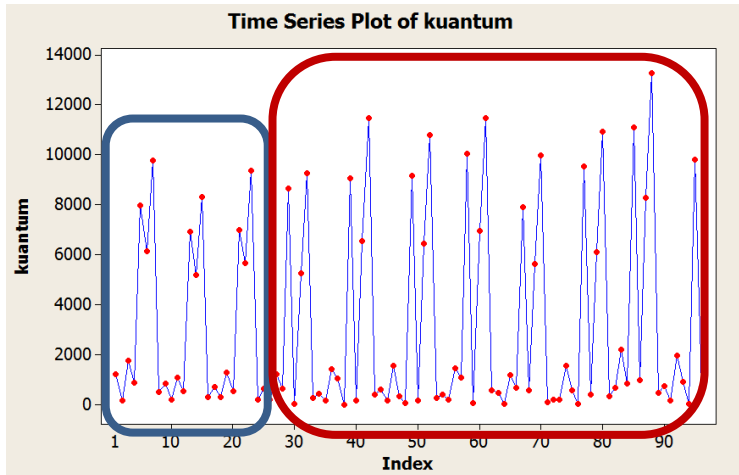
Untuk dapat melihat dengan jelas hasil trend dari data tersebut adalah naik, maka diambil sampel per minggu dari minggu awal hingga minggu ke 24. Dan hasilnya akan ditampilkan pada gambar 4.2 berikut ini.



**Gambar 4.2 Grafik Data Penjualan pada 24 Minggu Pertama**

Sehingga model *Seasonal* ARIMA akan sesuai dengan pemodelan dan data cocok untuk metode peramalan *Seasonal* ARIMA.

Kemudian setelah dilihat lagi data yang telah dijadikan grafik tersebut, ternyata ada perbedaan *seasonalitas* dalam data tersebut. Mulai pada bulan pertama pada minggu pertama hingga bulan keenam pada minggu terakhir memiliki perbedaan *seasonalitas* dengan minggu-minggu setelahnya. Perbedaan ini dapat mempengaruhi hasil yang ditunjukkan oleh sistem. Sehingga dalam studi kasus kali ini data untuk bulan pertama hingga bulan keenam tidak digunakan. Untuk lebih jelasnya gambar 4.3 akan menampilkan perbedaan *seasonalitas* pada data sehingga data perlu dipecah lagi.



**Gambar 4.3 Perbedaan Seasonalitas dalam Satu Rangkaian Data Mingguan**

Selain itu sistem memerlukan input berupa file excel yang berektensi .xls yang didalamnya hanya berisi angka saja. Angka disini adalah data musiman dari penjualan produk semen oleh PT. XYZ. Berikut ini adalah gambar 4.4 yang menampilkan contoh data sederhana di excel terkait data realisasi atau penjualan dalam satuan ton yang akan diinputkan ke sistem.

	A
1	1227
2	187
3	1774
4	880
5	8001
6	6168
7	9773
8	502
9	868
10	205
11	1091
12	538
13	6946
14	5202
15	8331
16	328
17	734
18	307
19	1300
20	536
21	7009
22	5683

**Gambar 4.4 Contoh Data Input pada Excel**

### **4.3. Spesifikasi Sistem**

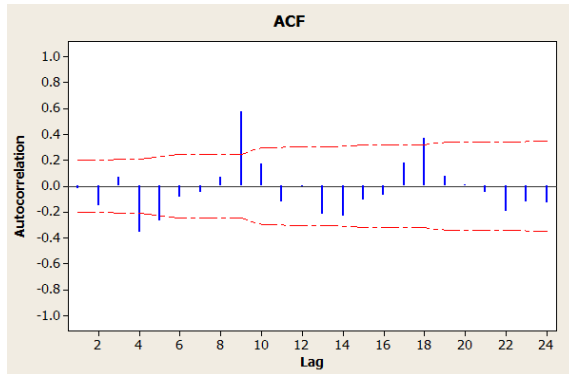
Sistem yang dibangun sebagai pendukung keputusan ini memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut :

- Sistem ini dapat memilih dua metode peramalan yaitu dengan metode *Seasonal* ARIMA dan metode ARIMA.
- Sistem ini dapat menampilkan hasil kombinasi parameter  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  dari metode *Seasonal* ARIMA dengan hasil kombinasi yang paling optimal untuk data musiman. Pengambilan hasil kombinasi parameter yang paling optimal ini didasarkan pada perolehan nilai RMSE dan MAPE yang paling kecil.
- Sistem mampu mengolah dan menampilkan hasil peramalan dari data historis jumlah penjualan per bulan selama 12 bulan yang berpola musiman maupun non-musiman pada PT. XYZ yang diinputkan pada sistem dan secara otomatis dapat melakukan proses penghitungan peramalan.
- Sistem juga mampu menampilkan hasil peramalan dan nilai residual dari data penjualan yang bersifat musiman maupun non-musiman pada PT. XYZ.

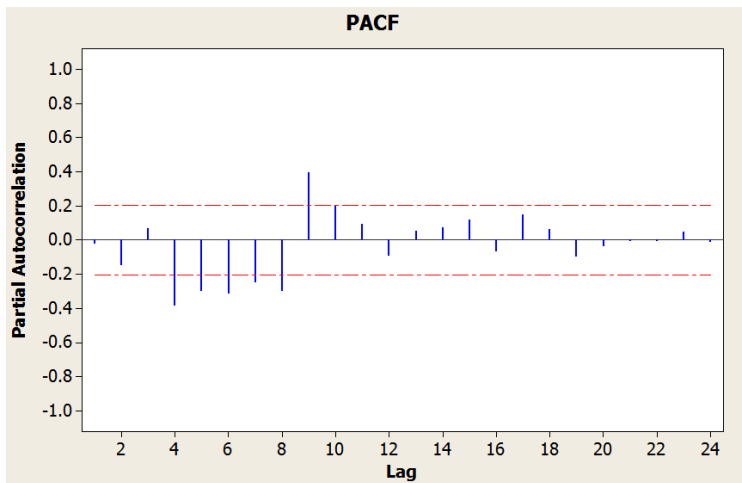
#### **4.4. Estimasi Parameter Sementara**

Estimasi parameter sementara, dilakukan dengan bantuan *minitab* yang menghasilkan diagram grafik *Autocorrelation* (ACF) yang ditunjukkan pada gambar 4.5 dan *Partial Autocorrelation* (PACF) yang ditunjukkan pada gambar 4.6.





Gambar 4.5 ACF



Gambar 4.6 PACF

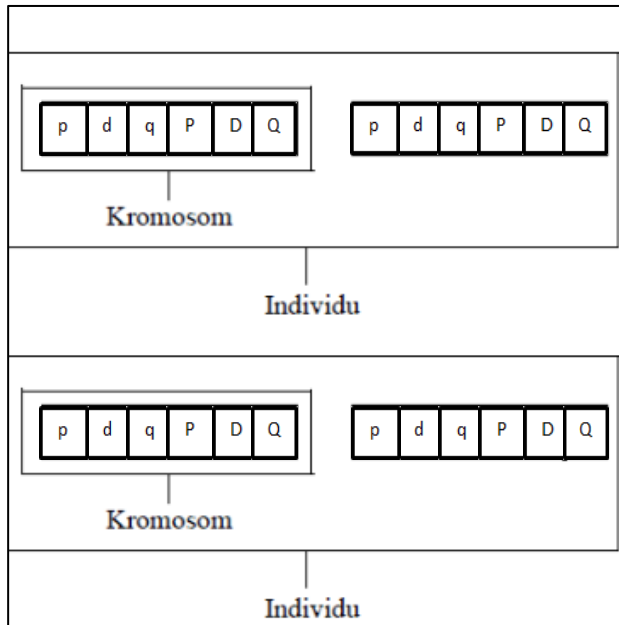
#### 4.5. Algoritma Genetika

Berikut ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah proses dari metode Algoritma Genetika yang

nantinya akan membantu dalam proses optimasi parameter pada metode peramalan SARIMA dan ARIMA.

#### 4.5.1. Pembentukan Populasi Awal

Setelah data terkumpul, maka tahap selanjutnya adalah memulai untuk melakukan metode Algoritma Genetika. Dimulai dengan membentuk populasi awal yang berupa kombinasi dari 6 variabel yaitu  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  yang selanjutnya disebut sebagai gen dengan nilai masing-masing adalah  $p = 0-3$ ,  $d = 0-2$ ,  $q = 0-3$ ,  $P = 0-3$ ,  $D = 0-2$ , dan  $Q = 0-3$ . Untuk ilustrasi lebih jelasnya akan ditampilkan pada gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4.7 Ilustrasi Bagian GA pada Sistem

Populasi awal ini dibangun dengan kode program yang ditampilkan pada segmen program 4.1 sebagai berikut.

```
5. public GenerateRandom() {
6.     int index2=0;
7.     // proses plotting nilai-nilai
8.     for (int p = 0; p < 4; p++) {
9.         for (int d = 0; d < 3; d++) {
10.            for (int q = 0; q < 4; q++) {
11.                for (int P = 0; P < 4; P++) {
12.                    for (int D = 0; D < 3; D++) {
13.                        for (int Q = 0; Q < 4; Q++) {
14.                            Blok blok = new Blok();
15.                            blok.setp(p);
16.                            blok.setd(d);
17.                            blok.setq(q);
18.                            blok.setP(P);
19.                            blok.setD(D);
20.                            blok.setQ(Q);
21.                            instance.add(blok);
```

#### Segmen Program 4.1 Pembentukan Populasi

Pada tampilan segmen program 4.1 tersebut, blok adalah sebuah tempat untuk meletakkan kemungkinan-kemungkinan dari individu-individu yang berisi kromosom yang didalamnya memiliki kombinasi dari nilai-nilai gen yang telah ditentukan besarnya. Nilai gen-gen tersebut disimpan pada array list yang bernama Blok yang ditampilkan pada segmen program 4.2. Blok tersebut dibentuk pada *class* lain.

```
ArrayList<Blok>instance=new java.util.ArrayList<Blok>();
```

#### Segmen Program 4.2 Array List

Setelah semua kemungkinan dari kombinasi antar gen disimpan, maka tahap selanjutnya adalah mengawinkan setiap individu dengan individu lainnya sebanyak kemungkinan individu yang muncul.

#### 4.5.2. Kawin Silang

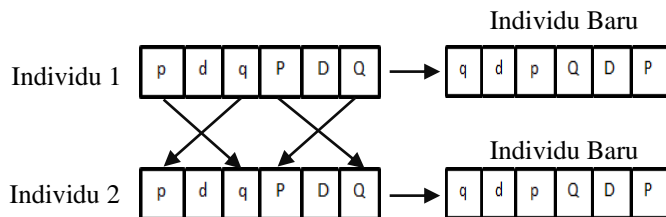
Pada tahap kawin silang, sistem akan memulai mengambil nilai kombinasi gen yang disebut sebagai individu dari array list yang digunakan sebagai tempat penyimpanan nilai gen sementara. Individu yang ada adalah sebanyak kemungkinan dari setiap nilai gen yaitu berjumlah 2.304 kemungkinan individu dari kombinasi gen yang ada. Berikut ini adalah kode program yang ditampilkan pada segmen program 4.3 yang berfungsi untuk mengambil individu-individu yang ada.

```
for (int ulang = 0; ulang < instance.size( ); ulang++)
{
    int index=ulang+1;
    Blok ini = instance.get(ulang);
    while( index<instance.size()) {
        Blok selanjutnya = instance.get(index);
        if(index==instance.size() || ulang>=instance.size()){
            break; }
        else{
```

#### Segmen Program 4.3 Cross Over / Kawin Silang

Individu-individu yang telah diambil dari tempat penyimpanan array list akan dikawin silang antar individu yang disebut dengan perkawinan antar induk sehingga menghasilkan individu baru atau disebut anak sebanyak jumlah induk.

Setelah pengambilan individu dilakukan, selanjutnya sistem akan melakukan pemecahan individu menjadi gen-gen yang nantinya gen tersebut akan diambil untuk dikawin silang atau ditukar dengan gen dari individu lain. Pada proses ini, sistem menggunakan metode *multi point cross over*. Cara kerja dari metode ini pada sistem adalah nilai “p” pada individu pertama akan ditukar dengan nilai “q” pada individu kedua dan nilai “q” pada individu pertama akan ditukar dengan “p” individu kedua. Sedangkan untuk yang bagian parameter *seasonal*, gen “P” dari individu pertama ditukar dengan “Q” dari individu kedua dan “Q” dari individu pertama ditukar dengan “P” dari individu kedua. Sehingga jika digambar dengan ilustrasi sederhana pada gambar 4.8 adalah sebagai berikut.



