



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN
BAKU PRODUKSI PC I GIRDER
DI PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA**

ROSSY BUDHI PRATIWI
NRP 1314 030 096

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN
BAKU PRODUKSI PC I GIRDER
DI PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA**

ROSSY BUDHI PRATIWI
NRP 1314 030 096

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - SS 145561

**PLANNING ANALYSIS OF RAW MATERIAL
PRODUCTION PC I GIRDER
IN PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA**

ROSSY BUDHI PRATIWI
NRP 1314 030 096

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Department of Business Statistics
Faculty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU PRODUKSI PC I GIRDER DI PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

ROSSY BUDHI PRATIWI
NRP 1314 030 096

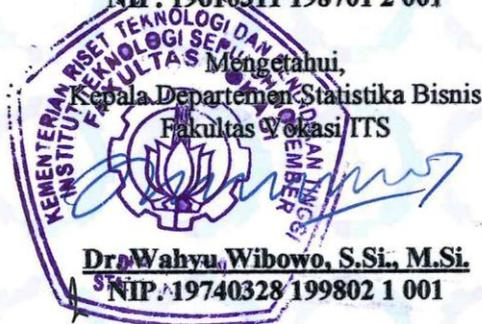
SURABAYA, JULI 2017

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

NIP. 19610311 198701 2 001



Dra. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si.

NIP. 19740328/199802 1 001

**ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU
PRODUKSI PC I GIRDER
DI PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA**

Nama : Rossy Budhi Pratiwi
NRP : 1314 030 096
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstrak

Dunia usaha yang dinamis, mengharuskan perusahaan untuk mampu menganalisis lingkungan usaha dan memprediksi kemungkinan di masa depan. PT. Adhimix Precast Indonesia adalah sebuah perusahaan dengan produk beton sebagai bisnis utama. Penting bagi perusahaan untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermutu tinggi agar dapat bersaing dan memiliki prospek keberhasilan jangka panjang. Job order adalah sistem perusahaan yang diterapkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Salah satu produk yang sering di produksi adalah tipe PC I Girder. Prediksi permintaan PC I Girder di tahun 2017 sebanyak 22540 m³ berdasarkan hasil peramalan menggunakan ARIMA Box-Jenkins. Hasil tersebut diperlukan untuk target penjualan yang berkaitan langsung dengan bahan baku yang dibutuhkan. Metode Economic Order Quantity (EOQ) untuk menentukan frekuensi pengadaan bahan baku yang optimum berdasarkan biaya-biaya yang memengaruhinya. Hasil analisis EOQ multi-item menunjukkan pemesanan bahan baku yang paling optimum sebanyak 80 kali dalam 1 tahun.

Kata Kunci : ARIMA Box-Jenkins, Economic Order Quantity, PC I Girder

**PLANNING ANALYSIS OF RAW MATERIAL
PRODUCTION PC I GIRDER
IN PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA**

Name : Rossy Budhi Pratiwi
NRP : 1314 030 096
Department : Business Statistics Faculty of Vocational ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstract

Dynamic business required the company able to analyze business environmental and predict all probabilities in future. PT. Adhimix Precast Indonesia is a company with concrete product as their main business. It is important for the company to produce high quality products and services so that can complete and has long term success. Job order is a company system that been applied to statisfy customer need. One of the product that been produced of len is type PC I Girder. The demmand prediction of PC I Girder in 2017 is 22540 m3 based on prediction results using ARIMA Box-Jenkins. That result is needed to make sales target which related to raw material directly. The Economic Order Quantity (EOQ) method is used to determine the optimum raw material procurement frequency based on the costs that affect it. Multi-item EOQ analysis results show the most optimal ordering of raw materials 80 times in a year

Keywords : ARIMA Box-Jenkins, Economic Order Quantity, PC I Girder

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Produksi PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia**”.

Penyusunan Tugas Akhir ini tak lepas dari peran serta berbagai pihak. Oleh karena itu dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT, selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang selalu memberikan arahan, pelajaran, masukan, saran serta sabar dalam membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si, selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis, penguji dan validator yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis yang telah memberi memberi dukungan kepada penulis.
5. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis yang telah memberi semua informasi dan memberi motivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
6. Seluruh dosen dan segenap karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan memfasilitasi selama penulis menempuh masa perkuliahan.
7. Bapak Akbar selaku Kepala Plant Precast Surabaya dan Bapak Zakaria selaku Kepala Bagian Umum dan Personalia

- PT. Adhimix Precast Indonesia yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan observasi di perusahaan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Ainur, ST selaku pembimbing lapangan di PT. Adhimix Precast Indonesia yang telah memberikan bimbingan, saran dan berbagi pengalaman pada penulis selama pengambilan data untuk Tugas Akhir.
 9. Alm. Bapak Slamet Budiarjo yang selalu menjadi motivasi penulis dan Ibu Sri Utami yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan kasih sayang yang tiada batas, kakak penulis Senja Budhi Kusuma dan Rinda Nariswari yang selalu memberikan semangat, rasa pantang menyerah dan kasih sayang kepada penulis hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
 10. Sahabat tercinta selama kuliah Chang Budi Ariyadi, Ilma Tamarina Arba, Putri Handayani, Nisa Bela Yuldasani dan Zaynita Asmi dan atas tempat berbagi selama masa perkuliahan hingga memacu semangat untuk Wisuda 116.
 11. Teman-teman angkatan 2014 Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah bekerja sama dengan penulis mulai awal perkuliahan yang telah memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
 12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan selesainya laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penelitian Tugas Akhir ini belum sempurna sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITTLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Metode <i>Time Series</i>	5
2.1.1 Stasioneritas.....	5
2.1.2 ACF dan PACF.....	5
2.1.3 Model-Model ARIMA	7
2.1.4 Identifikasi Model ARIMA <i>Box-Jenkins</i>	9
2.1.5 Estimasi Parameter	10
2.1.6 Signifikansi Parameter Model ARIMA.....	10
2.1.7 Asumsi Residual	12
2.1.8 Kriteria Model Terbaik	14
2.2 Persediaan.....	14
2.2.1 Biaya-Biaya dalam Persediaan.....	16
2.2.2 Klasifikasi Permintaan	17
2.2.3 Model Persediaan <i>Multi-item</i>	18
2.3 Profil PT. Adhimix Precast Indonesia.....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data	23
3.2 Variabel Penelitian	23
3.4 Metode Analisis	24
3.3 Langkah Analisis	24

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Peramalan Volume Penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia dengan ARIMA <i>Box-Jenkins</i>	29
4.1.1 Plot <i>Time Series</i> Penjualan PC I Girder	29
4.1.2 Identifikasi Model dengan ACF dan PACF	30
4.1.3 Estimasi Parameter dan Signifikansi Parameter	31
4.1.4 Pengujian Asumsi Residual	32
4.1.5 Pemilihan Model Terbaik	34
4.2 Perencanaan Pengadaan Bahan Baku	36
4.2.1 Kebutuhan Bahan Baku	37
4.2.2 Biaya-Biaya Pengandaan Bahan Baku	38
4.2.3 Model Persediaan <i>Multi-item</i>	41

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA	47
-----------------------------	----

LAMPIRAN	49
-----------------------	----

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Kriteria ACF dan PACF pada Model ARIMA9
Tabel 3.1	Struktur Data Peramalan24
Tabel 4.1	Estimasi dan Signifikansi Model ARIMA32
Tabel 4.2	Asumsi Residual <i>White Noise</i>33
Tabel 4.3	Asumsi Residual Berdistribusi Normal34
Tabel 4.4	Hasil RMSE35
Tabel 4.5	Hasil Ramalan Volume Penjualan PC I Girder Tahun 2017 (satuan m ³)36
Tabel 4.6	Komposisi Bahan Baku37
Tabel 4.7	Jumlah Kebutuhan Bahan Baku38
Tabel 4.8	Biaya Pembelian Bahan Baku39
Tabel 4.9	Biaya Pemesanan Mayor40
Tabel 4.10	Biaya Pemesanan Minor40
Tabel 4.11	Biaya Penyimpanan Keseluruhan41
Tabel 4.12	Biaya dan Kuantitas Optimum Bahan Baku42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi Permintaan.....	18
Gambar 2.2 Contoh Produk PC I Girder	21
Gambar 2.3 Struktur Produk PC I Girder	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Plot <i>Time Series</i> Volume Penjualan PC I Girder	29
Gambar 4.2 Plot ACF Volume Penjualan PC I Girder	31
Gambar 4.3 Plot PACF Volume Penjualan PC I Girder	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Volume Penjualan PC I Girder Tahun 2009-2016	49
Lampiran 2. <i>Output Autocorrelation Function</i>	50
Lampiran 3. <i>Output Partial Autocorrelation Function</i>	52
Lampiran 4. <i>Output Analisis ARIMA Box-Jenkins</i>	54
Lampiran 5. <i>Output Asumsi Distribusi Normal</i>	56
Lampiran 6. Hasil Perhitungan RMSE ARIMA (1,0,0)	57
Lampiran 7. Hasil Perhitungan RMSE ARIMA (0,0,[1,12])	58
Lampiran 8. Perhitungan Biaya Penyimpanan	59
Lampiran 9. Informasi Harga	61
Lampiran 10. <i>Syntax SAS ARIMA</i>	62
Lampiran 11. Surat Pengambilan Data	63
Lampiran 12. Surat Pernyataan Keaslian Data	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur adalah kelompok perusahaan yang mengolah bahan baku menjadi barang setengah jadi atau barang jadi sehingga mempunyai nilai tambah yang lebih besar (Prawirosentono, 2007). Salah satu contoh perusahaan yang berjalan di dunia industri manufaktur khususnya produk beton adalah PT. Adhimix Precast Indonesia yang berdiri pada tahun 1986. Perjalanan bisnis yang telah dilampai selama ini menjadi suatu tahapan perusahaan untuk mengembangkan dan melebarkan pasar perusahaan dalam mencari pangsa pasar yang luas. *Job order* adalah sistem perusahaan yang diterapkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Salah satu produk yang sering diproduksi berasal dari jenis Beam yang terdiri dari berbagai macam tipe diantaranya PC I Girder, PC U Girder, Balok Beam dan lain-lain. Beton cetak jenis Beam banyak digunakan untuk pembangunan infrastruktur salah satunya adalah PC I Girder yang berfungsi sebagai penyangga pada jembatan, jalan tol maupun dermaga. Seiring berjalannya kebutuhan manusia akan akses yang mudah dalam berkendara maupun berpindah tempat maka banyak dilakukan pembangunan infrastruktur salah satunya jembatan sebagai penghubung antar wilayah. Hal tersebut menunjang bertambahnya jumlah kendaraan tentunya membutuhkan akses jalan yang lebih luas lagi sehingga banyak pula dibangun jalan tol untuk mengantisipasi pertumbuhan jumlah kendaraan di jalanan.

Faktor penting dalam perencanaan produksi adalah peramalan permintaan yang merupakan acuan untuk menentukan bahan baku yang dibutuhkan. Pemesanan persediaan bahan baku tanpa mengetahui apa yang akan terjadi pada penjualan dan melakukan investasi tanpa mengetahui apa yang akan terjadi pada keuntungan adalah sebagian dari alasan untuk membuat perkiraan dengan lebih baik tentang yang akan terjadi pada masa mendatang. Membuat estimasi yang baik merupakan tujuan

utama dari peramalan. Penelitian ini menggunakan metode peramalan ARIMA *Box-Jenkins*. Hasil dari peramalan pada tahun 2017 akan digunakan sebagai target penjualan dan persiapan bahan baku yang akan digunakan perlu disiapkan dengan baik. Pengendalian bahan baku yang akan digunakan adalah *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan model *multi-item* dipilih berdasarkan bahan baku yang digunakan tidak bertingkat dan beragam jenis sehingga metode tersebut cocok untuk digunakan. Bahan baku yang dianalisis diantaranya adalah pasir, semen, *fly ash*, split dan aditif tipe F sebagai bahan utama beton. Bahan tersebut dipilih karena memiliki nilai investasi terbesar dibandingkan bahan baku lain yang digunakan sebagai bahan pendukung.