**Gambar 4.8 Ilustrasi Kawin Silang / Cross Over**

Dari penjelasan ilustrasi diatas berikut ini merupakan segmen program 4.4 dari sistem yang mengimplementasikan ilustrasi diatas.

```

// ambil nilai awal gen
    int pAwal = ini.getp();
    int qAwal = selanjutnya.getq();
    int PAwal = ini.getP();
    int QAwal = selanjutnya.getQ();

//proses crossing proses pertukaran pertama (non-
seasonal)
    ini.setp(qAwal);
    selanjutnya.setq(pAwal);

//proses pertukaran kedua (seasonal)
    ini.setP(QAwal);
    selanjutnya.setQ(PAwal);
}

    instance.set(ulang, ini);
    instance.set(index, selanjutnya);
    index++;
}
}

```

**Segmen Program 4.4 Proses *Cross Over* / Kawin Silang**

### 4.5.3. Mutasi

Setelah proses kawin silang dilakukan, pada tahap selanjutnya sistem akan melakukan mutasi pada individu baru yang disebut sebagai anak. Sistem melakukan mutasi dengan penukaran nilai antar individu baru. Dan kode program akan ditampilkan pada segmen program 4.5 berikut ini.

```

4. // mulai mutasi masing-masing individu
5.     for(int
        index=0;index<instance.size();index++){
6.
7.         Blok tucker= instance.get(index);
8.
9.         if(index==instance.size()){ //Sesuai
            jumlah individu
10.            break;
11.        }
12.        else{
13. //ambil nilai sementara p/P dan q/Q
14.         int pAwal = tucker.getp();
15.         int qAwal = tucker.getq();
16.         int PAwal = tucker.getP();
17.         int QAwal = tucker.getQ();
18.
19. //proses mutasi
20.         tucker.setp(qAwal);
21.         tucker.setq(pAwal);
22.         tucker.setP(QAwal);
23.         tucker.setQ(PAwal);
24.         }
25.         instance.set(index, tucker);
26.     }

```

#### Segmen Program 4.5 Mutasi

#### 4.5.4. Akurasi Hasil

Hasil dari kawin silang dan mutasi yang telah dilakukan di atas akan menjadi inputan bagi metode peramalan *Seasonal* ARIMA. Metode peramalan ini mengambil semua kemungkinan dari individu-individu

yang ada. Pada akhirnya, individu-individu tersebut akan dicoba satu-persatu ke dalam rumus dari metode permalan *Seasonal ARIMA* sebagai inputan untuk parameter *non-seasonal*  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan parameter *seasonal*  $P$ ,  $D$ ,  $Q$ . Kemudian sistem akan membandingkan, individu mana yang memiliki tingkat galat paling rendah melalui MAPE dan RMSE dari peramalan dengan metode tersebut. Sistem akan memilih individu yang berarti kombinasi nilai dari parameter peramalan *Seasonal ARIMA*. Berikut ini merupakan kode program yang ditampilkan pada segmen program 4.6 yang berfungsi untuk menghitung akurasi peramalan dari sistem yang dibangun ini

```
//MAPE
for (int i = 14; i < x.size(); i++) {
    l += (Math.abs(residual[i])) / data[i] * 100;
}
mape = l / (x.size() - (14));

//RMSE
for (int i = 14; i < x.size(); i++) {
    se += Math.pow(residual[i], 2);
}
rmse = Math.sqrt(se / (x.size() - 14));
```

**Segmen Program 4.6 Akurasi Hasil dengan MAPE dan RMSE**

#### **4.6. Perancangan Sistem *Output***

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai bentuk keluaran (*output*) dari sistem yang mengimplementasikan metode *Seasonal ARIMA* dalam proses peramalan ini.



Adapun keluaran (*output*) yang akan dihasilkan antara lain yaitu sebagai berikut :

#### 1. Optimum Model

Optimum model ini berisikan nilai dari derajat  $p$ ,  $d$ ,  $q$  dan  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  serta  $s$  yang didapatkan dari pencarian model yang memiliki nilai MAPE dan RMSE paling minimum (paling kecil). Optimum model ini akan ditampilkan secara langsung pada jendela program (aplikasi).

#### 2. MAPE

Nilai MAPE merupakan nilai persentase yang diperoleh dari hasil perhitungan rata-rata nilai absolute residual (*error*) yang dihasilkan dari perhitungan data actual.

#### 3. RMSE

Nilai RMSE ini merupakan nilai yang diperoleh dari hasil akar perhitungan rata-rata nilai kuadrat residual (*error*) yang dihasilkan dari perhitungan data actual.

#### 4. Tabel Data Peramalan

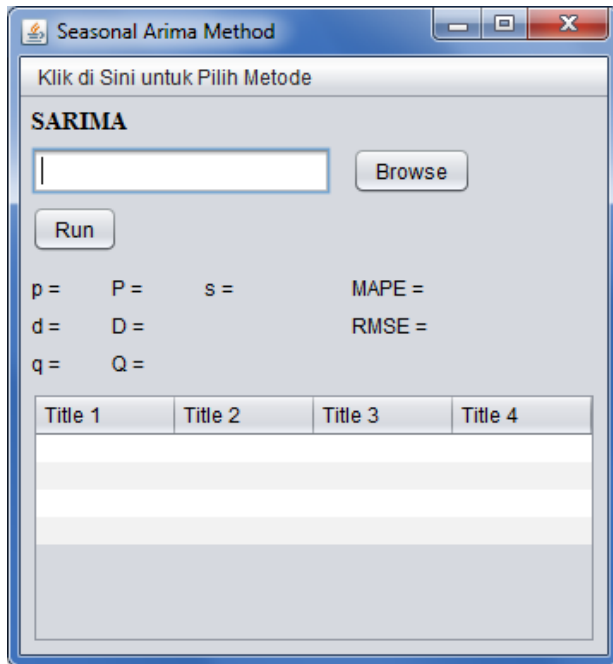
Tabel ini berisikan data hasil peramalan yang dihasilkan dari peramalan sebanyak 12 periode selanjutnya.

### **4.7. Perancangan Sistem Antarmuka Pengguna**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai antarmuka pengguna dari system yang mengimplementasikan metode SARIMA ini. Terdapat satu halaman dimana pengguna dapat melakukan proses peramalan dengan metode SARIMA.

Pada halaman inilah, pengguna dapat memilih dan memasukkan data yang dibutuhkan sesuai dengan format yang telah ditentukan. Dengan menekan tombol run maka

nantinya akan ditampilkan nilai dari optimum model, MAPE, RMSE serta tabel data yang berisikan Minggu keberapa, Data histori, hasil peramalan, dan juga nilai residual dari peramalan yang dilakukan dengan metode tersebut. Berikut ini merupakan rancangan halaman dari sistem yang dibangun, yang ditampilkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rancangan Halaman Sistem

#### 4.8. Implementasi Sistem

Implementasi sistem yang dibangun adalah sistem yang menerapkan metode SARIMA. Dalam pengimplementasian sistem ini, dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman java. Library java

JMSL *Numerical library* digunakan untuk melakukan proses perhitungan data menggunakan metode SARIMA. Berikut ini akan dijelaskan secara lebih detail mengenai implementasi dari metode tersebut.

Pada implementasi sistem yang dibangun menggunakan metode SARIMA ini, terdapat beberapa fungsional, yaitu melakukan proses input dan membaca data jumlah penjualan produk, melakukan proses *Algoritma Genetika* penentuan parameter, dan melakukan proses peramalan data. Kegunaan dan fungsi dari halaman SARIMA ini akan dijelaskan lebih detail pada tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1 Fungsionalitas Program**

No.	Fungsional	Keterangan
1.	Menginputkan dan membaca data	Tampilan : Pada bagian atas halaman ini terdapat sebuah button yang bernama "browse" dimana berfungsi menampilkan jendela baru yang digunakan untuk memilih dan menginputkan data ke dalam sistem. Data yang diinputkan harus dalam bentuk file excel (.xls). Tampilan dari jendela yang dimunculkan setelah tombol "browse" ditekan. File .xls tersebut harus berisi satu macam data (data aktual atau data histori).

No.	Fungsional	Keterangan
		<p>Tujuan: Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan proses peramalan menggunakan metode SARIMA.</p>
2.	<p>Melakukan Proses Algoritma Genetika penentuan parameter</p>	<p>Tampilan : Pada sistem ini, penentuan parameter yang dilakukan menggunakan metode Algoritma Genetika ini tidak ditampilkan dalam bentuk GUI. Sehingga pengguna tidak akan dapat melihat proses Algoritma Genetika yang sedang berjalan. Dibagian bawah dari kolom isian file atau data, terdapat tombol yang bernama "Run" dimana berfungsi sebagai tombol untuk menjalankan proses Algoritma Genetika dan metode peramalan SARIMA dalam sistem.</p> <p>Tujuan : menemukan kombinasi parameter p, d, q dan P, D, Q yang paling optimum untuk peramalan dengan metode SARIMA.</p>

No.	Fungsional	Keterangan
3.	Melakukan proses peramalan data	<p>Tampilan : Fungsional ini akan ditampilkan dalam sistem. Pada bagian bawah kolom isian file atau data terdapat tombol yang bernama “Run” dimana berfungsi sebagai tombol untuk menjalankan proses Algoritma Genetika dan juga metode peramalan SARIMA. Hasil peramalan akan ditampilkan sebanyak 12 periode selanjutnya menggunakan seluruh data jumlah penjualan produk semen. Dalam tampilan sistem tersebut, setelah sistem menjalankan proses peramalan, maka sistem akan menampilkan hasil peramalan selama 12 periode mendatang dan juga hasil residual dari peramalan yang dilakukan.</p> <p>Tujuan : Untuk menghasilkan sejumlah nilai peramalan penjualan semen sebanyak 12 periode mendatang dengan metode peramalan SARIMA.</p>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **UJI COBA DAN ANALISIS HASIL**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil uji coba dan analisis hasil yang disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah dicantumkan pada bab sebelumnya.

#### **5.1. Lingkungan Uji Coba**

Lingkungan uji coba merupakan kriteria perangkat pengujian yang digunakan dalam menguji model yang telah dibuat pada tugas akhir ini. Lingkungan uji coba terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun perangkat keras yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 5.1 berikut ini.

**Tabel 5.1 Lingkungan Perangkat Keras Uji Coba**

<b>Perangkat Keras</b>	<b>Spesifikasi</b>
Jenis	Notebook
Processor	Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T8100 2.10GHz
RAM	2 GB
Hard Disk Drive	140 GB SATA

Sementara untuk lingkungan perangkat lunak dalam uji coba program menggunakan spesifikasi dibawah ini. Spesifikasi perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 5.2.

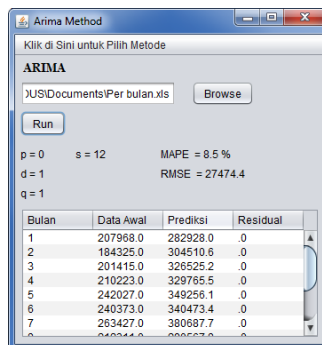
Tabel 5.2 Lingkungan Perangkat Lunak Uji Coba

Perangkat Lunak	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 7
Bahasa Pemrograman	Java
Menghitung Data	Minitab 16

## 5.2. Uji Coba dan Verifikasi Sistem

Untuk memastikan tidak ada *error* pada program yang telah dibuat maka perlu dilakukan uji coba dan verifikasi. Terdapat beberapa langkah untuk melakukan verifikasi. Langkah pertama yaitu dengan melihat program yang telah dibuat, apakah terdapat kesalahan yang ditandai dengan *error*.

Apabila tidak terdapat *error* pada program maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses *running* untuk mengetahui hasil yang dikeluarkan program. Gambar 5.1 berikut ini merupakan hasil yang dikeluarkan oleh program. Dengan adanya hasil ini maka dapat dikatakan bahwa program sudah terbukti bebas dari *error*.



The screenshot shows the 'Arima Method' window in Minitab. It displays the file path 'J:\S\Documents\Per bulan.xls', the ARIMA parameters (p=0, s=12, d=1, q=1), and the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 8.5% and the Root Mean Square Error (RMSE) of 27474.4. Below this, a table shows the first seven rows of data, including 'Bulan', 'Data Awal', 'Prediksi', and 'Residual'.

Bulan	Data Awal	Prediksi	Residual
1	207968.0	282928.0	.0
2	184325.0	304510.6	.0
3	201415.0	326525.2	.0
4	210223.0	329765.5	.0
5	242027.0	349256.1	.0
6	240373.0	340473.4	.0
7	263427.0	380687.7	.0

Gambar 5.1 Nilai Keluaran Program



### 5.3. Uji Coba dan Validasi Metode *Seasonal* ARIMA

Validasi adalah proses yang dilakukan untuk menilai apakah model dan program sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Salah satu cara melakukan validasi yakni dengan membandingkan hasil yang dikeluarkan program dibandingkan dengan hasil yang telah dikeluarkan oleh perangkat lunak yang lain, misalnya Minitab. Kondisi model dan program dikatakan valid apabila hasil yang dikeluarkan oleh kedua perangkat tersebut bernilai sama atau mendekati kebenaran tools. Untuk pengujian keabsahan dilakukan dengan cara penghitungan MAPE dan RMSE.