Beberapa hal di atas menunjukkan bahwa dibutuhkannya suatu perencanaan kebutuhan bahan baku yang baik untuk mendukung proses produksi guna mencapai tujuan bersama antara perusahaan dan pelanggan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan analisis perencanaan kebutuhan bahan baku produksi PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia. Penelitian serupa juga pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Damayanti F. K. (2016) yang berjudul analisis biaya pengadaan bahan baku produksi semen di PT. X yang menghasilkan kesimpulan bahwa ramalan total pengiriman pada bulan Januari 2016 diprediksi sebesar 2426,36 ton serta frekuensi pemesanan dengan biaya yang paling optimum adalah sebanyak 2 kali pemesanan. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Indrayati R. (2007) yang berjudul analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan metode EOQ pada PT. Tipota Furnishings Jepara menghasilkan kesimpulan bahwa persediaan bahan baku kayu dari tahun 2004 hingga 2006 terjadi peningkatan dengan frekuensi pembelian bahan baku sebanyak 3 kali dalam satu periode (1 tahun) dan hasil analisis menunjukkan biaya persediaan bahan baku yang dikeluarkan oleh PT. Tipota Furnishings Jepara terjadi penghematan.

1.2 Rumusan Masalah

PT. Adhimix Precast Indonesia menerapkan sistem *job order* yang mengakibatkan perusahaan tidak memiliki persediaan produk sehingga fluktuasi pemakaian bahan baku cenderung tinggi. Prediksi permintaan PC I Girder dibutuhkan untuk mengetahui jumlah bahan baku yang diperlukan. Pengadaan bahan baku tersebut perlu direncanakan sehingga dapat melakukan pembelian dengan biaya yang paling minimum. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan peramalan permintaan penjualan PC I Girder menggunakan ARIMA *Box-Jenkins* dan perencanaan kebutuhan bahan baku menggunakan EOQ *multi-item*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan hasil ramalan penjualan produk PC I Girder tahun 2017.
2. Menentukan kuantitas pembelian bahan baku yang optimum.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat sebagai informasi dan masukan bagi perusahaan untuk mengambil kebijakan dalam melakukan pembelian bahan baku yang akan berfungsi dalam pemenuhan rencana produksi untuk tahun berikutnya.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian dibatasi hanya menggunakan penjualan jenis Beam tipe PC I Girder 2,1m x 45m di PT. Adhimix Precast Indonesia tahun 2009-2016. Tipe PC I Girder dipilih berdasarkan permintaan produksi tertinggi di PT. Adhimix Precast Indonesia – Plant Precast Surabaya. Bahan baku yang digunakan diantaranya

adalah semen, pasir, split, *fly ash* dan aditif tipe F yang merupakan komponen utama dalam komposisi pembuatan PC I Girder.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode *Time Series*

Peramalan adalah suatu ilmu pengetahuan yang melibatkan pengambilan data historis seperti penjualan tahun lalu dan memproyeksikan ke masa yang akan datang dengan model matematika (Heizer & Reinder, 2015). Peramalan *time series* didasarkan pada urutan poin data misal mingguan, bulanan, kuartalan maupun tahunan. Model peramalan *time series* umumnya menggunakan syarat data yang bersifat stasioner dalam varian dan mean.

2.1.1 Stasioneritas

Stasioner adalah fluktuasi data di sekitar nilai rata-rata yang konstan sepanjang horizontal sumbu waktu (t), tidak bergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut. Bentuk visual dari plot *time series* dapat digunakan untuk menentukan data stasioner atau non stasioner. Demikian juga dengan plot *autocorrelation function* (ACF) juga dapat dengan mudah memperlihatkan kestasioneran data. Jika plot *time series* cenderung konstan tidak terdapat fluktuasi yang berarti maka data dapat disimpulkan telah stasioner. Apabila plot cenderung memperlihatkan *trend* searah diagonal maka non stasioner. Stasioneritas ada dua macam, yaitu stasioner dalam mean dan varians. Jika non stasioner dalam mean maka dilakukan proses *differencing*, sedangkan jika non stasioner dalam varians maka dilakukan transformasi (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

2.1.2 *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Autocorrelation Function (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) merupakan alat utama

untuk mengidentifikasi model dari data yang akan diramalkan dalam metode *time series* (Wei, 2006). Perhitungan kovarian antara Y_t dengan Y_{t+k} ditunjukkan pada Persamaan 2.1.

$$\gamma_k = Cov(Y_t, Y_{t+k}) \quad (2.1)$$

Fungsi autokorelasi untuk time-lag 1,2,3, ..., k dapat dituliskan pada Persamaan 2.2.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.2)$$

dimana $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t$

γ_k = fungsi autokovarians pada lag ke- k

Y_t = data time series pada period ke- t

\bar{Y} = rata-rata unit pengamatan

$\hat{\rho}_k$ = Nilai ACF pada lag ke- k

n = banyaknya unit pengamatan

k = time lag

Autokorelasi Parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara pasangan data Y_t dengan Y_{t+k} setelah pengaruh variabel $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}$ dihilangkan (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Perhitungan nilai PACF sampel lag ke- k dimulai dari menghitung $\hat{\phi}_{11} = \hat{\rho}_1$, sedangkan untuk menghitung $\hat{\phi}_{kk}$ dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.3.

$$\phi_{kk} = corr(Y_t, Y_{t+k} | Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k-1}) \quad (2.3)$$

Fungsi Autokorelasi Parsial untuk sampel pada Persamaan 2.4.

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j} \quad (2.4)$$

dimana,

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

$\widehat{\rho}_{k+1}$ = fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke- k

$\widehat{\rho}_j$ = fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke- j

2.1.3 Model-model ARIMA

Secara umum ada beberapa model *time series* yaitu model *Autoregressive* (AR), model *Moving Average* (MA), model campuran ARMA, model ARIMA, model ARIMA musiman dan model ARIMA multiplikatif.

a. Model *Autoregressive* (AR)

Model *Autoregressive* (AR) secara umum disebut ARIMA (p,0,0). Nilai pengamatan Y_t bergantung pada Y_{t-1} , sedangkan nilai dari koefisien autoregresif ϕ_1 mempunyai nilai terbatas (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (2.5)$$

dimana,

μ' = nilai konstan

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ = parameter autoregresif dari 1, 2, ..., p

e_t = nilai kesalahan pada saat t

b. Model *Moving Average* (MA)

Model *Moving Average* (MA) secara umum ditulis ARIMA (0,0,q). Nilai pengamatan Y_t bergantung pada nilai kesalahan e_t dan juga kesalahan sebelumnya e_{t-q} , dengan koefisien θ_q (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

$$Y_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.6)$$

dimana,

μ' = nilai konstan

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ = parameter moving average dari 1, 2, ..., q
 e_{t-q} = nilai kesalahan pada saat $t-q$

c. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model ARMA merupakan model gabungan antara model AR dan model MA yang kadang ditulis dengan ARIMA (p, d, q) . Unsur-unsur dasar dari proses AR dan MA dapat dikombinasikan untuk menghasilkan berbagai macam model campuran. Sebagai contoh, Persamaan 2.7 mengkombinasikan proses AR orde pertama dengan proses MA orde pertama atau ARIMA $(1, 0, 1)$.

$$Y_t = \mu' + \phi_1 Y_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.7)$$

Apabila nonstasioneritas ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model paling umum ARIMA (p, d, q) terpenuhi. Persamaan khusus untuk yang paling sederhana sebagai contoh adalah ARIMA $(1, 1, 1)$ pada Persamaan 2.8.

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)Y_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \quad (2.8)$$

Kerumitan selanjutnya yang dapat ditambahkan dalam model ARIMA adalah faktor musiman. Dengan cara yang sama, titik-titik unit pengamatan yang berurutan tersebut mungkin memperlihatkan sifat-sifat AR, MA, campuran ARMA atau campuran ARIMA, sehingga data yang dipisahkan oleh satu musim dapat memperlihatkan sifat-sifat yang sama. Notasi ARIMA dapat diperluas untuk menangani faktor musiman, notasi umumnya adalah ARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)^s$ yang mempunyai faktor regular dan musiman pengamatan waktu ke- t . Sehingga secara matematis model musiman ARIMA ditulis pada Persamaan 2.9.

$$\Phi_p(B^s)(1 - B^s)^D \dot{Y}_t = \Theta_Q(B^s)e_t \quad (2.9)$$

Model ARIMA musiman multiplikatif juga dinotasikan dengan ARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)^s$ dengan bentuk fungsi persamaan model ARIMA multiplikatif ditunjukkan pada Persamaan 2.10.

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D\dot{Y}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)e_t \quad (2.10)$$

dimana,

\dot{Y}_t : $Y_t - \mu$

B : operator *back shift*

Φ_P : orde P pada koefisien komponen AR musiman

Θ_Q : orde Q pada koefisien komponen MA musiman

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

$(1-B^s)^D$: *differencing* musiman s dengan orde D

2.1.4 Identifikasi Model ARIMA *Box-Jenkins*

Identifikasi model ARIMA *Box-Jenkins* dapat dijadikan sebagai langkah dalam mengidentifikasi adanya ketidakstasioneran model. Kestasioneran suatu data dapat dilihat dari plot ACF yaitu koefisien autokorelasinya menurun menuju nol dengan cepat, biasanya setelah *lag* ke-2 atau ke-3. Bila data tidak stasioner maka dapat dilakukan pembedaan atau *differencing*. Tampak jelas bahwa variasi model ARIMA tidak terbatas jumlahnya. Model umum yang dikenal adalah ARIMA (p, d, q) dengan penjelasan sebagai berikut.

AR : p = orde dari proses autoregresif

I : d = orde pembedaan sampai deret menjadi stasioner

MA : q = orde dari proses moving average

Petunjuk pemilihan model ARIMA dapat dilihat pada

Tabel 2.1 (Wei, 2006).

Tabel 2.1 Kriteria ACF dan PACF pada Model ARIMA

Proses	ACF	PACF
AR(p)	Turun cepat secara eksponensial	Terputus setelah lag p
MA(q)	Terputus setelah lag q	Turun cepat secara eksponensial
ARMA (p,q)	Turun cepat setelah lag (q-p)	Turun cepat setelah lag (p-q)
AR (p) atau MA (q)	Terputus setelah lag q	Terputus setelah lag p

2.1.5 Estimasi Parameter

Salah satu metode penaksiran parameter yang dapat digunakan adalah *Conditional Least Square (CLS)*. Model AR (1) dapat dinyatakan pada Persamaan 2.11.

$$Y_t - \mu = \phi(Y_{t-1} - \mu) + e_t \quad (2.11)$$

Dari model AR (1) tersebut dapat dilihat sebagai model regresi dengan variabel prediktor Y_{t-1} dan respon Y_t . Model LSE diterapkan dengan cara mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan.

$$(Y_t - \mu) - \phi(Y_{t-1} - \mu) \quad (2.12)$$

Karena yang diamati adalah Y_1, Y_2, \dots, Y_n maka dapat menjumlahkan dari $t=2$ sampai $t=n$.

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n [(Y_t - \mu) - \phi(Y_{t-1} - \mu)]^2 \quad (2.13)$$

Berdasarkan prinsip metode *least square*, penaksiran ϕ dan μ dengan meminimumkan $S(\phi, \mu)$ dilakukan dengan menurunkan $S(\phi, \mu)$ terhadap ϕ dan $S(\phi, \mu)$ terhadap μ kemudian disamadengankan nol. Sehingga diperoleh nilai taksiran parameter μ dari model AR (1) ditunjukkan pada Persamaan 2.14.

$$\mu = \frac{1}{(n-1)(1-\phi)} \left[\sum_{t=2}^n Y_t - \phi \sum_{t=2}^n Y_{t-1} \right] \quad (2.14)$$

2.1.6 Signifikansi Parameter Model ARIMA

Setelah dilakukan estimasi parameter dengan menggunakan metode CLS, selanjutnya parameter dalam model harus diuji untuk mengetahui signifikansi parameter dalam model. Tahapan dalam pengujian signifikansi untuk mengetahui model AR (p) dan MA (q) apakah signifikan, maka digunakan uji hipotesis pada Persamaan 2.15 dan Persamaan 2.17.

a. **Model AR (p)**

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

$H_1 : \phi_p \neq 0$ (parameter telah signifikan)

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_p}{SE(\hat{\phi}_p)} \quad (2.15)$$

Pada taraf signifikan α , H_0 ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-p}$, artinya parameter telah signifikan dan model dapat digunakan untuk peramalan. dimana,

$$SE = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (2.16)$$

$$\sigma^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{\phi}Y_{t-1})^2$$

b. **Model MA (q)**

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

$H_1 : \theta_q \neq 0$ (parameter telah signifikan)

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_q}{SE(\hat{\theta}_q)} \quad (2.17)$$

Pada taraf signifikan α , H_0 ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-q}$, artinya parameter telah signifikan dan model dapat digunakan untuk peramalan.

dimana,

$$SE = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (2.18)$$

$$\sigma^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{\theta} Y_{t-1})^2$$

keterangan :

$\hat{\phi}_p$ atau $\hat{\theta}_q$: estimasi parameter setiap model

$SE(\hat{\phi}_p)$ atau $SE(\hat{\theta}_q)$: standart error dari nilai estimasi

parameter

n : banyaknya data

S : standart deviasi

Y_t : pengamatan pada waktu ke- t

\bar{Y} : rata-rata

2.1.7 Asumsi Residual

Setelah mengestimasi nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai dan menentukan model mana yang terbaik digunakan untuk peramalan (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Model dikatakan memadai jika asumsi dari *error* (e_t) memenuhi proses *white noise* dan berdistribusi normal.

a. Asumsi *White Noise*

Uji asumsi *white noise* pada residual dilakukan untuk melihat apakah residual independen. Uji residual independen yang digunakan adalah uji *Ljung Box-Q* (LBQ) dengan hipotesis sebagai berikut (Wei, 2006).

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual bersifat *white noise*)

H_1 : minimal terdapat satu $\rho_k \neq 0$, untuk $k = 1, 2, 3, \dots, K$
(residual tidak bersifat *white noise*).

Statistik uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (2.19)$$

dengan :

n : banyaknya data

$\hat{\rho}_k$: ACF residual pada lag ke- k

K : maksimum lag

Q : nilai chi-kuadrat

Pada taraf signifikansi sebesar α , H_0 ditolak apabila $Q > \chi_{\alpha, K-p-q}$ dimana p dan q adalah order dari model ARIMA (p, d, q). Sedangkan pengujian residual identik atau varians konstan dilihat berdasarkan plot antara residual dan hasil nilai perkiraan. Residual dikatakan identik jika plot yang dihasilkan tidak membentuk suatu pola tertentu.

b. Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Asumsi lain yang harus dipenuhi adalah residual berdistribusi normal. Salah satu uji yang digunakan dalam menentukan data berdistribusi normal adalah *Kolmogorov Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut (Daniel, 1989)

H_0 : $F_n(e_t) = F_0(e_t)$ (residual berdistribusi normal)

H_1 : $F_n(e_t) \neq F_0(e_t)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik Uji :

$$D_{hit} = \text{Sup}_{e_t} |F_n(e_t) - F_0(e_t)| \quad (2.20)$$

Pada taraf signifikasn sebesar α , H_0 ditolak apabila

$$D_{uji} > D_{(1-\alpha, n)}$$

dimana,

$F_n(e_t)$: fungsi peluang kumulatif yang dihitung berdasarkan data sampel

$F_0(e_t)$: fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari distribusi normal

Sup_{e_t} : nilai maksimum untuk semua e_t dari $|F_n(e_t) - F_0(e_t)|$

2.1.8 Kriteria Model Terbaik

Penentuan model terbaik berdasarkan data *outsample* dapat dilihat berdasarkan nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan. Semakin kecil nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan suatu model maka model tersebut akan semakin baik digunakan untuk meramalkan periode mendatang.

Kriteria kesalahan peramalan *Mean Square Error* (MSE) merupakan salah satu indeks yang dapat digunakan untuk mengevaluasi ketepatan model *time series* dengan mempertimbangkan sisa perhitungan ramalan. Nilai MSE dirumuskan sebagai berikut (Gooijer & Hyndman, 2006).

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (2.21)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (2.22)$$

2.2 Persediaan

Persediaan adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi pangan pada sistem rumah tangga. Dilihat dari jenisnya, ada empat macam persediaan secara umum yaitu diantaranya adalah bahan baku, bahan setengah jadi, barang jadi dan bahan-bahan pembantu (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

Persediaan barang mentah telah dibeli, tetapi belum diproses. Persediaan ini dapat digunakan untuk memisahkan pemasok dari proses produksi. Meskipun demikian pendekatan yang lebih disukai adalah menghapus variabilitas pemasok

dalam kualitas, jumlah, atau waktu pengiriman sehingga tidak diperlukan pemisahaan.

Persediaan barang dalam proses ialah komponen-komponen atau bahan mentah yang telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai. Persediaan barang dalam proses ada karena untuk membuat produk diperlukan waktu (disebut juga waktu siklus). Mengurangi waktu siklus akan mengurangi persediaan dalam proses. Tugas ini tidaklah sulit selama sebagian besar waktu sebuah produk “sedang dibuat”, produk itu sebenarnya hanya berdiam.

Persediaan pemasok pemeliharaan/perbaikan/operasi adalah persediaan yang disediakan untuk perlengkapan pemeliharaan/perbaikan/operasi yang dibutuhkan untuk menjaga agar mesin dan proses tetap produktif. Persediaan ini ada karena kebutuhan dan waktu untuk pemeliharaan dan perbaikan dari beberapa peralatan tidak dapat diketahui. Walaupun permintaan untuk persediaan ini sering kali merupakan fungsi dari jadwal pemeliharaan, permintaan pemeliharaan/ perbaikan/ operasi lain yang tidak terjadwal harus diantisipasi.

Persediaan barang jadi adalah produk yang telah selesai dan tinggal menunggu pengiriman. Barang jadi dapat dimasukkan ke persediaan karena permintaan pelanggan pada masa mendatang tidak diketahui.

Penelitian ini akan membahas mengenai persediaan bahan baku. Pengaturan bahan diantaranya meliputi hal-hal yang berhubungan dengan sistem persediaan, sistem pengendalian kualitas, dan sistem informasi keperluan bahan tersebut, dimana tujuan akhirnya adalah supaya pengadaan bahan dapat berjalan lancar dan biaya minimal. Tujuan manajemen persediaan adalah menentukan keseimbangan antara investasi persediaan dengan pelayanan pelanggan. Dalam kasus produk fisik, suatu perusahaan harus menentukan lebih baik membeli atau memproduksi bahan baku tersebut. Kemudian setelah keputusan tersebut dibuat, tahap selanjutnya

adalah meramalkan permintaan. Lalu manajer operasi menetapkan persediaan yang diperlukan untuk melayani permintaan tersebut. Permasalahan yang sering muncul dari manajemen persediaan adalah berapa jumlah barang yang dipesan atau diproduksi dan kapan waktu pemesanan atau produksi tersebut harus dilakukan (Heizer & Reinder, 2015).

2.2.1 Biaya-biaya dalam Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini akan diuraikan secara singkat masing-masing komponen biaya (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

a. Biaya Pembelian (*purchasing cost = c*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor yang penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break* di mana harga barang per unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat.

b. Biaya Pengadaan (*procurement cost*)

Biaya pengadaan dibedakan menjadi 2 jenis sesuai asal-usul barang yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar dan biaya pembuata (*set up cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri.

1. Biaya pemesanan (*ordering cost*= k)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok, pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan seterusnya.

2. Biaya pembuatan (*set up*= k)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja dan seterusnya.

c. Biaya Penyimpanan (*holding cost*)

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi biaya modal, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluwarsa, biaya asuransi, serta biaya administrasi dan pemindahan. Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per unit diasumsikan linear terhadap jumlah barang yang di simpan.

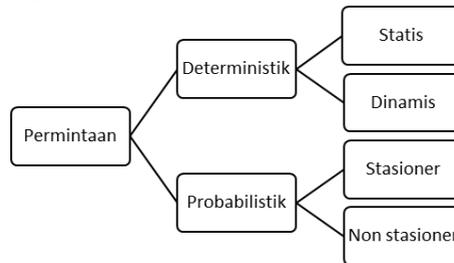
d. Biaya Kekurangan Persediaan (*shortage cost*= p)

Bila perusahaan kehabisan barang pada saat ada permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain.

2.2.2 Klasifikasi Permintaan

Secara umum, pengendalian persediaan dapat ditinjau dari sudut pandang yang berbeda, yaitu kebutuhan bahan baku di masa yang akan datang dan penyediaan bahan. Kebutuhan

bahan dimasa yang akan datang tergantung apakah kebutuhan tersebut bersifat diketahui dengan pasti (deterministik) atau bersifat probabilistic. Gambar 2.1 berikut merupakan klasifikasi dri permintaan ditinjau dari sifat kejadiannya.



Gambar 2.1 Klasifikasi Permintaan

Statis deterministik dapat diartikan bahwa bila tingkat konsumsi tetap konstan sepanjang waktu. Dinamik deterministik yaitu bila permintaan diketahui dengan pasti tetapi sifat permintaannya bervariasi dari periode ke periode berikutnya. Lalu stasioner probabilistik adalah bila fungsi kepadatan probabilitas permintaannya tetap tidak berubah sepanjang waktu. Akibatnya pengaruh trend dan musiman permintaan tidak dimasukkan dalam model. Dan yang terakhir yaitu non-stasioner probabilistic apabila fungsi kepadatan probabilitas permintaannya bervariasi dari waktu ke waktu dan dipengaruhi trend musiman permintaan.

Pada kebutuhan yang bersifat probabilitas ini kebutuhan dimasa yang akan datang hanya diketahui berdasarkan distribusi kemungkinan data kebutuhan masa lalu.

2.2.3 Model Persediaan EOQ *Multi-Item*

Model ini merupakan model EOQ untuk pembelian bersama beberapa jenis item, dimana asumsi-asumsi yang dipakai adalah sebagai berikut.

1. Tingkat permintaan setiap item bersifat konstan dan diketahui dengan pasti, *lead time* juga diketahui dengan

pasti. Oleh karena itu tidak ada *stockout* maupun biaya *stockout*.

2. *Lead timenya* sama untuk semua item, dimana semua item yang dipesan akan datang pada satu titik waktu yang sama untuk setiap siklus.
3. *Holding cost*, harga per unit dan *ordering cost* untuk setiap item diketahui. Tidak ada perubahan dalam biaya per-unit (seperti *quantity discount*), *ordering cost* dan *holding cost*.

Penentuan rumus EOQ untuk kasus *multi-item* ditunjukkan pada Persamaan 2.21.

$$\text{Total Ordering Cost} = \frac{\left(K + \sum_{i=1}^n K_i \right) D_{Rp}}{\sum_{i=1}^n Q_{Rpi}} \quad (2.21)$$

dimana :

K = biaya pemesanan setiap kali pesan yang tidak bergantung jumlah item (biasanya disebut mayor *ordering cost*)

K_i = biaya pemesanan tambahan dikarenakan adanya penambahan item- i ke dalam pesanan (termasuk biaya pencatatan, penerimaan dan pengiriman item-item tersebut). Biaya-biaya ini juga disebut *minor ordering cost*.

d_i = biaya pembelian selama periode tertentu untuk item- i

$D_{Rp} = \sum_{i=1}^n d_i$ = biaya pembelian selama periode tertentu untuk semua item

$Q_{Rp} = \sum_{i=1}^n Q_{Rpi}$ = EOQ untuk ukuran lot terpadu dalam nilai rupiah

Q^*_{Rp} = EOQ optimal untuk ukuran lot terpadu dalam nilai rupiah

i = banyaknya jenis bahan baku, $i=1,2,3,\dots,n$

Total *holding cost* sebanding dengan *holding cost* per unit per tahun (h) dikalikan rata-rata nilai persediaan. Maka

holding cost tersebut akan sebanding dengan setengah dari ukuran lot terpadu.

$$\text{Total Holding cost} = \frac{h}{2} \left(\sum_{i=1}^n Q_{Rpi} \right) \quad (2.22)$$

dimana,

h = *holding cost* per unit per tahun

$\sum_{i=1}^n Q_{Rpi}$ = EOQ untuk ukuran lot terpadu dalam nilai rupiah

Sehingga

$$\text{Total Cost (TC)} = D_{Rp} + \frac{\left(K + \sum_{i=1}^n K_i \right) D_{Rp}}{\sum_{i=1}^n Q_{Rpi}} + \frac{h}{2} \left(\sum_{i=1}^n Q_{Rpi} \right) \quad (2.23)$$

dimana :

TC = Biaya Total Persediaan

Dengan menderivasikan Persamaan 2.23 terhadap Q^*_{Rpi} maka diperoleh Persamaan 2.24.

$$Q^*_{Rpi} = \sqrt{\frac{2 \left(K + \sum_{i=1}^n K_i \right) D_{Rp}}{h}} \quad (2.24)$$

EOQ untuk masing-masing item dalam nilai rupiah diperoleh dari membagi d_i dengan D_{Rp} ditunjukkan pada Persamaan 2.25.

$$Q^*_{Rpi} = \left(\frac{d_i}{D_{Rp}} \right) Q^*_{Rp} \quad (2.25)$$

EOQ untuk masing-masing item dalam unit sebanding dengan unit costnya C_i , sehingga diperoleh Persamaan 2.26.

$$Q^*_i = \frac{Q^*_{Rpi}}{C_i} \quad (2.26)$$

Jarak antar pemesanan optimal (t^*) diperoleh dengan cara membagi lamanya periode (misal 1 tahun) dengan

frekuensi pemesanan yang terjadi selama periode tersebut, sehingga diperoleh Persamaan 2.27.