#### 5.3.1. Identifikasi Model dan Stasioneritas

Untuk melakukan tahapan identifikasi model SARIMA maka dibutuhkan uji stasioneritas data dan penentuan ordo  $p$ ,  $d$ ,  $q$ ,  $P$ ,  $D$ ,  $Q$ , dan  $s$  (periode seasonal) dikarenakan data yang digunakan bersifat musiman.

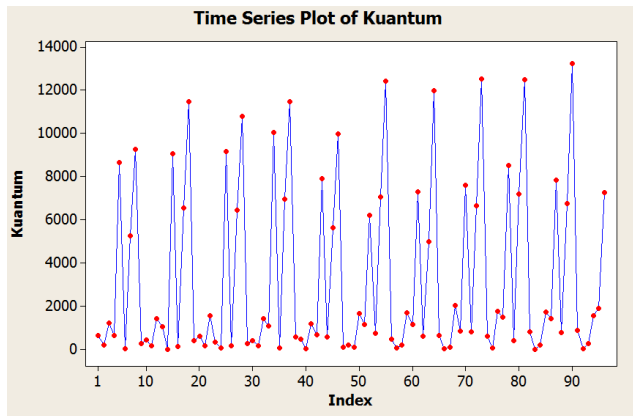
##### 1. Identifikasi Model

Pertama kali, validasi dilakukan dengan cara membandingkan rata-rata peramalan selama 12 bulan atau selama 48 minggu yang ada pada sistem yang dibangun dengan rata-rata peramalan selama 12 bulan atau selama 48 minggu pada minitab. Jika hasil rata-rata peramalan menggunakan MAPE menunjukkan nilai sesuai yang telah dijelaskan pada tabel satandar MAPE maka artinya hasil dari sistem tersebut dapat diterima.

Dari pernyataan diatas tersebut untuk mencari tingkat *error* sebuah sistem dapat dilakukan dengan dua cara untuk menemukan hasil peramalan yang dijalankan dari sistem. Pertama, rumus peramalan diambil langsung dari library JMSL yang telah disediakan didalamnya. Sehingga hasil peramalan dapat langsung dimunculkan.

Yang kedua adalah rumus peramalan yang diambil dari rumus residual.

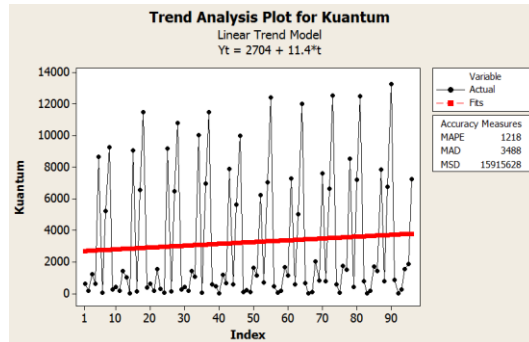
Sebelum masuk pada proses peramalan menggunakan *Seasonal ARIMA*, terlebih dahulu data perlu dianalisis. Gambar 5.2 menunjukkan bahwa data yang digunakan pada studi kasus kali ini adalah musiman. Terlihat pada gambar tersebut pola grafik yang selalu berulang tiap beberapa periode. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut adalah data *seasonal*.



Gambar 5.2 Pola data mingguan yang bersifat *seasonal*

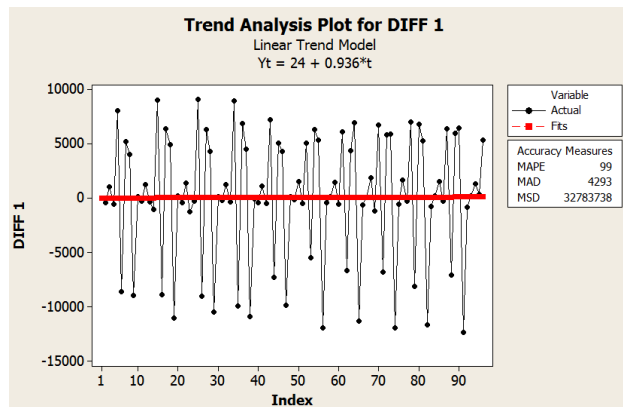
## 2. Uji Stasioneritas

Setelah melihat pola data yang musiman, perlu dilihat juga bentuk trend yang ada pada data tersebut. Trend data disini berfungsi untuk mengetahui apakah hasil produksi semen selama dua tahun itu meningkat atau stasioner atau bahkan menurun.



**Gambar 5.3 Data yang membentuk Trend**

Pada gambar 5.3 ternyata memiliki trend data yang naik. Sehingga data tersebut perlu dilakukan diferensiasi data dengan lag 1. Kemudian dilakukan pengujian kembali data yang telah didiferensiasi tersebut untuk melihat apakah masih ada pola trend atau tidak dengan bantuan minitab dan didapatkan hasil seperti gambar 5.4 berikut:

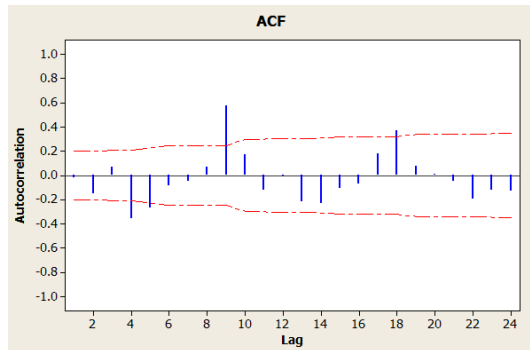


**Gambar 5.4 Data yang telah Diferensiasi 1**

Dari gambar diatas terlihat bahwa pola trend sudah mendekati sejajar dengan sumbu horizontal. maka dapat kita simpulkan data sudah stasioner dalam rata-rata dan untuk menjadi stasioner butuh diferensiasi 1 kali.

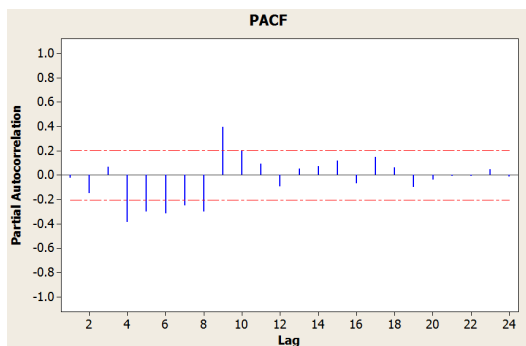
### 5.3.2. Pendugaan Parameter (ordo $p$ , $d$ , $q$ , $P$ , $D$ , dan $Q$ )

Tahap selanjutnya adalah dengan melihat pada pola ACF dan PACF pada gambar 5.5 dan gambar 5.6. Hipotesis awal yang dapat diberikan berdasarkan teori yang ada adalah gambar 5.5 (ACF) menunjukkan bahwa muncul spike pada saat lag keempat dan terdapat *cut off* setelah lag ketiga. Dan terdapat perpotongan (*cut off*) juga pada lag kelima, kesembilan, dan ke-18.



**Gambar 5.5 ACF**

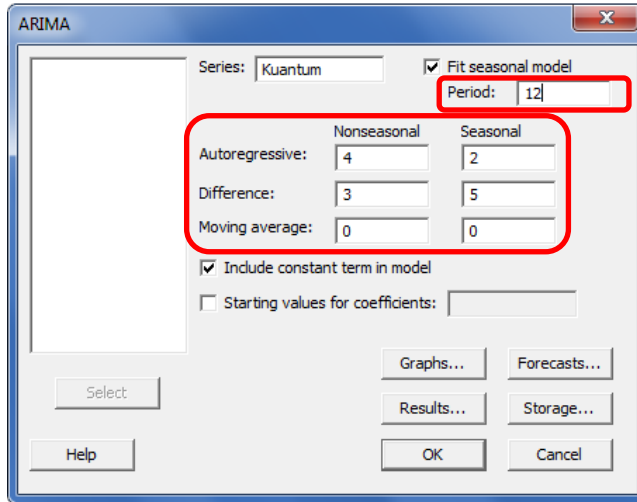
Sedangkan pada gambar 5.6 (PACF) menunjukkan bahwa muncul spike pada lag keempat dan juga *cut off* setelah lag ketiga. Dan perpotongan juga terdapat pada lag kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, dan kesembilan.



**Gambar 5.6 PACF**

Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai parameter AR dan MA pada studi kasus ini berkisar antara tiga dan empat. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa nilai parameter yang digunakan pada studi kasus ini diluar perkiraan tersebut.

Tahap selanjutnya adalah mulai mencoba mencari parameter yang paling sesuai dan memiliki tingkat *error* paling rendah. Pada gambar 5.7 merupakan contoh dalam pencarian parameter menggunakan Minitab. Dari percobaan pada Minitab ternyata didapatkan hasil seperti yang ada pada gambar 5.7. Dari gambar 5.8 tersebut tampak bahwa nilai  $p=4$ ,  $d=3$ ,  $q=0$ ,  $P=2$ ,  $D=5$ ,  $Q=0$  dan  $s=12$ .



**Gambar 5.7 Percobaan Parameter pada Minitab**

Kemudian hasil-hasil yang keluar setelah percobaan tersebut dibandingkan untuk mendapatkan *error* yang paling rendah yang berarti memiliki tingkat kepercayaan dan keakuratan yang tinggi. Berikut ini beberapa perbandingan dari hasil-hasil yang telah didapatkan melalui minitab.

### 1. Parameter (2 3 0 dan 2 3 1)<sub>16</sub>

Pada percobaan pertama dengan parameter (2 3 0)(2 3 1)<sub>16</sub>, ma *non-seasonal* dicoba dengan angka 0 dan ar *non-seasonal* dengan angka 2. Sedangkan pada bagian *seasonal* AR (P) memiliki nilai 2, *seasonal difference* (D) memiliki nilai 3 dan *seasonal MA* (Q) memiliki nilai 1. Semua angka tersebut dipilih berdasarkan kesimpulan dari grafik ACF dan PACF serta beberapa percobaan yang tidak memiliki hasil atau *error*. Dari hasil yang ditampilkan pada gambar 5.8 yang muncul tersebut ternyata didapatkan hasil

signifikansi yang lumayan bagus yaitu dibawah 0.05 tetapi masih memiliki nilai konstan yang melebihi 0.05. hal tersebut juga tentu akan mempengaruhi nilai p-value. Nilai p-value disini kurang bagus seperti halnya percobaan sebelumnya yaitu nilai p-value masih dibawah 0.05 ( $p\text{-value} < \alpha$ ) pada semua lag.

#### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	-1.3760	0.1120	-12.29	0.000
AR	2	-0.7444	0.1117	-6.67	0.000
SAR	16	-1.5070	0.0520	-28.98	0.000
SAR	32	-0.9957	0.0550	-18.10	0.000
SMA	16	0.7069	0.1977	3.58	0.001
Constant		591.7	361.4	1.64	0.110

Differencing: 3 regular, 3 seasonal of order 16

Number of observations: Original series 96, after differencing 45

Residuals: SS = 2028174478 (backforecasts excluded)  
MS = 52004474 DF = 39

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	23.8	53.0	53.2	*
DF	6	18	30	*
P-Value	0.001	0.000	0.006	*

**Gambar 5.8 Hasil dari Parameter (2 3 0 dan 2 3 1)<sub>16</sub><sup>2</sup>**

## 2. Parameter (0 1 0)(4 0 3)<sub>8</sub>

Pada percobaan kedua ini, nilai parameter *non-seasonal* dan *seasonal* diganti dengan nilai angka yang menurut penulis lebih memungkinkan. Nilai p, d, q *non-seasonal* berturut-turut adalah 0, 1, 0. Sedangkan P, D, Q *seasonal* berturut-turut adalah 4, 0, 3. Sama

<sup>2</sup> Periode 16 didapat dari perulangan pola data yang berulang setiap 8 periode. Sehingga periode yang dapat digunakan adalah kelipatan dari 8 atau perulangan periode tersebut.

dengan percobaan sebelumnya, semua angka tersebut dipilih berdasarkan kesimpulan dari grafik ACF dan PACF serta beberapa percobaan yang tidak memiliki hasil atau *error*. Dari hasil yang ditampilkan pada gambar 5.9, nilai yang muncul tersebut ternyata didapatkan hasil yang kurang bagus, karena nilai p-value masih dibawah 0.05 ( $p\text{-value} < \alpha$ ).

```
Final Estimates of Parameters

Type      Coef  SE Coef   T      P
SAR  8    -0.3942  1.0410  -0.38  0.706
SAR 16    -0.3832  1.1762  -0.33  0.745
SAR 24     0.4044  1.3420   0.30  0.764
SAR 32     0.5087  0.6124   0.83  0.408
SMA  8    -0.1285  1.0392  -0.12  0.902
SMA 16   -0.2431  0.9121  -0.27  0.790
SMA 24     0.6557  0.9720   0.67  0.502
Constant  28.1    376.9   0.07  0.941

Differencing: 1 regular difference
Number of observations: Original series 96, after differencing 95
Residuals:      SS = 2256096529 (backforecasts excluded)
                MS = 25932144  DF = 87

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

Lag      12      24      36      48
Chi-Square 34.1  53.8  67.7  85.7
DF         4      16      28      40
P-Value   0.000  0.000  0.000  0.000
```

**Gambar 5.9 Hasil dari Parameter (0 1 0 dan 4 0 3)<sub>8</sub>**

### 3. Parameter (4 3 0)(2 5 0)<sub>12</sub>

Percobaan ketiga merupakan percobaan yang dilakukan setelah beberapa kemungkinan telah dicoba dan menghasilkan hasil *error*. Sehingga disini periode diganti menjadi 12 dengan harapan menghasilkan nilai yang lebih baik daripada yang sebelumnya dan juga karena penghitungan musiman adalah per empat periode. Nilai pada masing-masing tipe, baik *non-*



*seasonal* maupun *seasonal*. Pada bagian *non-seasonal* nilai  $p$  (ar) adalah empat,  $d$  (difference) adalah tiga, dan  $q$  (ma) adalah nol.