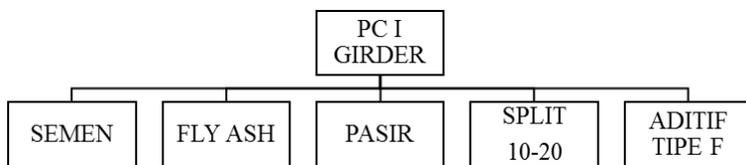
$$t^* = \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{D_{Rp}}{Q^*_{Rp}}} = \frac{Q^*_{Rp}}{D_{Rp}} \quad (2.27)$$

2.3 Profil PT. Adhimix Precast Indonesia

PT. Adhimix Precast Indonesia adalah sebuah perusahaan dengan produk beton sebagai bisnis utama. Pertama kali didirikan pada tahun 1986. Dengan dukungan sumber daya yang potensial dan berkualitas, serta pemahaman intuitif pasar yang dinamis dan kompetitif, perusahaan mengembangkan bisnis konstruksi dan pendukungnya sebagai komitmen kepada pelanggan untuk menjadi mitra terpercaya dalam menciptakan inovasi dengan memproduksi produk dengan kualitas terbaik. Dalam membuat suatu produk perusahaan juga harus memiliki target penjualan dimana hal tersebut berkaitan dengan persediaan bahan baku. Sebagian bahan baku beton berasal dari bahan alam seperti pasir dan split dan bahan baku jadi seperti semen, besi dan PC strand. Kelima bahan baku tersebut merupakan bahan baku yang memiliki nilai investasi terbesar diantara yang lainnya sehingga pengelolaan pengadaan bahan baku harus dijaga ketat agar dapat mendapatkan biaya yang optimum dan meningkatkan keuntungan (Adhimix Precast, 2016).



Gambar 2.2 Contoh Produk PC I Girder



Gambar 2.3 Struktur Produk PC I Girder

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari data pemasaran dan logistic di PT. Adhimix Precast Indonesia. Surat pengambilan data dan surat pernyataan keaslian data dapat dilihat pada Lampiran 11 dan 12. Data penjualan yang digunakan mulai dari tahun 2009 hingga 2016 seperti pada Lampiran 1, jenis-jenis bahan baku, dan biaya yang berkaitan dengan pembelian bahan baku bahan baku tercantum dalam lampiran 9 untuk produk *precast concrete* tipe PC I Girder yang diproduksi oleh PT. Adhimix Precast Indonesia. Bahan baku yang diteliti antara lain adalah semen, pasir, split, *fly ash* 10-20 dan aditif tipe F.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan untuk meramalkan penjualan beton dan perencanaan kebutuhan bahan ditunjukkan sebagai berikut.

- a. Ramalan permintaan tahun 2017 : Volume penjualan beton cetak jenis beam tipe PC I Girder tahun 2009-2016 dalam bentuk data bulanan dengan satuan m³ ditunjukkan seperti pada Tabel 3.1 .
- b. Analisis Kebutuhan Bahan
 - Komposisi bahan baku
 - Harga bahan baku (rupiah)
 - Biaya pemesanan bahan baku (rupiah)
 - Biaya penyimpanan bahan baku (rupiah)

Tabel 3.1 Struktur Data Peramalan

Tahun	Bulan	Volume penjualan
2009	Januari	Y_1
	Februari	Y_2
	Maret	Y_3

	Oktober	Y_{10}
	November	Y_{11}
	Desember	Y_{12}
...
2016	Januari	Y_{85}
	Februari	Y_{86}
	Maret	Y_{87}

	November	Y_{95}
	Desember	Y_{96}

3.3 Metode Analisis

Metode yang digunakan untuk menjawab tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins* untuk meramalkan prediksi permintaan produk PC I Girder di tahun 2017 dan EOQ *multi-item* untuk menganalisis perencanaan kebutuhan bahan baku yang optimum di PT.Adhimix Precast Indonesia tahun 2017.

3.4 Langkah Analisis

Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 bagian yaitu peramalan ARIMA *Box Jenkins*, analisis kebutuhan bahan dan perencanaan agregat yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Metode Peramalan ARIMA *Box-Jenkins*

- a. Membagi data menjadi 2 yaitu data *in sample* dan data *out sample* sebagai berikut.

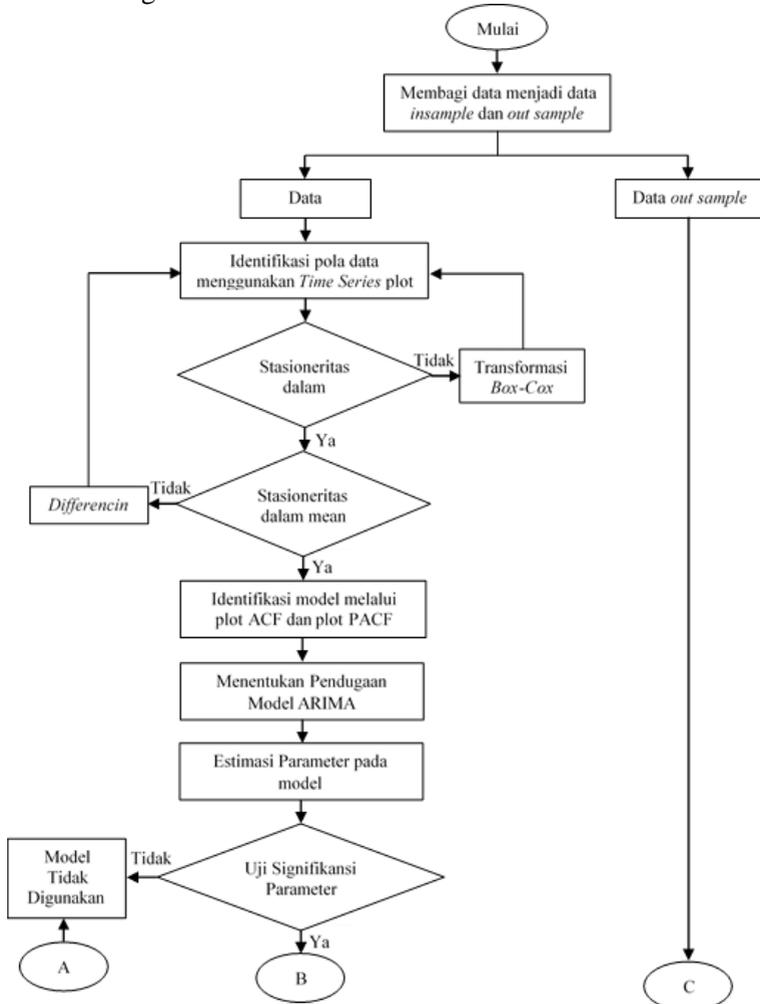
- Data *in sample* adalah data volume penjualan beton tipe PC I Girder pada bulan Januari 2009 – Desember 2015
- Data *out sample* adalah data volume penjualan beton tipe PC I Girder pada bulan Januari 2016 – Desember 2016
- b. Identifikasi pola data *in sample* dengan menggunakan *Time Series* plot untuk memeriksa apakah data telah stasioner dalam varian dan mean atau tidak.
 - Apabila data tidak stasioner dalam *varians*, maka dilakukan transformasi *Box Cox*
 - Apabila data tidak stasioner dalam *mean*, maka dilakukan *differencing*.
- c. Identifikasi model dengan membuat plot ACF dan plot PACF dari data yang telah stasioner.
- d. Menentukan pendugaan model ARIMA berdasarkan plot ACF dan plot PACF
- e. Mengestimasi parameter yang digunakan
- f. Melakukan uji signifikansi parameter model ARIMA
- g. Melakukan uji asumsi residual
 - Pengujian asumsi *white noise*
 - Pengujian asumsi distribusi normal
- h. Apabila asumsi pengujian model telah terpenuhi, maka model telah layak digunakan.
- i. Memilih model terbaik *out sample*
- j. Meramalkan volume penjualan PC I Girder di tahun 2017

2. Analisis Kebutuhan Bahan

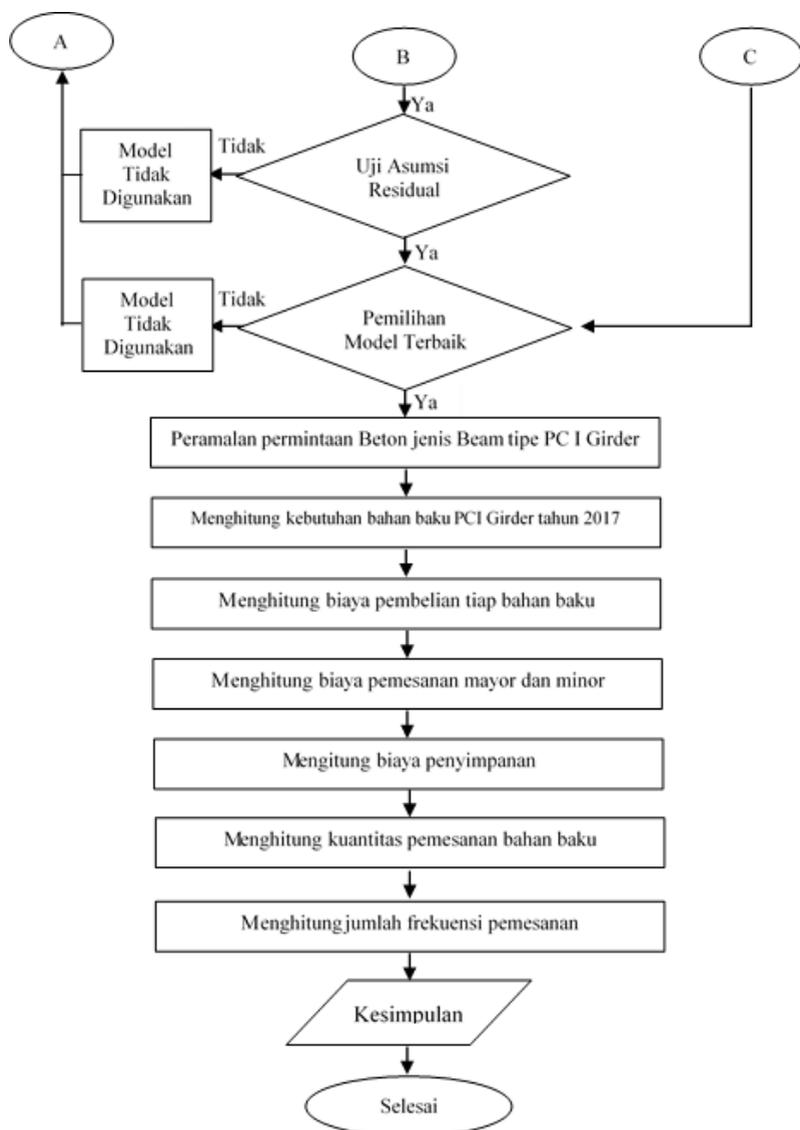
- a. Menghitung kebutuhan bahan baku yang diperlukan selama tahun 2017 untuk PCI Girder.
- b. Menghitung biaya pembelian bahan baku semen, *fly ash*, pasir, split 10-20 dan aditif tipe F.
- c. Menghitung biaya pemesanan bahan baku mayor dan minor.
- d. Menghitung biaya penyimpanan keseluruhan dan biaya simpan tiap unit per tahun.

- e. Menghitung kuantitas pemesanan bahan baku yang optimum.
- f. Menghitung jumlah frekuensi pemesanan.

Diagram alir langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Halaman ini sengaja dikosongkan

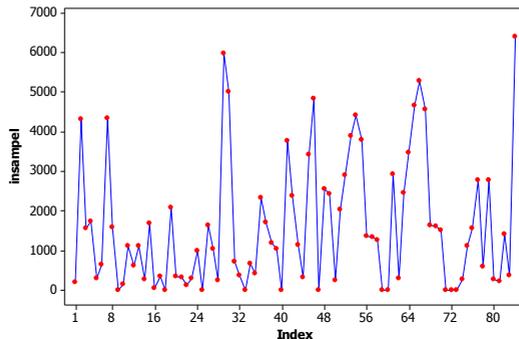
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Peramalan Volume Penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia dengan ARIMA *Box-Jenkins*.

Metode Peramalan ARIMA *Box-Jenkins* mengolah data dengan dibagi menjadi data *in sample* dan *out sample*. Data *in sample* digunakan untuk menentukan model peramalan yaitu menggunakan data bulan Januari 2009 hingga Desember 2015, sedangkan data *out sample* menggunakan data pada bulan Januari hingga Desember 2016.

4.1.1 Plot *Time Series* Penjualan PC I Girder

Plot *time series* digunakan untuk mengidentifikasi secara visual pola dari data pada Lampiran 1. Plot *time series* data *in sample* volume penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Time Series* Plot Volume Penjualan PC I Girder

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa volume penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia pada bulan Januari 2009 hingga Desember 2015. Plot menunjukkan bahwa hampir disetiap 6 bulan awal tahun permintaan lebih

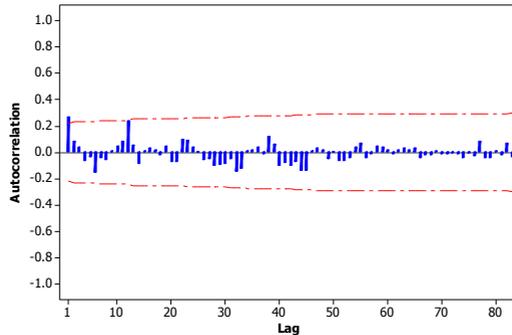
cenderung banyak dibandingkan 6 bulan akhir tahun dikarenakan pemenuhan target produksi digencarkan pada 6 bulan pertama bersama dengan pelelangan proyek-proyek pemerintah yang dimulai pada awal tahun. Pada tahun 2009 di bulan Mei dan Juni terjadi penurunan permintaan dikarenakan seluruh proyek pemerintah diberhentikan sementara hingga terpilih presiden yang baru. Kemudian di tahun 2010 permintaan terhadap PC I Girder mengalami penurunan dikarenakan proyek-proyek untuk beton non standart dan pile sedang meningkat dan permintaan untuk Girder menurun dikarenakan proyek untuk pembangunan jembatan tidak banyak. Penurunan juga terjadi pada saat peringatan hari raya idul fitri nampak pada bulan September 2009 dan 2010, bulan agustus tahun 2011, 2012 dan 2013, lalu bulan juli pada tahun 2014, 2015 dan 2016. Kemudian dapat disimpulkan bahwa secara visual dapat dikatakan bahwa data sudah stasioner dalam mean dikarenakan data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata. Kemudian stasioneritas dalam varians data menggunakan transformasi *Box-cox* tidak dapat dilakukan karena terdapat nilai nol pada data sehingga diasumsikan data penjualan PC I Girder telah stasioner dalam mean dan varian.

4.1.2 Identifikasi Model dengan ACF dan PACF

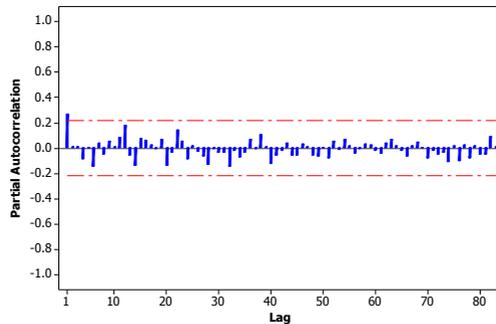
Plot ACF dapat digunakan untuk mengidentifikasi model *time series* dan melihat stasioneritas data dalam *mean*. Selain itu juga merupakan alat utama untuk menentukan dugaan model. Sama halnya dengan PACF yang digunakan pula untuk menduga model. Plot ACF dan PACF volume penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia pada Lampiran 1 ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan 4.3 dengan menggunakan Persamaan 2.2 dan 2.4.

Berdasarkan Gambar 4.2 dan 4.3 dapat diketahui bahwa plot ACF turun cepat setelah lag 1 dan 12 karena mempunyai nilai autokorelasi yang besar dapat dilihat dalam Lampiran 2 dan plot PACF juga turun cepat setelah lag ke 1 karena memiliki nilai autokorelasi parsial terbesar yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Plot ACF digunakan untuk membentuk model sebagai orde q ,

plot PACF digunakan untuk membentuk orde p sedangkan orde d berasal dari proses *differencing* pada model ARIMA (p,d,q) . Berdasarkan hasil tersebut dapat membentuk beberapa dugaan model yang dapat diidentifikasi adalah ARIMA $(0,0,1)$, ARIMA $(1,0,0)$, ARIMA $(1,0,1)$, ARIMA $(0,0,[1,12])$ dan ARIMA $(1,0,[1,12])$.



Gambar 4.2 Plot ACF Volume Penjualan PC I Girder



Gambar 4.3 Plot PACF Volume Penjualan PC I Girder

4.1.3 Estimasi Parameter dan Signifikansi Parameter

Estimasi parameter dan signifikansi parameter digunakan untuk melihat apakah parameter-parameter dari model dugaan telah signifikan atau tidak menggunakan *syntax* pada Lampiran 10. Hasil estimasi parameter dari model dugaan data volume

penjualan PC I Girder dengan menggunakan Persamaan 2.13 dan 2.15 berdasarkan Lampiran 4 ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Estimasi dan Signifikansi Parameter Model

Model ARIMA	Parameter	lag	Estimasi Parameter	t	P-value	Keterangan
ARIMA (0,0,1)	μ		1606,7	7,19	<0,0001	
	θ_1	1	-0,30117	-2,63	0,0101	Signifikan
ARIMA (1,0,0)	μ	0	1613,8	6,58	<0,0001	
	ϕ_1	1	-0,3046	2,73	0,008	Signifikan
ARIMA (1,0,1)	μ	0	1612,9	6,60	<0,0001	
	ϕ_1	1	0,27098	0,71	0,4771	Tidak Signifikan
	θ_1	1	-0,03388	-0,09	0,9324	Tidak Signifikan
ARIMA (0,0,[1,12])	μ	0	1591,2	6,42	<0,0001	
	θ_1	1	-0,23817	-2,12	0,0371	Signifikan
	θ_{12}	12	-0,28109	-2,38	0,0195	Signifikan
ARIMA (1,0,[1,12])	μ	0	1602,3	5,28	<0,0001	
	ϕ_1	1	0,32511	1,18	0,2423	Tidak Signifikan
	θ_1	1	0,02701	0,10	0,9230	Tidak Signifikan
	θ_{12}	12	030667	-2,25	0,0137	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 5%, model yang berpengaruh signifikan adalah ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0), dan ARIMA (0,0,[1,12]). Langkah selanjutnya adalah memilih parameter yang memenuhi asumsi white noise dan residual data berdistribusi normal.

4.1.4 Pengujian Asumsi Residual

Tahap selanjutnya setelah mengestimasi parameter dari dugaan model ARIMA, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan asumsi residual untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup

memadai dan menentukan model mana yang terbaik digunakan untuk peramalan.

a. Asumsi White Noise

Asumsi *white noise* pada residual dilakukan untuk melihat apakah residual independen dan identik dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual bersifat *white noise*)

H_1 : minimal terdapat satu $\rho_k \neq 0$, untuk $k = 1, 2, 3, \dots, K$
(residual tidak bersifat *white noise*).

Dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 0,05$, H_0 ditolak jika $P\text{-value} < \alpha$. Hasil pengujian asumsi *white noise* berdasarkan Persamaan 2.17 dan Lampiran 4 ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian residual *white noise* bahwa ketiga model telah memenuhi asumsi *white noise* karena nilai $P\text{-value}$ lebih besar dari taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) sehingga didapatkan keputusan H_0 ditolak yang berarti residual bersifat *white noise*.

Tabel 4.2 Asumsi Residual White Noise

Model ARIMA	Lag	P-value	Keterangan
ARIMA (0,0,1)	6	0.1406	White Noise
	12	0.1545	
	18	0.4389	
ARIMA (1,0,0)	6	0.1406	White Noise
	12	0.1545	
	18	0.4389	
ARIMA (0,0,[1,12])	6	0.1406	White Noise
	12	0.1545	
	18	0.4389	

b. Asumsi Berdistribusi Normal

Pengujian asumsi residual selanjutnya adalah dilakukan pengujian residual berdistribusi normal dengan uji *Kolmogorov Smirnov* pada model ARIMA. Hasil pengujian asumsi residual

dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan Persamaan 2.18 berdasarkan Lampiran 5 adalah sebagai berikut.

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah penolakan : H_0 ditolak, jika $KS > KS_{\text{tabel}}$

Tabel 4.3 Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Model ARIMA	KS Hitung	KS Tabel	Keterangan
ARIMA (0,0,1)	0.149	0.148	Tidak Berdistribusi Normal
ARIMA (1,0,0)	0.148	0.148	Berdistribusi Normal
ARIMA (0,0,[1,12])	0.129	0.148	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui nilai Kolmogorov Smirnov dari dugaan model ARIMA (1,0,0) dan ARIMA (0,0,[1,12]) lebih kecil dari nilai KS Tabel sebesar 0,0148 sehingga dapat diputuskan Gagal Totak H_0 . Kesimpulan yang dapat diambil adalah residual dari dugaan model ARIMA model ARIMA (1,0,0) dan ARIMA (0,0,[1,12]) telah memenuhi asumsi distribusi normal. Karena terdapat 2 model dugaan yang memenuhi semua asumsi maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pemilihan model terbaik.

4.1.5 Pemilihan Model Terbaik

Model dugaan ARIMA yang memenuhi asumsi lebih dari satu model sehingga perlu dilakukan pemilihan model terbaik. Berikut merupakan pemilihan model terbaik berdasarkan perhitungan eror yang paling kecil menggunakan RMSE pada sesuai pada Persamaan 2.19 dengan hasil perhitungan di Lampiran 6 dan 7 ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil RMSE

Model	RMSE
ARIMA (1,0,0)	4925.868
ARIMA (0,0,[1,12])	5490.815

Berdasarkan Tabel 4.4 diatas dapat diketahui bahwa berdasarkan kriteria *out sampel* model yang memiliki nilai RMSE paling kecil adalah model dugaan ARIMA (1,0,0) sehingga model terbaik dari data peramalan volume penjualan PC I Girder adalah ARIMA (1,0,0). Dari model terbaik tersebut maka didapatkan model umum pada Persamaan 4.1.

$$\begin{aligned}
 (1 - \phi_1 B)\dot{Y}_t &= e_t \\
 \dot{Y}_t - \phi_1 B\dot{Y}_t &= e_t \\
 \dot{Y}_t - \phi_1 \dot{Y}_{t-1} &= e_t \\
 \dot{Y}_t &= \phi_1 \dot{Y}_{t-1} + e_t \\
 (Y_t - \mu) &= \phi_1 (Y_{t-1} - \mu) + e_t \\
 Y_t &= \phi_1 (Y_{t-1} - \mu) + \mu + e_t
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Model persamaan umum ARIMA (1,0,0) diatas menghasilkan model peramalan ARIMA *Box-Jenkins* pada volume penjualan PC I Girder berdasarkan nilai estimasi parameter pada Tabel 4.1 sebagaimana pada Persamaan 4.2.

$$Y_t = -0,304(Y_{t-1} - 16138) + 16138 + e_t \tag{4.2}$$

Model peramalan pada Persamaan 4.2 digunakan untuk menentukan nilai ramalan ke-*t* volume penjualan PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia. Hasil dari peramalan PC I Girder tahun 2017 pada Tabel 4.5.