Sedangkan pada bagian *seasonal* nilai  $P$  (AR) adalah dua,  $D$  (*DIFFERENCE*) adalah lima dan  $Q$  (MA) adalah nol. Seperti yang telah dikatakan sebelumnya sama dengan percobaan sebelumnya, semua angka tersebut dipilih berdasarkan kesimpulan dari grafik ACF dan PACF serta beberapa percobaan yang tidak memiliki hasil atau *error*. Dari hasil yang ditampilkan oleh minitab pada gambar 5.10, ternyata didapatkan hasil yang cukup bagus.

```
Final Estimates of Parameters

Type      Coef  SE Coef      T      P
AR 1      -1.4761  0.0036  -404.59  0.000
AR 2      -1.5645  0.0040  -393.18  0.000
AR 3      -1.4760  0.0040  -367.25  0.000
AR 4      -1.0004  0.0035  -283.14  0.000
SAR 12     -1.8940  0.0029  -644.55  0.000
SAR 24     -0.9996  0.0020  -490.54  0.000
Constant  39635.3  135.4    292.76  0.000

Differencing: 3 regular, 5 seasonal of order 12
Number of observations: Original series 96, after differencing 33
Residuals:      SS = 15560777 (backforecasts excluded)
                MS = 598491  DF = 26

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

Lag        12      24      36      48
Chi-Square  8.8     9.4     *      *|
DF          5       17     *      *
P-Value    0.119  0.925  *      *
```

**Gambar 5.10 Hasil dari Parameter (4 3 0 dan 2 5 0)<sub>12</sub><sup>3</sup>**

Hasil tersebut dapat dilihat pada bagian *p-value* yang nilainya sudah melebihi nilai 0.05 ( $p\text{-value} > \alpha$ ).

---

<sup>3</sup> Periode 12 digunakan setelah seluruh kemungkinan dari kelipatan 8 dicoba dan belum menghasilkan hasil yang maksimal.

Sehingga dari ketiga dugaan tersebut didapatkan hasil yang paling memungkinkan adalah parameter ketiga yaitu  $(4\ 3\ 0)(2\ 5\ 0)_{12}$ .

### 5.3.3. Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan untuk melihat model-model yang layak digunakan untuk metode peramalan SARIMA. Dikatakan layak jika model-model tersebut memenuhi syarat yaitu residual harus bersifat *White Noise*. Residual yang bersifat *White Noise* memiliki arti bahwa *error* tidak dipengaruhi oleh *error* waktu lalu. Untuk mengetahui apakah residual ini bersifat *White Noise* dapat dilihat dari Ljung-Box. Parameter yang digunakan adalah ketika p-value dari hasil uji tersebut bernilai lebih besar dari  $\alpha$  (0.05). Selain itu, sesuai dengan teori yang telah disebutkan di atas bahwa residu yang memenuhi proses *white noise* adalah jika residu bersifat random dan berdistribusi normal. Residu bersifat random jika pada grafik *ACF* residu tidak ada *lag* (bar) yang melebihi garis batas signifikansi (Munawaroh, 2010). Dapat dilihat kembali pada gambar 5.5 dan gambar 5.6 di atas.

Berdasarkan hasil Ljung-Box pada model SARIMA pada sistem yang dibangun  $(2\ 3\ 0)(2\ 3\ 1)_{16}$  yang ditampilkan pada gambar 5.11 menunjukkan bahwa residual pada model tersebut tidak bersifat *White Noise* dikarenakan nilai p-value yang keluar pada lag 12, 24, dan 36 nilainya kurang dari 0.05 (p-value  $< \alpha$ ).

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	23.8	53.0	53.2	*
DF	6	18	30	*
P-Value	0.001	0.000	0.006	*

Gambar 5.11 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA  $(2\ 3\ 0)(2\ 3\ 1)_{16}$

Begitupula dengan hasil Ljung-Box pada model SARIMA pada sistem yang dibangun  $(0\ 1\ 0)(4\ 0\ 3)_8$  yang ditampilkan pada gambar 5.12 menunjukkan bahwa residual pada model tersebut tidak bersifat *White Noise* dikarenakan nilai p-value yang keluar pada lag 12, 24, 36, dan 48 nilainya kurang dari 0.05 ( $p\text{-value} < \alpha$ ).

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	34.1	53.8	67.7	85.7
DF	4	16	28	40
P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000

**Gambar 5.12 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA  $(0\ 1\ 0)(4\ 0\ 3)_8$**

Sementara itu, hasil uji Ljung-Box pada model SARIMA  $(4\ 3\ 0)(2\ 5\ 0)_{12}$  yang ditampilkan pada gambar 5.13 dibawah ini menunjukkan bahwa residual dari model tersebut bersifat *White Noise* dikarenakan memiliki nilai p-value pada lag 12 dan 24 mendekati angka 1 dan diatas angka 0.05 ( $p\text{-value} > \alpha$ ).

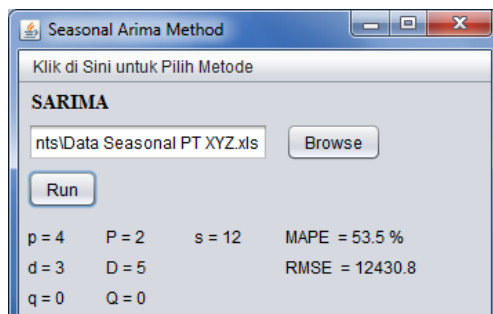
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.8	9.4	*	*
DF	5	17	*	*
P-Value	0.119	0.925	*	*

**Gambar 5.13 Hasil Uji Ljung-Box SARIMA  $(4\ 3\ 0)(2\ 5\ 0)_{12}$**

Setelah pemeriksaan residual dilakukan kemudian dipilihlah model yang memenuhi syarat pemeriksaan diagnostik diantara model-model tersebut. Berdasarkan hasil uji *White Noise* diatas, dapat diketahui bahwa kedua model SARIMA yang mungkin digunakan dalam

pemodelan peramalan jumlah penjualan produk semen yaitu hanya model SARIMA  $(4,3,0)(2,5,0)_{12}$  dimana telah terbukti memiliki residual yang *White Noise*.

Sementara itu, model optimum SARIMA yang dihasilkan secara otomatis dari program java yang telah dibangun memiliki model  $(4,3,0)(2,5,0)_{12}$  sama sebagaimana yang ditampilkan pada halaman program pada gambar 5.14 berikut ini.

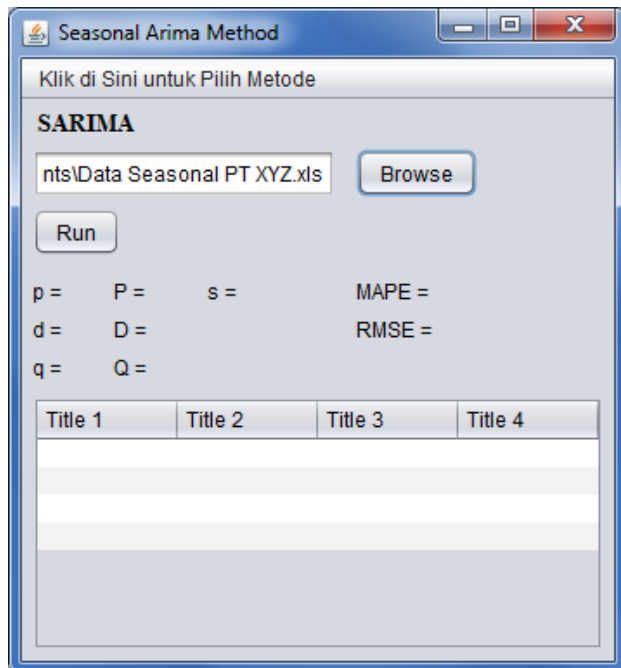


**Gambar 5.14 Optimum Model pada Program Peramalan dengan Metode SARIMA**

Berdasarkan hasil keluaran bahwa perangkat lunak Minitab dan Program yang telah dibuat pada java bernilai sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model telah valid karena nilai yang dikeluarkan adalah sama. Tetapi ada beberapa hal yang hendaknya diperhatikan juga yaitu nilai MAPE dan RMSE dari program java dan juga Minitab yang memiliki nilai yang sangat tinggi melebihi batas normal sebuah standar kesalahan dari MAPE. Dari tabel standar MAPE yang dijelaskan pada bab 2 sebelumnya, MAPE tersebut adalah sangat buruk. Dari situlah maka dibutuhkan pengecekan baru dengan metode yang hampir serupa dengan peramalan SARIMA yaitu dengan menggunakan metode ARIMA. Hal ini dilakukan

agar dapat diketahui penyebab dari besarnya nilai MAPE dan RMSE. Beberapa kemungkinan dapat terjadi, salah satunya disebabkan oleh terlalu signifikannya hubungan antar data.

Gambar 5.15 berikut ini adalah contoh tampilan model yang kurang optimal dan terjadi *error* karena model tidak dapat digunakan sebagai parameter dalam peramalan. Model yang digunakan adalah  $(0\ 4\ 2)(4\ 2\ 1)_{12}$



**Gambar 5.15 Tampilan untuk Hasil Model  $(0\ 4\ 2)(4\ 2\ 1)_{12}$  yang Kurang Optimal**

Terlihat pada gambar 5.15 tersebut untuk hasil model yang kurang optimal, program tidak dapat menampilkan keseluruhan hasil parameter, MAPE,

RMSE, dan juga peramalannya. *Error* disini dikarenakan program tidak dapat menghitung menggunakan parameter tersebut karena dianggap parameter yang tidak valid. Hal ini diperjelas dengan adanya *error* program yang ditampilkan pada gambar 5.16 berikut ini.

```
May 01, 2014 11:53:30 PM GASARIMA.Sarima actionPerformed
SEVERE: null
com.imsi.stat.AutoARIMA$NoAcceptableModelFoundException: For the given time series and values in arOrder, maOrder, periods and orders n
    at com.imsi.stat.AutoARIMA_1_auto_arima_driver(Unknown Source)
    at com.imsi.stat.AutoARIMA.compute(Unknown Source)
    at GASARIMA.Sarima.menghitungsarima(Sarima_java:463)
```

**Gambar 5.16 Error Program untuk Model  $(0\ 4\ 2)(4\ 2\ 1)_{12}$  yang Kurang Optimal**

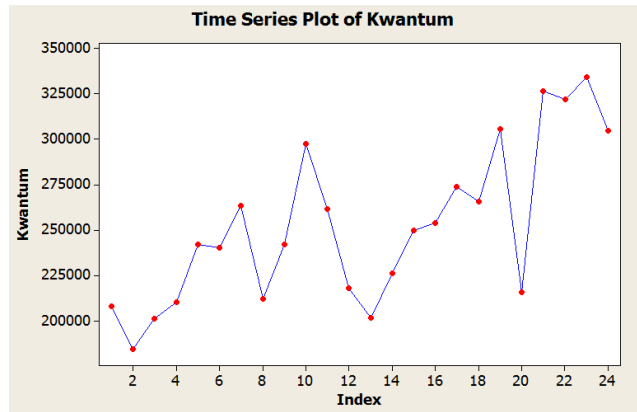
#### 5.4. Perubahan Data dan Pola Data

Perubahan data dan pola data ini adalah saling berkaitan. Jika data berubah maka pola data akan berubah sesuai dengan data yang berubah tersebut. Berdasarkan hasil peramalan terakhir yang telah didapat dari metode SARIMA, peneliti akan mencoba mencari tahu alasan dari munculnya angka MAPE yang sangat tinggi. Akan ada banyak kemungkinan yang dapat dijadikan alasan tingginya MAPE dari model SARIMA tersebut, sekalipun hasil telah dibandingkan dengan menggunakan Minitab. Salah satu hal yang mendasari peneliti untuk mengubah data tersebut adalah bahwa ketika data dilihat secara mingguan tidak bisa menampilkan hasil yang maksimal, baik peramalan yang dilakukan oleh Minitab maupun dilakukan dengan program yang dibangun dari java. Sehingga akan di coba dengan data bulanan dari sumber dan tipe data yang sama yaitu data realisasi/penjualan semen pada PT. XYZ.