Berdasarkan hasil ramalan volume penjualan PC I Girder di tahun 2017 menunjukkan prediksi permintaan yang cenderung konstan terdapat lonjakan tinggi pada bulan Januari karena proyek-proyek BUMN mulai dibuka pelelangan kontrak proyek. Total prediksi permintaan PC I Girder pada tahun 2017 adalah sebesar 22540 m³. Dari hasil permintaan tersebut diketahui batas interval bawah dari penjualan PC I Girder sebanyak 0 permintaan

dan batas interval atas menunjukkan prediksi permintaan rata-rata yaitu hingga 6448 m³. Setelah mengetahui jumlah prediksi permintaan maka langkah selanjutnya adalah menghitung perencanaan persediaan bahan baku di PT. Adhimix Precast Indonesia

Tabel 4.5 Hasil Ramalan Volume Penjualan PC I Girder 2017 (satuan m³)

Bulan	Ramalan	Batas Interval Bawah	Batas Interval Atas
Januari	2426,91	0	6977.26
Februari	1881,29	0	6453.07
Maret	1828,28	0	6400.26
April	1823,13	0	6395.11
Mei	1822,63	0	6394.61
Juni	1822,58	0	6394.56
Juli	1822,57	0	6394.56
Agustus	1822,57	0	6394.56
September	1822,57	0	6394.56
Oktober	1822,57	0	6394.56
November	1822,57	0	6394.56
Desember	1822,57	0	6394.56
Total	22540,24		

4.2 Perencanaan Pengadaan Bahan Baku

Hasil prediksi permintaan di tahun 2017 berdasarkan model yang didapatkan yaitu model ARIMA (1,0,0) menunjukkan hasil seperti pada Tabel 4.5. Peramalan permintaan produk merupakan tingkat permintaan produk yang diharapkan akan terealisasi sesuai dengan jangka waktu tertentu. Peramalan permintaan ini akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan perencanaan kebutuhan bahan baku di PT. Adhimix Precast Indonesia untuk tahun 2017 karena bagian produksi bertanggung jawab terhadap produk yang dibutuhkan konsumen, maka keputusan operasi produksi sangat dipengaruhi hasil dari peramalan permintaan. Untuk mendukung proses produksi yang baik maka proses perencanaan bahan baku juga perlu diperhatikan agar tidak menghambat proses produksi. Oleh karena itu dilakukan peramalan permintaan yang kemudian dilakukan perencanaan

kebutuhan baku. Dalam pembuatan PC I Girder dibutuhkan semen, *fly ash*, pasir, spilt 10-20 dan aditif tipe F. Masing-masing bahan baku memiliki ukuran yang berbeda, oleh karena itu dapat dilihat pada Tabel 4.6 yang menunjukkan komposisi bahan baku PC I Girder untuk 1 m³.

Tabel 4.6 Komposisi Bahan Baku

No	Bahan Baku	Komposisi (1m ³)	Satuan
1	Semen	381	kg
2	Fly Ash	67	kg
3	Pasir	704	kg
4	Split 10-20	1129	kg
5	Aditif Tipe F	2,5	liter

Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui bahwa untuk membuat 1 m³ PC I Girder dibutuhkan bahan baku semen sebanyak 381 kg yang dicampur dengan *fly ash* sebanyak 67 kg yang kedua bahan tersebut disimpan dalam tabung besar yang disebut *Silo*. Lalu bahan lain yang dibutuhkan pula adalah pasir dan split 10-20, masing-masing dibutuhkan sebanyak 704 kg dan 1129 kg. Kemudian ditambahkan zat aditif tipe F sebagai bahan agar beton cepat mengeras dibutuhkan sebanyak 2,5 liter. Kemudian disubtitusikan dengan hasil ramalan volume penjualan PC I Girder di tahun 2017 untuk mengetahui kebutuhan bahan baku di PT. Adhimix Precast Indonesia.

4.2.1 Kebutuhan Bahan Baku

Berdasarkan hasil ramalan volume penjualan PC I Girder tahun 2017 PT. Adhimix Precast Indonesia harus mempersiapkan dan merencanakan bahan baku yang akan dipesan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan persediaan bahan baku. Tabel 4.7 adalah jumlah bahan baku yang harus dipesan berdasarkan total prediksi permintaan PC I Girder tahun 2017 sebesar 22541 m³ berdasarkan Tabel 4.6.

Tabel 4.7 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku

No	Bahan Baku	Jumlah Kebutuhan Bahan Baku	Satuan
1	Semen	8.587.740	Kg
2	Fly Ash	1.510.180	Kg
3	Pasir	15.868.160	Kg
4	Split 10-20	25.447.660	Kg
5	Aditif Tipe F	56.350	liter

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa jika jumlah permintaan PC I Girder sebesar 22.541 m³ maka jumlah bahan baku yang harus dibeli berdasarkan komponen yang tertera pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil seperti pada Tabel 4.7. Semua kebutuhan bahan tersebut adalah total yang dibutuhkan dalam satu tahun. Namun pada bahan baku pasir dan split 10-20 pembelian dilakukan tidak dengan menggunakan satuan berat (kg) sehingga harus dikonversikan pada satuan volume (m³). Oleh karena itu diketahui massa jenis pasir sebesar 1400 kg/m³ dan massa jenis split 10-20 sebesar 1350 kg/m³ maka diketahui jumlah pembelian dalam satu tahun yaitu 11.334 m³ untuk pasir dan 18.850 m³ untuk split 10-20.

Setelah dilakukan perhitungan terhadap jumlah bahan baku yang digunakan, langkah selanjutnya adalah menghitung berapa biaya yang diperlukan sehingga dapat mengetahui frekuensi pembelian dan jumlah bahan baku yang harus dibeli pada tahun 2017.

4.2.2 Biaya-biaya Pengadaan Bahan Baku

Struktur produk yang dibutuhkan untuk memproduksi PC I Girder terdiri dari semen, *fly ash*, pasir, split 10-20 dan aditif tipe F seperti pada Gambar 2.1. Selain dari biaya dari bahan baku yang dibutuhkan terdapat pula komponen biaya lain yang digunakan untuk mencari total biaya persediaan minimum antara lain adalah biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Berikut adalah rincian dari masing-masing jenis biaya yang digunakan.

a. Biaya Pembelian

Biaya pembelian adalah biaya yang bersangkutan dengan bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat produk. Biaya tersebut harus dikeluarkan untuk membeli produk yang akan digunakan dalam proses produksi. Biaya dari masing-masing bahan baku berbeda-beda karena bahan baku yang berbeda pula. Berikut adalah biaya pembelian yang dikeluarkan untuk masing-masing bahan baku berdasarkan Lampiran 9.

Tabel 4.8 Biaya Pembelian Bahan Baku

No	Bahan Baku	Jumlah Kebutuhan Bahan Baku	Satuan	Harga Bahan Baku (Rp)	Biaya Pembelian Bahan Baku (Rp)
1	Semen	8.587.740	kg	800	6.870.192.000
2	Fly Ash	1.510.180	kg	300	453.054.000
3	Pasir	11.334	m ³	250.000	2.833.600.000
4	Split 10-20	18.850	m ³	260.000	4.901.030.900
5	Aditif Tipe F	56.350	L	18.000	1.014.300.000
Total Pembelian Bahan Baku (Rp)					16.072.176.900

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa total pengeluaran untuk pembelian bahan baku selama tahun 2017 adalah sebesar Rp. 16.072.176.900 untuk produk PC I Girder.

b. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan adalah biaya yang terlibat dalam melakukan pemesanan bahan baku diluar biaya dari bahan baku itu sendiri. Biaya pemesanan dibagi menjadi dua bagian yaitu biaya pemesanan yang bergantung pada jenis item yang disebut biaya minor dan biaya yang tidak bergantung pada jenis item yaitu biaya mayor. Berikut adalah rincian biaya pemesanan mayor dan minor.

Tabel 4.9 Biaya Pemesanan Mayor

Jenis Biaya	Jumlah	Biaya Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
Gaji pegawai logistik	2 org	6.000.000	12.000.000
Gaji staff bagian logistik	3 org	3.300.000	9.900.000
Biaya pemakaian internet		500.000	500.000
Biaya pengadaan administrasi (ATK, Nota, Checksheet, dll)		800.000	800.000
Total Biaya Pesanan Mayor (Rp)			23.200.000

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa total biaya pemesanan yang tidak bergantung pada jenis item adalah sebesar Rp 23.200.000 dalam tahun 2017. Biaya pemesanan yang bergantung pada jenis item dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Biaya Pemesanan Minor

Bahan Baku	Tempat Pembelian	Biaya Telepon (Rp)
Semen	Lokal (Gresik, tuban)	100.000
Fly Ash	Lokal (Probolinggo)	150.000
Pasir	Lokal (Lumajang, kalimantan)	200.000
Split 10-20	Lokal	100.000
Aditif Tipe F	Lokal	50.000
Total Biaya Pemesanan Minor		600.000

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa total biaya pemesanan yang bergantung pada jenis item adalah sebesar Rp 600.000 dalam tahun 2017. Sehingga total biaya pemesanan adalah Rp.23.800.000 per kali pesan.

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Pemesanan} &= \text{Biaya Minor} + \text{Biaya Mayor} \\
 &= 23.200.000 + 600.000 \\
 &= \text{Rp. } 23.800.000
 \end{aligned}$$

c. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan adalah seluruh biaya yang dibutuhkan untuk mengelola persediaan bahan-bahan sejak bahan diterima hingga diserahkan ke bagian produksi. Tabel 4.11 adalah hasil

perhitungan dari biaya penyimpanan pada setiap unit bahan baku dalam satu tahun.

Tabel 4.11 Biaya Penyimpanan Keseluruhan

Jenis Biaya	Jumlah	Biaya Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp/th)
Biaya keamanan dan inspeksi	3 orang	3.300.000	118.800.000
Biaya pengelolaan dan sewa gudang	1 bulan	5.000.000	60.000.000
Biaya listrik	1 bulan	1.000.000	12.000.000
Total Biaya Penyimpanan Keseluruhan			190.800.000

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa total biaya penyimpanan keseluruhan pada tahun 2017 adalah sebesar Rp.190.800.000. Biaya penyimpanan keseluruhan bahan baku akan digunakan untuk menghitung rata-rata biaya penyimpanan bahan baku tiap unit dalam 1 tahun. Sehingga langkah selanjutnya adalah membagi biaya penyimpanan tersebut dengan total jumlah bahan baku yang dibeli sehingga biaya penyimpanan untuk setiap unit bahan baku dapat diketahui.

$$h = \frac{Rp.190.800.000}{10.184.455 \text{ unit}} = Rp.18,74 / \text{unit}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa rata-rata biaya penyimpanan tiap unit bahan baku per tahun untuk produk PC I Girder adalah sebesar Rp . 18,74/unit.

4.2.3 Model Persediaan *Multi-Item*

Model persediaan *multi-item* ini digunakan karena struktur produk dari PC I Girder lebih dari satu jenis. Berikut adalah hasil analisis dari model persediaan EOQ *multi-item* pada produk PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia.

a. Kuantitas Pemesanan Bahan Baku

Kuantitas pemesanan bahan baku yang optimum dalam sekali pesan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.24 sebagai berikut.

$$Q^*_{Rp} = \sqrt{\frac{2(23.200.000 + 600.000) \times 16.072.925900}{18,74}}$$

$$Q^*_{Rp} = \text{Rp. } 202.078.695 \approx \text{Rp. } 202.078.700$$

Kuantitas pemesanan bahan baku dalam bentuk rupiah yang optimum adalah sebesar Rp 202.078.700. Dalam EOQ *multi-item* digunakan satuan rupiah karena satuan untuk masing-masing bahan baku berbeda-beda oleh karena itu diseragamkan menggunakan satuan rupiah. Kemudian dari satuan rupiah dapat dikonversikan kembali ke satuan masing-masing bahan baku. Berikut adalah perhitungan kuantitas pemesanan optimum masing-masing bahan baku menggunakan perhitungan yang tertera pada Persamaan 2.25 dan 2.26 berdasarkan Lampiran 8 .

Tabel 4.12 Biaya dan Kuantitas Optimum Bahan Baku

Bahan Baku	Q^*_{Rp-i}	Q^*_i
Semen	Rp. 86.380.300	107.975 kg
Fly Ash	Rp. 5.696.300	18.988 kg
Pasir	Rp.35.627.400	143 m ³
Split 10-20	Rp. 61.621.600	237 m ³
Aditif Tipe F	Rp. 12.753.000	708 ltr

Berdasarkan pada Tabel 4.12 diketahui bahwa pembelian semen 107.975 kg dengan biaya Rp. 86.380.300. Kemudian untuk bahan baku fly ash membutuhkan biaya Rp. 5.695.300 untuk pembelian 18.988 kg. Lalu untuk pembelian pasir dan split tipe 10-20 setiap pembelian sebanyak 143 m³ dan 237 m³. Dan untuk pembelian aditif tipe F setiap kali pemesanan sebanyak 708 ltr untuk kuantitas yang paling optimumnya.

b. Biaya Total Persediaan

Biaya total persediaan untuk pembelian bahan baku untuk produk PC I Girder menggunakan Persamaan 2.26 adalah sebagai berikut.

$$TC = 16.072.176900 + \frac{23.800.000 \times 16.072.176900}{202.078.700} + \left(\frac{18,74}{2} \times 202.078.700 \right)$$

$$TC = \text{Rp.}19.858.006967 \approx \text{Rp.}19.858.007000$$

Biaya total persediaan untuk tahun 2017 yang perlu disiapkan untuk pengeluaran persediaan bahan baku produk PC I Girder adalah sebesar Rp. 19.858.007.000.

c. Frekuensi dan Periode Pemesanan

Frekuensi pemesanan digunakan untuk mengetahui berapa kali pemesanan yang harus dilakukan yang disesuaikan dengan biaya-biaya yang terlibat di PT. Adhimix Precast Indonesia menggunakan Persamaan 2.27.

$$f = \frac{16.072.176900}{202.078.600}$$

$$f = 79,53 \text{ kali}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa frekuensi pemesanan dengan biaya yang paling optimum adalah sebanyak 80 kali dalam satu tahun. Dengan kata lain pemesanan bahan baku dilakukan 4-5 hari sekali.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan tentang perencanaan kebutuhan bahan baku produk *precast concrete* PC I Girder di PT. Adhimix Precast Indonesia dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Peramalan total penjualan volume beton PC I Girder pada tahun 2017 sebanyak 22540 m³ dengan model peramalan ARIMA (1,0,0).
2. Perencanaan kebutuhan bahan baku di PT. Adhimix Precast Indonesia jika menggunakan EOQ *multi-item* menunjukkan pemesanan yang paling optimal dalam satu tahun sebanyak 80 kali pemesanan dengan rincian :
 - a. Semen sebanyak 107.975 kg
 - b. Fly ash sebanyak 18.988 kg
 - c. Pasir sebanyak 143 m³
 - d. Split 10-20 sebanyak 237 m³
 - e. Aditif tipe F sebanyak 708 ltr

5.2 Saran

PT. Adhimix Precast Indonesia memiliki variasi produk yang banyak namun memiliki bahan baku yang sama oleh karena itu saran dalam penelitian selanjutnya adalah menambah jumlah variabel penelitian sehingga tidak hanya menggunakan 1 tipe produk saja namun keseluruhan produk karena pembelian bahan baku di PT. Adhimix Precast Indonesia tidak dibedakan untuk masing-masing jenis produk. Sehingga hasil analisis bisa dengan mudah diterapkan oleh perusahaan. Kemudian dalam meramalkan penjualan produk dapat menggunakan metode peramalan yang lebih baik lagi sehingga dapat menaksir parameter lebih tepat dan akurat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimix. 2016. <http://www.adhimixprecast.com/profile.php.htm>.
Diakses pada 12 Desember 2016 pukul 10.12 WIB.
- Damayanti, F. K. 2016. *Analisis Biaya Pengadaan Bahan Baku Produksi Semen di PT. X*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Djunaidi, M., Nandiroh, S., & Marzuki, I. O. 2005. *Pengaruh Perencanaan Pembelian Bahan Baku dengan Model EOQ untuk Multiitem dengan All Unit Discount*. Jurnal Ilmiah dan Industri, 4 (2):86-94.
- Gooijer, J. D., & Hyndman, R. J. (2006). 25 Years of Time Series Forecasting. *International Journal of Forecasting* vol. 22 no. 443-473.
- Heizer, J dan Reinder, B. 2010. *Manajemen Operasi*. Ed ke-9. Jakarta: Salemba Empat.
- Heizer, J dan Reinder, B. 2015. *Manajemen Operasi*. Ed ke-11. Jakarta: Salemba Empat.
- Indrayati, R. 2007. *Analisis Pengendalian Bahan Baku dengan Metode EOQ (Economic Order Quantity) pada PT. Tipota Furnishings Jepara*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGEE, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Diterjemahkan oleh: Ir. Untung S A, M.Sc dan Ir. Abdul B, M.Sc. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Nasution, A.H dan Prasetyawan Y. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta:Graha Ilmu
- Prawirosentono, Suyadi. 2007. *Manajemen Operasi (Operations Management) Analisis dan Studi Kasus*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rofhiudin. A. 2015. *Analisa Perencanaan Produksi Agregat Speedometer Roda Dua PT. Indonesia Nippon Seiki*. Jakarta: Universitas Mencu Buana.

Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison Wesley Publishing Company.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data volume penjualan PC I Girder tahun 2009 - 2016

Bulan	Tahun							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	188	1.099	0	1.699	2.435	2.922	0	1.844
Februari	4.322	270	1.622	1.176	232	278	250	5.652
Maret	1.565	1.672	1.024	1.022	2.034	2.441	1.100	195
April	1.733	29	235	0	2.903	3.483	1.552	956
Mei	278	339	5.974	3.777	3.886	4.664	2.783	109
Juni	642	0	5.022	2.368	4.405	5.286	589	15.495
Juli	4.332	2.090	706	1.126	3.805	4.566	2.773	130
Agustus	1.581	347	367	306	1.359	1.631	264	158
September	0	322	0	3.410	1.328	1.594	219	471
Oktober	142	108	653	4.841	1.249	1.499	1.414	0
November	1.115	289	406	0	0	0	351	7.048
Desember	614	972	2.337	2.555	0	0	6.404	8.042

Lampiran 2. Output Autocorrelation Function

Autocorrelation Function: insample			
Lag	ACF	T	LBQ
1	0.270068	2.48	6.35
2	0.082545	0.71	6.95
3	0.038321	0.33	7.08
4	-0.063904	-0.54	7.45
5	-0.035836	-0.30	7.57
6	-0.149688	-1.27	9.64
7	-0.043617	-0.36	9.82
8	-0.052319	-0.43	10.08
9	0.014645	0.12	10.10
10	0.046664	0.39	10.31
11	0.087860	0.73	11.08
12	0.240348	1.97	16.87
13	0.058906	0.46	17.23
14	-0.088320	-0.69	18.03
15	0.008741	0.07	18.04
16	0.033186	0.26	18.16
17	0.021986	0.17	18.21
18	-0.020992	-0.16	18.26
19	0.047707	0.37	18.51
20	-0.071649	-0.56	19.09
21	-0.071768	-0.56	19.68
22	0.096533	0.74	20.76
23	0.089535	0.69	21.71
24	0.040334	0.31	21.91
25	0.004553	0.03	21.91
26	-0.054378	-0.41	22.28
27	-0.046064	-0.35	22.55
28	-0.099776	-0.76	23.83
29	-0.090369	-0.68	24.91
30	-0.086952	-0.65	25.92
31	-0.046598	-0.35	26.21
32	-0.143581	-1.07	29.08
33	-0.121442	-0.89	31.17
34	0.010189	0.07	31.18
35	0.021716	0.16	31.25
36	0.042407	0.31	31.52
37	-0.010087	-0.07	31.54
38	0.123138	0.89	33.92
39	0.064670	0.47	34.59
40	-0.099005	-0.71	36.20

Lampiran 2. Output Autocorrelation Function (Lanjutan)

41	-0.076343	-0.54	37.18
42	-0.097191	-0.69	38.80
43	-0.068675	-0.49	39.63
44	-0.139287	-0.98	43.14
45	-0.134670	-0.94	46.50
46	0.010513	0.07	46.52
47	0.032967	0.23	46.73
48	0.020712	0.14	46.82
49	-0.048776	-0.34	47.31
50	0.006956	0.05	47.32
51	-0.061980	-0.43	48.16
52	-0.063894	-0.44	49.08
53	-0.038746	-0.27	49.43
54	0.037362	0.26	49.77
55	0.068852	0.47	50.95
56	-0.038309	-0.26	51.33
57	-0.011690	-0.08	51.36
58	0.046812	0.32	51.97
59	0.041079	0.28	52.46
60	0.015598	0.11	52.53
61	-0.011396	-0.08	52.57
62	0.017950	0.12	52.68
63	0.033640	0.23	53.07
64	0.020422	0.14	53.22
65	0.033991	0.23	53.66
66	-0.037169	-0.25	54.21
67	-0.019023	-0.13	54.37
68	-0.021404	-0.15	54.57
69	0.007890	0.05	54.60
70	-0.013986	-0.09	54.70
71	-0.013082	-0.09	54.80
72	-0.001905	-0.01	54.80
73	-0.013150	-0.09	54.92
74	-0.038950	-0.26	56.01
75	-0.007233	-0.05	56.05
76	-0.027646	-0.19	56.74
77	0.085819	0.58	64.34
78	-0.037020	-0.25	65.99
79	-0.037752	-0.25	68.05
80	0.009563	0.06	68.22
81	-0.014874	-0.10	68.75
82	0.066855	0.45	84.90
83	-0.030540	-0.20	91.63

Lampiran 3. Output Partial Autocorrelation Function

Partial Autocorrelation Function: insample		
Lag	PACF	T
1	0.270068	2.48
2	0.010365	0.09
3	0.014521	0.13
4	-0.084808	-0.78
5	0.000955	0.01
6	-0.145942	-1.34
7	0.042681	0.39
8	-0.050411	-0.46
9	0.055974	0.51
10	0.010992	0.10
11	0.083078	0.76
12	0.184220	1.69
13	-0.058668	-0.54
14	-0.134240	-1.23
15	0.076032	0.70
16	0.063852	0.59
17	0.022517	0.21
18	-0.000887	-0.01
19	0.068646	0.63
20	-0.133901	-1.23
21	-0.034987	-0.32
22	0.142238	1.30
23	0.059045	0.54
24	-0.081901	-0.75
25	0.017256	0.16
26	-0.022852	-0.21
27	-0.061196	-0.56
28	-0.127034	-1.16
29	-0.002697	-0.02
30	-0.033957	-0.31
31	-0.036395	-0.33
32	-0.140681	-1.29
33	-0.020408	-0.19
34	-0.067347	-0.62
35	-0.035028	-0.32
36	0.073108	0.67
37	-0.001749	-0.02
38	0.104458	0.96
39	0.013291	0.12
40	-0.122423	-1.12