Sedangkan pola data untuk data bulanan ini haruslah dilihat ulang lagi. Karena dengan data yang berbeda maka berbeda pula pola datanya. Grafik pola data dari data bulanan dapat dilihat pada gambar grafik 5.17. Dari gambar tersebut menunjukkan pola data yang tidak musiman. Ini

terjadi karena data yang telah didapat dari perusahaan agak berbeda karena data mingguan tidak menghitung keseluruhan distributor, sedangkan data bulanan adalah hasil dari akumulasi keseluruhan distributor.

Dengan perubahan pola data dari mingguan menjadi bulanan ini maka, jika hasil yang didapat adalah bagus, berarti kesalahan lebih disebabkan karena data. Dan jika hasil yang didapat ternyata sama buruknya dengan data mingguan, maka lebih dimungkinkan bahwa kesalahan terletak pada model yang kurang optimal.



**Gambar 5.17** Pola data bulanan yang bersifat *non-seasonal*

## 5.5. Uji Coba Metode ARIMA

Berikutnya sistem juga akan diujikan dengan metode ARIMA hal ini dikarenakan data bulanan yang didapat adalah membentuk pola non-musiman dan kemungkinan juga pada saat-saat tertentu bisa saja data yang didapatkan adalah data yang tidak mempunyai faktor musiman.

### 5.5.1. Identifikasi Model dan Stasioneritas

Untuk melakukan tahapan identifikasi model ARIMA maka dibutuhkan uji stasioneritas data dan penentuan ordo  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , dan  $s$  (periode non-seasonal) dikarenakan data yang digunakan bersifat musiman.

#### 1. Identifikasi Model

Untuk melakukan tahapan identifikasi model ARIMA maka dibutuhkan uji stasioneritas data dan juga penentuan model yang tepat untuk mendapatkan hasil terbaik dari metode peramalan ini.

Untuk melakukan tahapan identifikasi model ARIMA maka dibutuhkan uji stasioneritas data dan penentuan ordo  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , dan  $s$  (periode non-seasonal).

Pertama kali, validasi dilakukan dengan cara membandingkan rata-rata peramalan selama 12 bulan yang ada pada sistem yang dibangun dengan rata-rata peramalan selama 12 bulan pada minitab. Jika hasil rata-rata peramalan menggunakan MAPE menunjukkan nilai sesuai yang telah dijelaskan pada tabel satandar MAPE maka artinya hasil dari sistem tersebut dapat diterima.

Dari pernyataan diatas tersebut untuk mencari tingkat *error* sebuah sistem dapat dilakukan dengan dua cara untuk menemukan hasil peramalan yang dijalankan dari sistem. Pertama, rumus peramalan diambil langsung dari library JMSL yang telah disediakan didalamnya. Sehingga hasil peramalan dapat langsung dimunculkan. Yang kedua adalah rumus peramalan yang diambil dari rumus residual seperti yang telah dijelaskan dibagian atas.

Sebelum masuk pada proses peramalan menggunakan ARIMA, terlebih dahulu data perlu dianalisis. Berdasarkan gambar 5.17 grafik tersebut

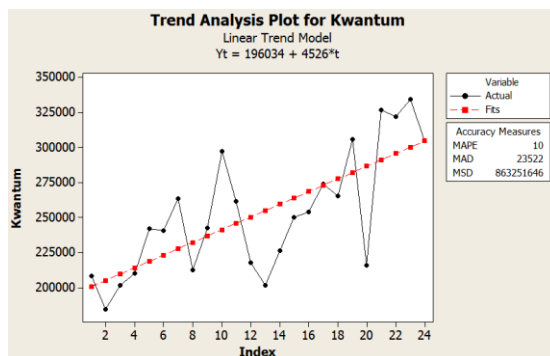


menunjukkan bahwa data yang digunakan pada studi kasus kali ini adalah non-musiman. Terlihat pada gambar tersebut pola grafik yang tidak memiliki pola berulang tiap beberapa periode. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut adalah data *non-seasonal*.

## 2. Stasioneritas

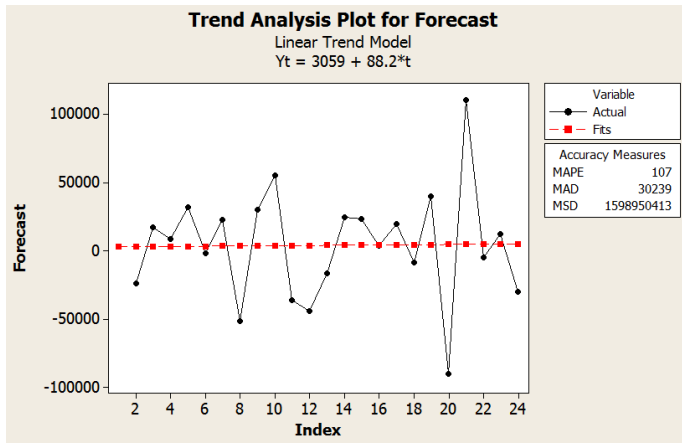
Setelah melihat pola data, perlu dilihat juga bentuk trend yang ada pada data tersebut. Trend data disini berfungsi untuk mengetahui apakah hasil produksi semen selama dua tahun itu meningkat atau stasioner atau bahkan menurun.

Dari grafik gambar 5.17 merupakan data realisasi dari PT. XYZ yang memproduksi semen juga yang data data tersebut dilihat berdasarkan bulan. Sehingga perbedaan antara data yang digunakan pada hasil uji dibagian atas tadi dengan data ini adalah sudut pandang waktu. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa data yang dimasukkan adalah data non-musiman yang membentuk trend naik.



**Gambar 5.18** Data bulanan yang bersifat *non-seasonal* yang membentuk trend

Pada gambar 5.18 ternyata memiliki trend data yang naik. Sehingga data tersebut perlu dilakukan diferensiasi data dengan lag 1. Diferensiasi awal dengan lag 1 dilakukan karena jika lag dengan diferensiasi lag 1 data masih memiliki trend maka dilakukan diferensiasi lagi menjadi lag 2. Kemudian dilakukan pengujian kembali data yang telah didiferensiasi barusan untuk melihat apakah masih ada pola trend atau tidak dengan bantuan minitab didapatkan :



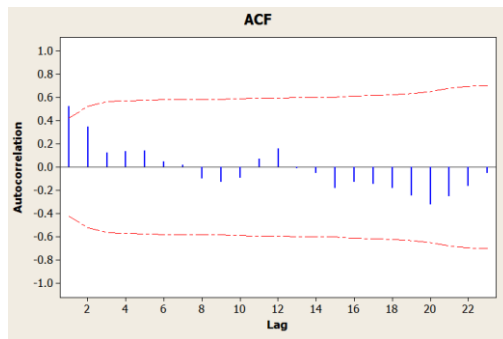
**Gambar 5.19 Data bulanan dengan Diferensiasi 1**

Dari gambar 5.19 diatas terlihat bahwa pola trend sudah mendekati sejajar dengan sumbu horizontal. maka dapat kita simpulkan data sudah stasioner dalam rata-rata dan untuk menjadi stasioner butuh diferensiasi 1 kali.

### 5.5.2. Pendugaan Parameter (ordo $p$ , $d$ , dan $q$ )

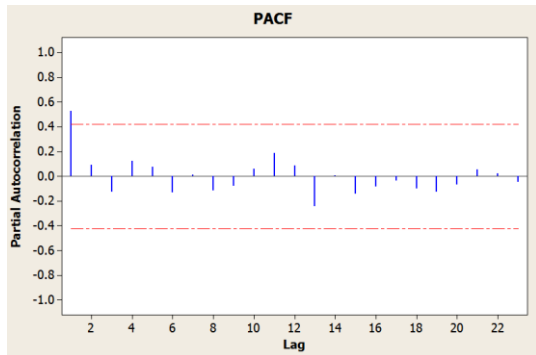
Tahap selanjutnya adalah dengan melihat pada pola ACF dan PACF pada gambar 5.20 dan gambar 5.21.

Berdasarkan teori yang ada adalah gambar 5.20 (ACF) menunjukkan bahwa muncul mengalami penurunan secara eksponensial atau *dies down* dan terpotong pada lag pertama. Selanjutnya grafik ACF tersebut membentuk pola sinus. Sehingga dapat diartikan bahwa data tersebut memiliki nilai MA ( $q$ ) dengan nilai 1 karena terpotong pada lag pertama.



**Gambar 5.20 ACF Data *non-seasonal***

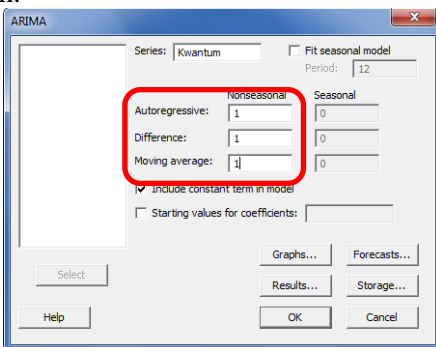
Sedangkan pada gambar 5.21 (PACF) menunjukkan bahwa *cut off* pada lag pertama seperti halnya ACF dan juga mengalami penurunan secara eksponensial atau *dies down*.



**Gambar 5.21 PACF Data *non-seasonal***

Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai parameter AR dan MA pada studi kasus ini berkisar antara 1 dan 2. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa nilai parameter yang digunakan pada studi kasus ini diluar perkiraan tersebut. Beberapa kemungkinan parameter yang dapat digunakan adalah  $(0 \ 1 \ 1)_{12}$ ,  $(1 \ 1 \ 0)_{12}$  dan  $(1 \ 1 \ 1)_{12}$

Tahap selanjutnya adalah mulai mencoba mencari parameter yang paling sesuai dan memiliki tingkat *error* paling rendah.



**Gambar 5.22 Percobaan Parameter pada Minitab**

Kemudian hasil-hasil yang keluar setelah percobaan tersebut dibandingkan untuk mendapatkan *error* yang paling rendah yang berarti memiliki tingkat kepercayaan dan keakuratan yang tinggi. Berikut ini beberapa perbandingan dari hasil-hasil yang telah didapatkan melalui minitab.

### 1. Parameter $(0\ 1\ 1)_{12}$

Pada percobaan pertama dengan parameter  $(0\ 1\ 1)_{12}$ ,  $ma(p)$  dengan angka 0 dan  $ar$  ( $ma$ ) dengan angka 1. Semua angka tersebut dipilih berdasarkan kesimpulan dari grafik ACF dan PACF serta beberapa percobaan yang tidak memiliki hasil atau *error*. Dari hasil yang muncul tersebut ternyata didapatkan hasil signifikansi yang bagus yaitu dibawah 0.05. Hal tersebut juga tentu akan mempengaruhi nilai p-value. Nilai p-value disini bagus karena nilai p-value adalah 0.272 yang berarti sudah diatas 0.05 ( $p\text{-value} < \alpha$ ). Hasil Ljung Box dapat dilihat pada gambar 5.23 berikut.

#### Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	0.9275	0.1518	6.11	0.000
Constant	4625	1076	4.30	0.000

Differencing: 1 regular difference

Number of observations: Original series 24, after differencing 23

Residuals: SS = 22255953704 (backforecasts excluded)  
MS = 1059807319 DF = 21

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.2	*	*	*
DF	10	*	*	*
P-Value	0.272	*	*	*

**Gambar 5.23 Hasil dari Parameter  $(0\ 1\ 1)_{12}$**

## 2. Parameter $(1\ 1\ 0)_{12}$

Pada percobaan kedua ini, nilai parameter *non-seasonal* akan dicoba dengan nilai  $p, d, q$  yang berturut-turut adalah 1, 1, 0. Hal ini dilakukan karena mengingat pada grafik ACF yang terpotong pada lag pertama dan PACF yang mengalami penurunan secara eksponensial. Dari hasil yang muncul tersebut ternyata didapatkan hasil yang sangat jelek, karena nilai terjadi error, sehingga hasil tidak mau muncul. Sehingga parameter tersebut tidak akan digunakan lagi untuk peramalan data tersebut. Berikut hasil *error* yang ditampilkan pada gambar 5.24.

### ARIMA Model: Kwantum

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters	
0	40364404304	0.100	3785.028
1	35254470172	-0.050	4560.859
2	31708091373	-0.200	5447.986
3	29722799552	-0.350	6455.832
4	29261882174	-0.454	7281.390
5	29257074643	-0.465	7426.506
6	29257016261	-0.466	7445.567
7	29257015543	-0.466	7447.867

Relative change in each estimate less than 0.0010

\* ERROR \* Model cannot be estimated with these data.

Gambar 5.24 Hasil dari Parameter  $(1\ 1\ 0)_{12}$

## 3. Parameter $(1\ 1\ 1)_{12}$

Percobaan ketiga merupakan percobaan yang dilakukan setelah beberapa kemungkinan telah dicoba dan menghasilkan hasil *error* dan juga hal ini dilakukan karena mengingat pada grafik ACF dan

PACF yang terpotong pada lag pertama serta pada grafik keduanya memiliki sifat turun secara eksponensial atau *dies down*. Sehingga diamsuksikan bahwa AR dan MA memiliki nilai 1 sedangkan data tersebut telah memiliki diferensiasi 1. Pada parameter ini nilai  $p$  (ar) adalah satu,  $d$  (*difference*) adalah satu, dan  $q$  (ma) adalah satu. Dari hasil yang ditampilkan oleh minitab ternyata didapatkan hasil yang cukup bagus. Hasil tersebut dapat dilihat pada bagian signifikansi *constant* adalah 0 atau dibawah 0.05 dan *p-value* yang nilainya 0.300 yang berarti sudah melebihi nilai 0.05 ( $p\text{-value} > \alpha$ ). Hasil Ljung Box dapat dilihat pada gambar 5.25 berikut.

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.1009	0.2560	0.39	0.698
MA	1	0.9289	0.1841	5.05	0.000
Constant		4155.6	976.0	4.26	0.000

Differencing: 1 regular difference

Number of observations: Original series 24, after differencing 23

Residuals: SS = 22035464391 (backforecasts excluded)

MS = 1101773220 DF = 20

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10.7	*	*	*
DF	9	*	*	*
P-Value	0.300	*	*	*

**Gambar 5.25 Hasil dari Parameter (1 1 1)<sub>12</sub>**

Dari ketiga model tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa dugaan parameter yang memiliki kemungkinan untuk dapat digunakan pada peramalan kali ini adalah  $(0\ 1\ 1)_{12}$  dan  $(1\ 1\ 1)_{12}$ .

### 5.5.3. Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan untuk melihat model-model yang layak digunakan untuk metode peramalan SARIMA. Dikatakan layak jika model-model tersebut memenuhi syarat yaitu residual harus bersifat *White Noise*. Residual yang bersifat *White Noise* memiliki arti bahwa *error* tidak dipengaruhi oleh *error* waktu lalu. Untuk mengetahui apakah residual ini bersifat *White Noise* dapat dilihat dari Ljung-Box. Parameter yang digunakan adalah ketika p-value dari hasil uji tersebut bernilai lebih besar dari  $\alpha$  (0.05). Selain itu, sesuai dengan teori yang telah disebutkan diatas bahwa residu yang memenuhi proses *white noise* adalah jika residu bersifat random dan berdistribusi normal. Residu bersifat random jika pada grafik *ACF* residu tidak ada *lag* (bar) yang melebihi garis batas signifikansi.

Berdasarkan hasil Ljung-Box model ARIMA pada sistem yang dibangun  $(0\ 1\ 1)_{12}$  yang ditampilkan pada gambar 5.26 menunjukkan bahwa residual pada model tersebut bersifat *White Noise* dikarenakan nilai p-value yang keluar pada lag 12 nilainya 0.272 lebih besar dari 0.05 ( $p\text{-value} > \alpha$ ).

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.2	*	*	*
DF	10	*	*	*
P-Value	0.272	*	*	*

Gambar 5.26 Hasil Uji Ljung-Box ARIMA  $(0\ 1\ 1)_{12}$

Selanjutnya hasil Ljung-Box pada model ARIMA pada sistem yang dibangun  $(1\ 1\ 0)_{12}$  yang ditampilkan pada gambar 5.27 tidak menunjukkan hasil apapun dikarenakan program Minitab tidak dapat membaca



parameter tersebut. Sehingga yang terjadi adalah error. Ini berarti parameter tersebut tidak dapat digunakan untuk peramalan pada studi kasus ini.

Relative change in each estimate less than 0.0010

\* ERROR \* Model cannot be estimated with these data.

**Gambar 5.27 Hasil Error pada Minitab**

Sementara itu, hasil uji Ljung-Box pada model ARIMA (1 1 1)<sub>12</sub> yang ditampilkan pada gambar 5.28 dibawah ini menunjukkan bahwa residual dari model tersebut bersifat *White Noise* dikarenakan memiliki nilai p-value 0.300 pada lag 12 yang berarti nilai tersebut diatas angka 0.05 (p-value >  $\alpha$ ).

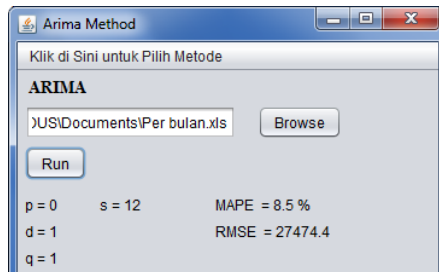
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10.7	*	*	*
DF	9	*	*	*
P-Value	0.300	*	*	*

**Gambar 5.28 Hasil Uji Ljung-Box ARIMA (1 1 1)<sub>12</sub>**

Setelah pemeriksaan residual dilakukan kemudian dipilihlah model yang memenuhi syarat pemeriksaan diagnostik diantara model-model tersebut. Berdasarkan hasil uji *White Noise* diatas, dapat diketahui bahwa kedua model SARIMA yang mungkin digunakan dalam pemodelan peramalan jumlah penjualan produk semen yaitu hanya model ARIMA (0 1 1)<sub>12</sub> dan (1 1 1)<sub>12</sub> dimana telah terbukti memiliki residual yang *White Noise*. Berdasarkan hasil tersebut, maka boleh dipilih antara dua model parameter tersebut yang memiliki tingkat error paling kecil.

Sementara itu, model optimum ARIMA yang dihasilkan secara otomatis dari program java yang telah dibangun memiliki model  $(0\ 1\ 1)_{12}$ . Sama sebagaimana yang ditampilkan pada halaman program pada gambar 5.29 berikut ini.



**Gambar 5.29 Optimum Model pada Program Peramalan dengan Metode ARIMA**

Berdasarkan hasil keluaran bahwa perangkat lunak Minitab dan Program yang telah dibuat pada java bernilai sama dan masih dalam toleransi kesalahan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model dan program telah valid karena nilai yang dikeluarkan masih dalam batasan *error* yang diperbolehkan.

## 5.6. Peramalan

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melakukan proses peramalan jumlah penjualan produk semen untuk 12 periode ke depan. Sebelum melakukan proses peramalan, pada tahapan ini akan dilakukan dua proses peramalan yaitu peramalan dengan menggunakan metode SARIMA dan menggunakan metode ARIMA yang bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan model berdasarkan tingkat akurasi yang dihasilkan.

### 5.6.1. Peramalan SARIMA

Model dapat dikatakan baik dan dapat digunakan untuk meramal apabila dengan menggunakan metode SARIMA, model mempunyai nilai MAPE ataupun RMSE yang paling kecil dari model-model yang lain.

Adapun hasil dari metode SARIMA menggunakan Minitab yaitu ditunjukkan pada Lampiran B pada tabel 8.1. Berikut hasil tampilan pada Minitab yang akan ditunjukkan pada gambar 5.30.

F-Value 0.119 0.925 \* \*

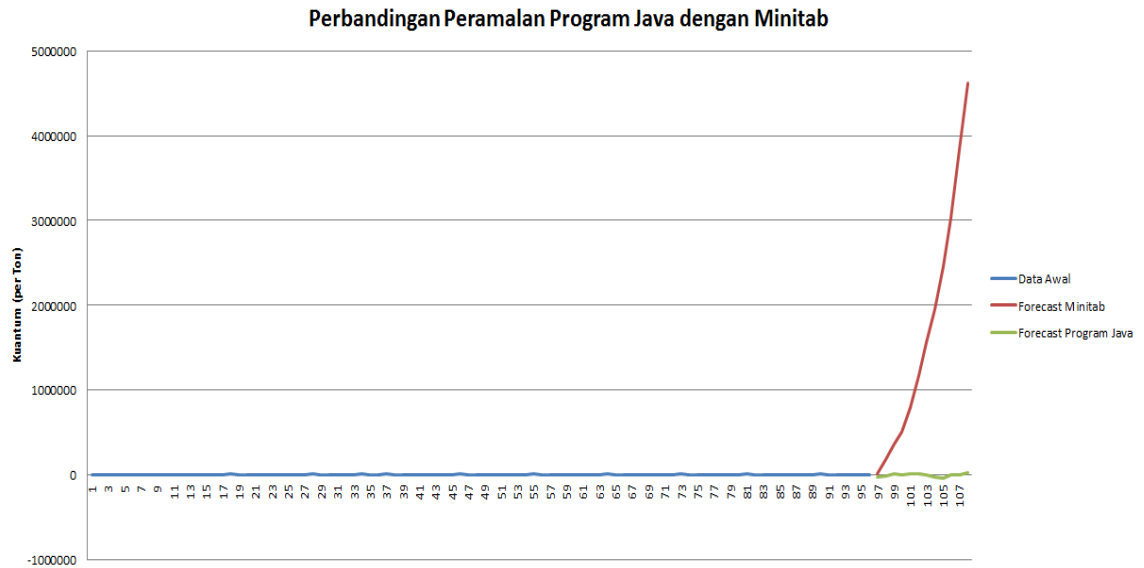
Forecasts from period 96				
Period	Forecast	95% Limits		Actual
		Lower	Upper	
97	17204	15688	18721	
98	191399	188634	194163	
99	366750	362433	371067	
100	505852	499675	512028	
101	795678	786988	804368	
102	1169783	1157481	1182086	
103	1564909	1548922	1580896	
104	1955247	1934977	1975517	
105	2458254	2433090	2483417	
106	3032544	3001532	3063556	
107	3834862	3797180	3872544	
108	4618112	4573508	4662716	

**Gambar 5.30 Hasil pada Minitab**

Dari model tersebut dengan menggunakan Minitab, ternyata tidak dapat menampilkan peramalan periode-periode sebelumnya dan hanya dapat menampilkan peramalan pada periode setelahnya. Ini dapat dimungkinkan karena pola data yang sangat drastis. Sehingga menyebabkan Minitab tidak dapat menemukan hasil peramalan untuk periode-periode sebelumnya. Hal ini juga akan berdampak pada penghitungan akurasi, dimana untuk melihat MAPE dan RMSE sebuah hasil peramalan dibutuhkan prediksi dari periode sebelumnya. Sehingga pada peramalan menggunakan minitab kali ini belum dapat disebut peramalan yang baik dikarenakan

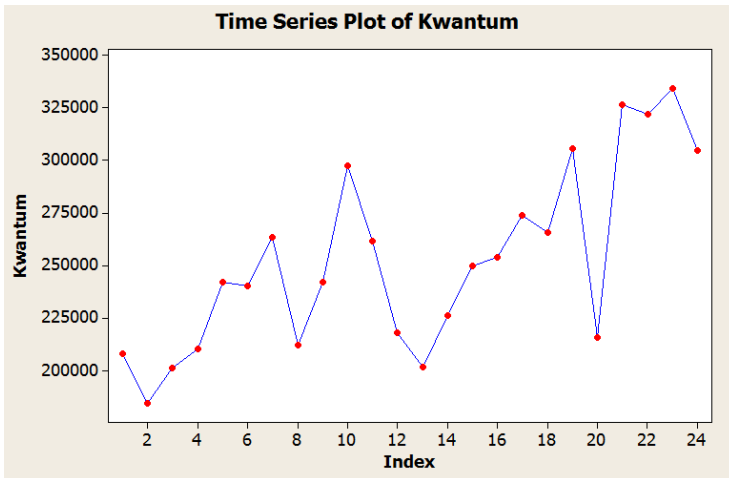
belum bisa menampilkan hasil prediksi dari periode sebelumnya. Hasil peramalan dari Minitab dapat dilihat pada lampiran B tabel 8.1.

Untuk membandingkannya, maka dilakukan peramalan dengan menggunakan program java yang telah dibangun. Hasil peramalan dapat dilihat pada lampiran B tabel 8.2. Dan ternyata juga tidak terdapat nilai prediksi pada periode-periode sebelumnya. Seperti halnya prediksi dari Minitab yang hanya menampilkan pada 12 periode setelahnya, program java juga hanya menampilkan 12 periode setelahnya. Dalam hal ini peramalan menggunakan java kali ini juga belum dapat disebut peramalan yang baik dikarenakan belum bisa menampilkan hasil prediksi dari periode sebelumnya. Sehingga akan berdampak pada penghitungan akurasi, dimana untuk melihat MAPE dan RMSE sebuah hasil peramalan dibutuhkan prediksi dari beberapa periode sebelumnya. Berikut ini merupakan perbandingan hasil peramalan menggunakan program Java dan Minitab untuk 12 periode kedepan dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada gambar 5.31 berikut.



**Gambar 5.31** Grafik Perbandingan Peramalan Program Java dan Minitab Menggunakan Data Mingguan

Berdasarkan kedua hasil tersebut, ada beberapa kemungkinan hal ini terjadi. Yang pertama adalah data yang digunakan terlalu signifikan atau terlalu dinamis dan yang kedua adalah model yang didapat kurang begitu bagus. Sehingga untuk menjawab dua permasalahan tersebut dan membuktikan bahwa program java yang dibangun telah mendapatkan model yang terbaik dan memiliki tingkat akurasi peramalan yang tinggi, maka data yang memiliki periode per-minggu ini akan diubah menjadi per-bulan dengan harapan data tersebut tidak terlalu signifikan atau pun terlalu dinamis. Sehingga kedua program dapat memproses dan meramalkannya dengan tepat. Untuk itu perlu diketahui pola data per-bulan dari data penjualan atau realisasi produksi dari PT. XYZ seperti apa. Berikut ini merupakan bentuk atau pola data per-bulan yang ditunjukkan pada gambar 5.32.



**Gambar 5.32 Pola Data Per Bulan**

Dapat disimpulkan bahwa pola data tersebut bukan musiman. Sehingga untuk meramalkannya harus menggunakan metode peramalan non-musiman yaitu metode ARIMA.

### 5.6.2. Peramalan ARIMA

Berdasarkan hasil pembentukan data dari periode mingguan menjadi bulanan, berikut ini merupakan hasil dari metode ARIMA yaitu ditunjukkan pada tabel 5.6 menggunakan Minitab dengan model  $(0, 1, 1)_{12}$ .

Tabel 5.3 Hasil Metode ARIMA dengan menggunakan Minitab

Periode	Data Awal	Prediksi	MAE	MSE
Jan-11	207968			
Feb-11	184325			
Mar-11	201415			
Apr-11	210223			
May-11	242027			
Jun-11	240373			
Jul-11	263427			
Aug-11	212311			
Sep-11	242268			
Oct-11	297415			
Nov-11	261560			
Dec-11	217877			
Jan-12	201762			
Feb-12	226380	262234.3	0.1583812	1285532722
Mar-12	250025	266859.4	0.0673307	283395638
Apr-12	254141	271484.4	0.0682432	300793221
May-12	274102	276109.4	0.0073236	4029750

Periode	Data Awal	Prediksi	MAE	MSE
Jun-12	265572	280734.5	0.0570936	229900076
Jul-12	305922	285359.5	0.0672149	422816876
Aug-12	215875	289984.5	0.3432983	5492221105
Sep-12	326675	294609.6	0.0981570	1028192862
Oct-12	322102	299234.6	0.0709943	522918628
Nov-12	334283	303859.6	0.0910109	925582153
Dec-12	304694	308484.7	0.0124408	14369033
<b>MAPE</b>			<b>9%</b>	
<b>RMSE</b>			<b>30910.06</b>	

Hasil dari tabel 5.6 tersebut memiliki nilai MAPE yang sangat bagus menurut tabel standar MAPE yang telah dijelaskan pada bab 2 di atas. Sehingga hasil model dari peramalan yang digunakan oleh Minitab tersebut boleh digunakan karena memiliki MAPE yang kecil dengan nilai 9% dan juga RMSE dengan nilai 30910,06. Berikut ini merupakan hasil keluaran dari Minitab yang ditampilkan pada gambar 5.33.

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

```

Lag           12  24  36  48
Chi-Square   12.2 *  *  *  *
DF            10  *  *  *
P-Value      0.272 *  *  *

```

Forecasts from period 13

```

          95% Limits
Period Forecast Lower Upper Actual
14  262234 198414 326054 226380
15  266859 202872 330847 250025
16  271484 207330 335639 254141
17  276109 211788 340431 274102
18  280734 216247 345222 265572
19  285359 220706 350013 305922
20  289985 225166 354803 215875
21  294610 229626 359593 326675
22  299235 234087 364382 322102
23  303860 238548 369172 334283
24  308485 243009 373960 304694

```

**Gambar 5.33 Hasil Keluaran pada Minitab**



Kemudian hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil pada program yang dibangun dengan java. Tabel 5.7 berikut ini adalah hasil yang dikeluarkan oleh program java dengan menggunakan model yang sama yaitu  $(0, 1, 1)_{12}$ .

**Tabel 5.4 Hasil Metode ARIMA dengan menggunakan Program Java**

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>	<b>MAE</b>	<b>MSE</b>
<b>Jan-11</b>	207968	207968		
<b>Feb-11</b>	184325	184325		
<b>Mar-11</b>	201415	201415		
<b>Apr-11</b>	210223	210223		
<b>May-11</b>	242027	242027		
<b>Jun-11</b>	240373	240373		
<b>Jul-11</b>	263427	263427		
<b>Aug-11</b>	212311	212311		
<b>Sep-11</b>	242268	242268		
<b>Oct-11</b>	297415	297415		
<b>Nov-11</b>	261560	261560		
<b>Dec-11</b>	217877	217877		
<b>Jan-12</b>	201762	201762		
<b>Feb-12</b>	226380	180991.6	0.20049651	2060106855
<b>Mar-12</b>	250025	224004.1	0.10407319	677087237
<b>Apr-12</b>	254141	236333	0.07007134	317124864
<b>May-12</b>	274102	265616.8	0.03095636	71998619
<b>Jun-12</b>	265572	257601.5	0.03001258	63528870.3
<b>Jul-12</b>	305922	276962.2	0.094664	838670016

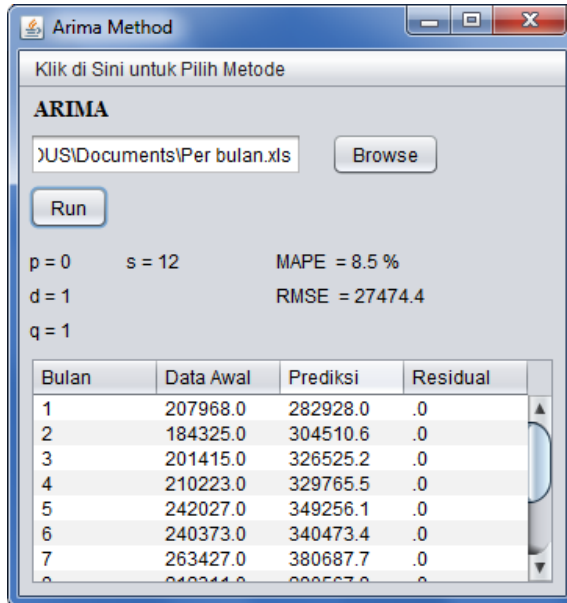
Periode	Data Awal	Prediksi	MAE	MSE
<b>Aug-12</b>	215875	235136.5	0.08922525	371005382
<b>Sep-12</b>	326675	318790.6	0.0241353	62163763.4
<b>Oct-12</b>	322102	377286.5	0.17132616	3045329040
<b>Nov-12</b>	334283	309353.9	0.07457484	621460027
<b>Dec-12</b>	304694	291472.6	0.04339239	174805418
<b>MAPE</b>			<b>8.5%</b>	
<b>RMSE</b>			<b>27474.42</b>	

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.7 dengan menggunakan program java yang telah dibangun tersebut adalah hampir sama dengan hasil yang ditampilkan oleh Minitab. Hanya saja hasil dari program java yang dibangun memiliki nilai MAPE yang lebih kecil yaitu 8.5% dan juga RMSE yang lebih kecil juga sebesar 27474,4 yang dapat dilihat pada gambar 534. Ini berarti kedua hasil tersebut dapat diterima dan digunakan untuk peramalan periode selanjutnya.

Program java yang dibangun memiliki hasil yang lebih akurat dimungkinkan karena dapat meramalkan data dengan hampir mendekati data aktual. Sehingga hasil tersebut memiliki tingkat kesalahan yang relatif lebih rendah dari pada Minitab. Dan juga dengan menggunakan metode Algoritma Genetika sebagai metode untuk mengoptimasi parameter dari metode peramalan SARIMA, maka pencarian kombinasi parameter dapat lebih mudah.

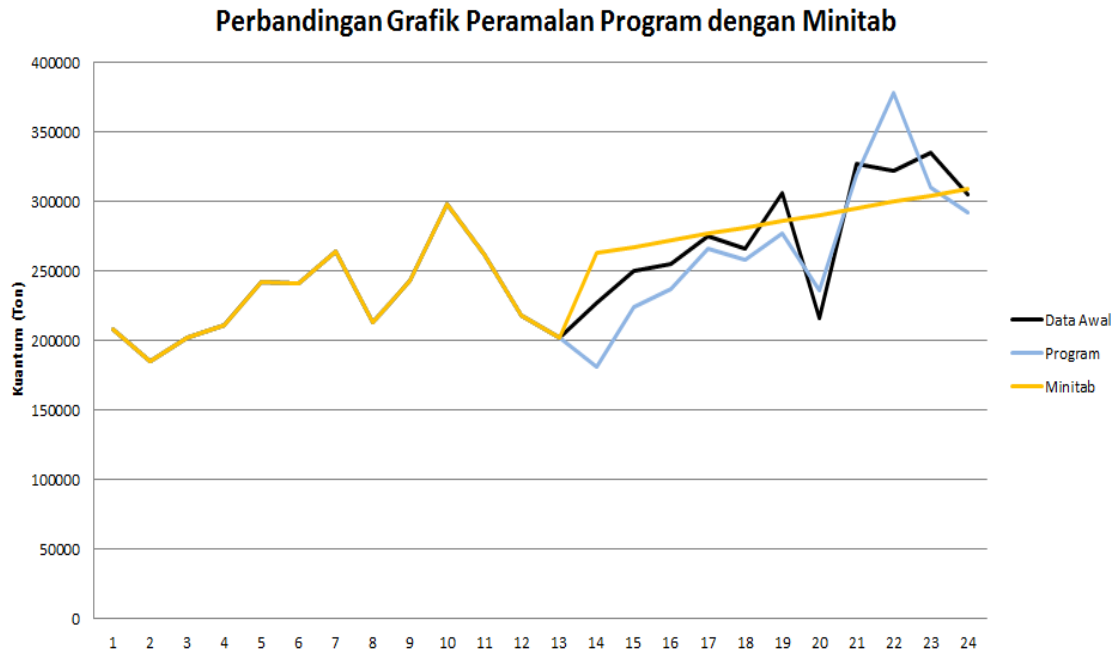
Pada Minitab, hasil prediksi terlihat selalu naik tanpa mengikuti pergerakan dari data aktual. Terlihat pada grafik yang ditampilkan pada gambar 5.35, hasil prediksi pada Minitab adalah mengambil nilai yang

semakin bertambah periodenya semakin naik nilainya. Sehingga tingkat kesalahan menjadi lebih tinggi. Dari situlah program yang java yang telah dibangun ini dapat memberikan hasil yang lebih baik dari pada Minitab.



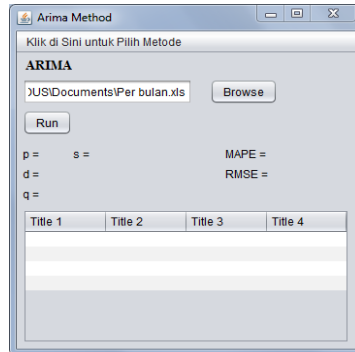
**Gambar 5.34 Tampilan Program Setelah Proses Peramalan ARIMA**

Berdasarkan hasil pada gambar 5.34 dapat diketahui bahwa nilai akurasi dari program Java lebih baik dikarenakan pada program Java, sistem mampu menghasilkan nilai prediksi yang lebih mendekati nilai data aktual dibandingkan dengan nilai peramalan yang dihasilkan dari Minitab. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.35 perbandingan grafik hasil proses peramalan program Minitab dan program Java.



**Gambar 5.35 Grafik Perbandingan Hasil Peramalan Menggunakan Data Bulanan**

Pada gambar 5.36 dibawah ini akan ditampilkan salah satu hasil dari model lain yaitu menggunakan parameter  $(0\ 2\ 2)_{12}$  yang kurang optimal dengan menggunakan program java.



**Gambar 5.36 Tampilan untuk Hasil Model  $(0\ 2\ 2)_{12}$  yang Kurang Optimal**

Terlihat pada gambar 5.36 tersebut untuk hasil model yang kurang optimal, program tidak dapat menampilkan keseluruhan hasil parameter, MAPE, RMSE, dan juga peramalannya. *Error* disini dikarenakan program tidak dapat menghitung menggunakan parameter tersebut karena dianggap parameter yang tidak valid. Hal ini diperjelas dengan adanya *error* program yang ditampilkan pada gambar 5.37 berikut ini.

```

3 2 1
3 2 3
May 01, 2014 11:02:11 PM GASARIMA.Arima actionPerformed
SEVERE: null
java.lang.IllegalArgumentException: z.length=24 must be greater than p+q*s*d+2.
    at com.ims1.Messages.throwIllegalArgumentException(Unknown Source)
    at com.ims1.stat.ARMAOutlierIdentification.compute(Unknown Source)
    at com.ims1.stat.AutoARIMA_1_auto_arima_driver(Unknown Source)
    at com.ims1.stat.AutoARIMA.compute(Unknown Source)

```

**Gambar 5.37 Error Program untuk Model  $(0\ 2\ 2)_{12}$  yang Kurang Optimal**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terkait pengerjaan tugas akhir ini. Pada bagian kesimpulan, akan disimpulkan hasil pengerjaan tugas akhir ini. Sedangkan pada bagian saran, berisi saran yang berguna untuk pengembangan penelitian tugas akhir ini.

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses – proses pengerjaan tugas akhir yang telah diselesaikan ini maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya adalah:

1. Dengan data yang bersifat musiman model SARIMA paling optimal yang dapat digunakan untuk meramalkan jumlah penjualan produk semen ini adalah model SARIMA dengan ordo ar ( $p$ ) = 4, *difference* ( $d$ ) = 3, ma ( $q$ ) = 0, ar musiman ( $P$ ) = 2, *Difference* musiman ( $D$ ) = 5, ma musiman ( $Q$ ) = 0 dan periode ( $s$ ) = 12.
2. Untuk model non-musiman atau ARIMA kombinasi parameter yang paling optimal adalah ar ( $p$ ) = 0, *difference* ( $d$ ) = 1, dan ma ( $q$ ) = 1. Pada proses implementasi model SARIMA
3. Pada proses implementasi model ARIMA menggunakan Java menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang cukup yaitu nilai MAPE sebesar 8.5% dan RMSE sebesar 27474.42.
4. Penentuan suatu batasan dapat diketahui dengan cara melihat aturan dan ketentuan dari parameter SARIMA juga beberapa contoh studi kasus. Sedangkan pola ACF dan PACF untuk membantu agar lebih mudah dalam menemukan parameter yang sesuai.
5. Metode Algoritma Genetika yang digunakan sebagai alat optimasi memiliki kemampuan secara otomatis

dalam menemukan parameter dari metode peramalan SARIMA dan ARIMA dibandingkan dengan Minitab yang perlu menginputkan parameter secara manual.

## 5.2. Saran

Dari pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki lagi. Oleh karena itu, untuk pengembangan yang lebih baik lagi berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Hasil peramalan yang dihasilkan pada tugas akhir ini terbatas hanya mengeluarkan output dalam bentuk angka. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menampilkan *correlogram* ACF dan PACF beserta grafik dari hasil proses peramalan.
2. Kelemahan dari sistem ini adalah proses peramalan yang terlalu lama, disebabkan semua kemungkinan gen dicoba. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memilih beberapa gen yang memiliki kemungkinan tinggi tanpa mencoba semua gen yang ada.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alteza, M. (2010). *Anggaran Penjualan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Chang, P. C., Wang, Y. W., & Liu, C. H. (2007). *The development of a weighted evolving fuzzy neural. Expert Systems with Applications*.
- Fadlisyah, d. (2009). *Algoritma Genetik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2005). *Business Forecasting* Eight Edition.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2009). *Business Forecasting* (9th Edition). New Jersey: Inc. Pearson Prentice-Hall.
- Harijono, & Sugiharto. (2000). *Peramalan Bisnis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Makridakis, S., Steven C., W., & Victor E., M. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Munawaroh, A. N. (2010). *PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PADA PT. ANGKASA PURA I (PERSERO) KANTOR CABANG BANDAR UDARA INTERNASIONALADISUTJIPTO YOGYAKARTA DENGAN METODE WINTER'SEXPONENTIAL SMOOTHING DAN SEASONAL ARIMA*. Yogyakarta: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.
- Nachrowi, N. D., & Hardius, U. (2006). *Ekonometrika Untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*.
- Pandjaitan, L. W. (2002). *Dasar-Dasar Komputasi Cerdas*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Santoso, S. (2009). *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Sutisna, A. (2004). *ARIMA*.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wei, W. W. (2006). *Time series analysis: Univariate and multivariate methods. Second edition*. USA: Addison-Wesley.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN A

### DATA INPUTAN

Pada lampiran A akan ditampilkan data yang menjadi hasil penggalian data dari pihak perusahaan studi kasus yaitu PT. XYZ yang dijadikan sebagai bahan inputan untuk peramalan.

**Tabel 7.1 Data Penjualan Semen per Minggu dan per Bulan**

<b>Bulan</b>	<b>Minggu</b>	<b>Kuantum (per Ton)</b>
<b>Januari</b>	1	1227
	2	187
	3	1774
	4	880
<b>Februari</b>	1	8001
	2	6168
	3	9773
	4	502
<b>Maret</b>	1	868
	2	205
	3	1091
	4	538
<b>April</b>	1	6946
	2	5202
	3	8331
	4	328
<b>Mei</b>	1	734
	2	307

<b>Bulan</b>	<b>Minggu</b>	<b>Kuantum (per Ton)</b>
	3	1300
	4	536
<b>Juni</b>	1	7009
	2	5683
	3	9366
	4	200
<b>Juli</b>	1	645
	2	205
	3	1227
	4	640
<b>Agustus</b>	1	8680
	2	57
	3	5255
	4	9268
<b>September</b>	1	291
	2	440
	3	178
	4	1428
<b>Oktober</b>	1	1061
	2	22
	3	9083
	4	161
<b>November</b>	1	6551
	2	11484
	3	416
	4	623

<b>Bulan</b>	<b>Minggu</b>	<b>Kuantum (per Ton)</b>
<b>Desember</b>	1	187
	2	1584
	3	334
	4	85
<b>Januari</b>	1	9181
	2	164
	3	6469
	4	10797
<b>Februari</b>	1	294
	2	423
	3	196
	4	1452
<b>Maret</b>	1	1081
	2	10040
	3	82
	4	6961
<b>April</b>	1	11471
	2	583
	3	490
	4	49
<b>Mei</b>	1	1192
	2	698
	3	7906
	4	598
<b>Juni</b>	1	5656
	2	9978

<b>Bulan</b>	<b>Minggu</b>	<b>Kuantum (per Ton)</b>
	3	109
	4	227
<b>Juli</b>	1	206
	2	1562
	3	582
	4	27
<b>Agustus</b>	1	9535
	2	424
	3	6103
	4	10938
<b>September</b>	1	362
	2	699
	3	2217
	4	861
<b>Oktober</b>	1	11095
	2	995
	3	8274
	4	13294
<b>November</b>	1	472
	2	749
	3	160
	4	1965
<b>Desember</b>	1	924
	2	27
	3	9823
	4	705

## LAMPIRAN B

### HASIL PERAMALAN

Pada lampiran ini akan ditampilkan hasil perbandingan peramalan SARIMA antara Minitab dan program yang dibangun dengan Java.

### HASIL PERAMALAN MINITAB

Tabel 8.1 Hasil Metode SARIMA dengan menggunakan Minitab

Periode	Data Awal	Prediksi
1	645	
2	205	
3	1227	
4	640	
5	8680	
6	57	
7	5255	
8	9268	
9	291	
10	440	
11	178	
12	1428	
13	1061	
14	22	
15	9083	
16	161	
17	6551	
18	11484	

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
<b>19</b>	416	
<b>20</b>	623	
<b>21</b>	187	
<b>22</b>	1584	
<b>23</b>	334	
<b>24</b>	85	
<b>25</b>	9181	
<b>26</b>	164	
<b>27</b>	6469	
<b>28</b>	10797	
<b>29</b>	294	
<b>30</b>	423	
<b>31</b>	196	
<b>32</b>	1452	
<b>33</b>	1081	
<b>34</b>	10040	
<b>35</b>	82	
<b>36</b>	6961	
<b>37</b>	11471	
<b>38</b>	583	
<b>39</b>	490	
<b>40</b>	49	
<b>41</b>	1192	
<b>42</b>	698	
<b>43</b>	7906	
<b>44</b>	598	
<b>45</b>	5656	



<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
46	9978	
47	109	
48	227	
49	107	
50	1665	
51	1173	
52	6226	
53	740	
54	7063	
55	12429	
56	475	
57	67	
58	200	
59	1691	
60	1149	
61	7299	
62	619	
63	5014	
64	12002	
65	668	
66	27	
67	128	
68	2041	
69	842	
70	7621	
71	821	
72	6645	

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
<b>73</b>	12542	
<b>74</b>	608	
<b>75</b>	85	
<b>76</b>	1787	
<b>77</b>	1516	
<b>78</b>	8544	
<b>79</b>	425	
<b>80</b>	7206	
<b>81</b>	12504	
<b>82</b>	810	
<b>83</b>	22	
<b>84</b>	209	
<b>85</b>	1743	
<b>86</b>	1436	
<b>87</b>	7862	
<b>88</b>	792	
<b>89</b>	6767	
<b>90</b>	13241	
<b>91</b>	896	
<b>92</b>	44	
<b>93</b>	276	
<b>94</b>	1566	
<b>95</b>	1906	
<b>96</b>	7263	
<b>97</b>	-	17204
<b>98</b>	-	191399
<b>99</b>	-	366750

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
<b>100</b>	-	505852
<b>101</b>	-	795678
<b>102</b>	-	1169783
<b>103</b>	-	1564909
<b>104</b>	-	1955247
<b>105</b>	-	2458254
<b>106</b>	-	3032544
<b>107</b>	-	3834862
<b>108</b>	-	4618112

## HASIL PERAMALAN PROGRAM JAVA

Tabel 8.2 Hasil Metode SARIMA dengan menggunakan Java

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
<b>1</b>	645	
<b>2</b>	205	
<b>3</b>	1227	
<b>4</b>	640	
<b>5</b>	8680	
<b>6</b>	57	
<b>7</b>	5255	
<b>8</b>	9268	
<b>9</b>	291	
<b>10</b>	440	
<b>11</b>	178	
<b>12</b>	1428	
<b>13</b>	1061	

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
14	22	
15	9083	
16	161	
17	6551	
18	11484	
19	416	
20	623	
21	187	
22	1584	
23	334	
24	85	
25	9181	
26	164	
27	6469	
28	10797	
29	294	
30	423	
31	196	
32	1452	
33	1081	
34	10040	
35	82	
36	6961	
37	11471	
38	583	
39	490	
40	49	
41	1192	
42	698	
43	7906	

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
44	598	
45	5656	
46	9978	
47	109	
48	227	
49	107	
50	1665	
51	1173	
52	6226	
53	740	
54	7063	
55	12429	
56	475	
57	67	
58	200	
59	1691	
60	1149	
61	7299	
62	619	
63	5014	
64	12002	
65	668	
66	27	
67	128	
68	2041	
69	842	
70	7621	
71	821	
72	6645	
73	12542	

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
74	608	
75	85	
76	1787	
77	1516	
78	8544	
79	425	
80	7206	
81	12504	
82	810	
83	22	
84	209	
85	1743	
86	1436	
87	7862	
88	792	
89	6767	
90	13241	
91	896	
92	44	
93	276	
94	1566	
95	1906	
96	7263	
97	-	-18721.3
98	-	-3226.2
99	-	20807.5
100	-	421.6
101	-	15610.5
102	-	17702.9
103	-	5900

<b>Periode</b>	<b>Data Awal</b>	<b>Prediksi</b>
<b>104</b>	-	-16709.5
<b>105</b>	-	-36329
<b>106</b>	-	7805.7
<b>107</b>	-	4508.6
<b>108</b>	-	27080.9

## RIWAYAT PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 21 Oktober 1991, anak ke-2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dwi Matra Surabaya, SD Al Hikmah Surabaya, SMP Al Hikmah Surabaya, dan SMA Al Hikmah Surabaya.

Pada tahun 2010, Penulis mengikuti PMDK mandiri dan diterima di jurusan Sistem Informasi FTIF - Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang merupakan pilihan pertama penulis. Di jurusan tersebut penulis terdaftar dengan NRP 5210100069.

Di Jurusan Sistem Informasi ini penulis mengambil bidang minat *Decision Support System and Business Intelligence*. Selama menempuh pendidikan S1 ini penulis juga mengikuti beberapa perlombaan karya ilmiah PKM-KC & PKM-K, GEMASTIK. Penulis juga memiliki bisnis café ketika masih semester 5 hingga sekarang dan memiliki bisnis online ketika mengikuti mata kuliah kewirausahaan, penulis juga mengikuti organisasi mahasiswa jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi. Pada tahun kedua dan ketiga penulis menjadi staf departemen Kewirausahaan.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*