**Lampiran 3. Output Partial Autocorrelation Function
(Lanjutan)**

41	-0.057843	-0.53
42	-0.018502	-0.17
43	0.038374	0.35
44	-0.053772	-0.49
45	-0.054661	-0.50
46	0.031574	0.29
47	0.012549	0.12
48	-0.053652	-0.49
49	-0.061030	-0.56
50	0.007089	0.06
51	-0.080931	-0.74
52	0.055265	0.51
53	-0.011954	-0.11
54	0.071915	0.66
55	0.019560	0.18
56	-0.043781	-0.40
57	-0.005146	-0.05
58	0.036756	0.34
59	0.023811	0.22
60	-0.019946	-0.18
61	-0.040950	-0.38
62	0.042065	0.39
63	0.066891	0.61
64	0.019848	0.18
65	-0.018336	-0.17
66	-0.064011	-0.59
67	0.019988	0.18
68	0.047462	0.43
69	0.000442	0.00
70	-0.079462	-0.73
71	-0.018113	-0.17
72	-0.045196	-0.41
73	-0.032864	-0.30
74	-0.108740	-1.00
75	0.015651	0.14
76	-0.097415	-0.89
77	0.023909	0.22
78	-0.075383	-0.69
79	0.015511	0.14
80	-0.049430	-0.45
81	-0.046832	-0.43
82	0.090359	0.83
83	0.010706	0.10

Lampiran 4. Output Analisis ARIMA Box-Jenkins

Conditional Least Squares Estimation (0,0,1)

Parameter	Standard Estimate	Error	Approx t Value	Pr > t	Lag
MU	1606.7	223.61246	7.19	<.0001	0
MA1,1	-0.30117	0.11442	-2.63	0.0101	1

Autocorrelation Check for White Noise

Lag	Square	DF	To ChiSq	Chi-	Pr >	-----Autocorrelations-----			
6	9.64	6	0.1406	0.270	0.083	0.038	-0.064	-0.036	-0.150
12	16.87	12	0.1545	-0.044	-0.052	0.015	0.047	0.088	0.240
18	18.26	18	0.4389	0.059	-0.088	0.009	0.033	0.022	-0.021

Conditional Least Squares Estimation (1,0,0)

Parameter	Standard Estimate	Error	Approx t Value	Pr > t	Lag
MU	1613.8	245.14275	6.58	<.0001	0
AR1,1	0.30149	0.11189	2.69	0.0085	1

Autocorrelation Check for White Noise

Lag	Square	DF	To ChiSq	Chi-	Pr >	-----Autocorrelations-----			
6	9.64	6	0.1406	0.270	0.083	0.038	-0.064	-0.036	-0.150
12	16.87	12	0.1545	-0.044	-0.052	0.015	0.047	0.088	0.240
18	18.26	18	0.4389	0.059	-0.088	0.009	0.033	0.022	-0.021

Conditional Least Squares Estimation (1,0,1)

Parameter	Standard Estimate	Error	Approx t Value	Pr > t	Lag
MU	1612.9	244.39614	6.60	<.0001	0
MA1,1	-0.03388	0.39802	-0.09	0.9324	1
AR1,1	0.27098	0.37939	0.71	0.4771	1

Autocorrelation Check for White Noise

Lag	Square	DF	To ChiSq	Chi-	Pr >	-----Autocorrelations-----			
6	9.64	6	0.1406	0.270	0.083	0.038	-0.064	-0.036	-0.150
12	16.87	12	0.1545	-0.044	-0.052	0.015	0.047	0.088	0.240
18	18.26	18	0.4389	0.059	-0.088	0.009	0.033	0.022	-0.021

Lampiran 4. Output Analisis ARIMA Box-Jenkins (Lanjutan)

Conditional Least Squares Estimation (1,0,[1,12])									
			Standard		Approx				
Parameter			Estimate	Error	t Value	Pr > t	Lag		
MU			1602.3	303.61184	5.28	<.0001	0		
MA1,1			0.02701	0.28198	0.10	0.9239	1		
MA1,2			-0.30667	0.12163	-2.52	0.0137	12		
AR1,1			0.32511	0.27600	1.18	0.2423	1		
Autocorrelation Check for White Noise									
			To	Chi-	Pr >				
Lag	Square	DF	ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	9.64	6	0.1406	0.270	0.083	0.038	-0.064	-0.036	-0.150
12	16.87	12	0.1545	-0.044	-0.052	0.015	0.047	0.088	0.240
18	18.26	18	0.4389	0.059	-0.088	0.009	0.033	0.022	-0.021
Conditional Least Squares Estimation (0,0,[1,12])									
			Standard		Approx				
Parameter			Estimate	Error	t Value	Pr > t	Lag		
MU			1591.2	248.00863	6.42	<.0001	0		
MA1,1			-0.23817	0.11235	-2.12	0.0371	1		
MA1,2			-0.28109	0.11794	-2.38	0.0195	12		
Autocorrelation Check for White Noise									
			To	Chi-	Pr >				
Lag	Square	DF	ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	9.64	6	0.1406	0.270	0.083	0.038	-0.064	-0.036	-0.150
12	16.87	12	0.1545	-0.044	-0.052	0.015	0.047	0.088	0.240
18	18.26	18	0.4389	0.059	-0.088	0.009	0.033	0.022	-0.021

Lampiran 5. Output Asumsi Distribusi Normal

Distribusi Normal ARIMA (0,0,1)				
Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.895661	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.149648	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.527085	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sa	2.950051	Pr > A-Sa	<0.0050
Distribusi Normal ARIMA (1,0,0)				
Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.900864	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.148486	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.514674	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	2.847912	Pr > A-Sq	<0.0050
Distribusi Normal ARIMA (1,0,1)				
Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.900682	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.147309	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.514594	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sa	2.847124	Pr > A-Sa	<0.0050
Distribusi Normal ARIMA (0,0,[1,12])				
Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.900682	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.147309	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.514594	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	2.847124	Pr > A-Sq	<0.0050
Distribusi Normal ARIMA (1,0,[1,12])				
Test	--Statistic---		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.908641	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.140105	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.395562	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sa	2.218924	Pr > A-Sa	<0.0050

Lampiran 6. Hasil Perhitungan RMSE ARIMA (1,0,0)

Ramalan <i>Out Sample</i>	Aktual <i>Out Sample</i>	$(Z_t - \hat{Z}_t)$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$
3075.618	1.844	-1232.018	1517868.68
2061.511	5.652	3590.867	12894326.74
1752.569	195	-1557.547	2425951.11
1658.451	956	-701.958	492745.092
1629.779	109	-1520.740	2312650.70
1621.044	15.495	13873.590	192476511.88
1618.383	130	-1488.028	2214226.282
1617.573	158	-1459.706	2130741.234
1617.326	471	-1146.751	1315038.665
1617.250	0	-1617.250	2615498.659
1617.227	7.048	5430.950	29495217.415
1617.220	8.042	6424.895	41279278.371
		MSE	24264171.238
		RMSE	4925.868

Lampiran 7. Hasil Perhitungan RMSE ARIMA (0,0,[1,12])

Ramalan <i>Out Sample</i>	Aktual <i>Out Sample</i>	$(Z_t - \hat{Z}_t)$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$
1569,02	1.844	274,577	75392,474
361,79	5.652	5290,583	27990268,245
-6,29	195	201,312	40526,691
344,34	956	612,145	374720,930
478,06	109	-369,025	136179,090
-359,725	15.495	15854,359	251360707,897
777,304	130	-646,949	418542,678
-216,872	158	374,739	140429,068
-85,635	471	556,209	309368,143
439,504	0	-439,504	193163,854
61,407	7.048	6986,770	48814958,858
2391,063	8.042	5651,052	31934392,540
		MSE	30149054,206
		RMSE	5490,815

Lampiran 8. Perhitungan Biaya Penyimpanan

Bahan Baku	Kuantitas
Semen	$Q_{Rp-1} = \left(\frac{d_{Rp-1}}{D_{Rp}} \right) \times Q_{Rp}^*$
	$Q_{Rp-1} = \left(\frac{6.870.496.800}{16.072.925.900} \right) \times 202.078.700$
	$Q_{Rp-1} = Rp.86.380.299 \approx Rp.86.380.300$
	$Q_1^* = \frac{Q_{Rp-1}}{C_1}$
Fly Ash	$Q_{Rp-2} = \left(\frac{d_{Rp-2}}{D_{Rp}} \right) \times Q_{Rp}^*$
	$Q_{Rp-2} = \left(\frac{453.074.100}{16.072.925.900} \right) \times 202.078.700$
	$Q_{Rp-2} = Rp.5.696.339 \approx Rp.5.696.300$
	$Q_2^* = \frac{Q_{Rp-2}}{C_2}$
	$Q_2^* = \frac{5.696.300}{300}$
	$Q_2^* = 18.988kg$

Lampiran 8. Perhitungan Biaya Penyimpanan (Lanjutan)

Pasir	$Q_{Rp-3} = \left(\frac{d_{Rp-3}}{D_{Rp}} \right) \times Q_{Rp}^*$ $Q_{Rp-3} = \left(\frac{2.833.750.000}{16.072.925.900} \right) \times 202.078.700$ $Q_{Rp-3} = Rp.35.627.420 \approx Rp.35.627.400$
	$Q_3^* = \frac{Q_{Rp-3}}{C_3}$ $Q_3^* = \frac{35.627.400}{250.000}$ $Q_3^* = 143m^3$
Split 10-20	$Q_{Rp-4} = \left(\frac{d_{Rp-4}}{D_{Rp}} \right) \times Q_{Rp}^*$ $Q_{Rp-4} = \left(\frac{4.901.260.000}{16.072.925.900} \right) \times 202.078.700$ $Q_{Rp-4} = Rp.61.621.641 \approx Rp.61.621.600$
	$Q_4^* = \frac{Q_{Rp-4}}{C_4}$ $Q_4^* = \frac{61.621.600}{260.000}$ $Q_4^* = 237m^3$

Lampiran 8. Perhitungan Biaya Penyimpanan (Lanjutan)

Aditif tipe F	$Q_{Rp-5} = \left(\frac{d_{Rp-5}}{D_{Rp}} \right) \times Q_{Rp}^*$
	$Q_{Rp-5} = \left(\frac{4.901.260.000}{16.072.925.900} \right) \times 202.078.700$
	$Q_{Rp-5} = Rp.12.752.997 \approx Rp.12.753.000$
	$Q_5^* = \frac{Q_{Rp-5}}{C_5}$
	$Q_5^* = \frac{12.753.000}{18000}$
	$Q_5^* = 708L$

Lampiran 9. Informasi Harga

Bahan Baku	Harga	Satuan
Semen	800	Kg
Fly Ash	300	Kg
Pasir	250.000	m ³
Split 10-20	260.000	m ³
Aditif tipe F	18.000	Liter

Gaji untuk staff berdasarkan UMR di Kota Surabaya yaitu sebesar Rp. 3.300.000,- sedangkan untuk kepala bagian logistik sebesar Rp. 6.000.000,-

Lampiran 10. Syntax SAS ARIMA

```
data volume;
input y;
datalines;
188.44
4322.21
.
.
.
642.35
6404.44
;
proc arima data=volume;
identify var=y(0);
estimate
p=(0) q=(1,12)
WHITENOISE=IGNOREMISS;
forecast out=ramalan lead=60;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
```

Lampiran 11. Surat Pengambilan Data





SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

- Mahasiswa Departemen Statistika Bisnis FVOKASI-ITS dengan identitas berikut :

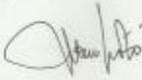
Nama	: Rossy Budhi Pratiwi
NRP	: 1314 030 096

 Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi	: PT. Adhimix Precast Indonesia – Plant Precast Surabaya
Divisi/Bagian	: Pemasaran dan Logistik

 Tahun 2009 – 2016 untuk keperluan Tugas Akhir/Final Project Semester Genap 2016/2017.
- Tidak Keberatan / ~~Keberatan~~* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/Final Project mahasiswa Statistika Bisnis yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
- Tidak Keberatan / ~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E-journal yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 02 Juni 2017
Kepala Plant Precast Surabaya


 (Mohammad Akbar H, ST)
 NIK. 01070489

*(Coret yang tidak perlu).

PT. ADHIMIX PRECAST INDONESIA
 Gedung Data Informatika L3 J. Raya Pasaer Wajaya No. 17, Jakarta Selatan 12791, Telp. 021 7318956, Fax. 021 7388468 Web: www.adhimix.co.id E-mail : info@adhimix.co.id

Lampiran 12. Surat Pernyataan Keaslian Data

64

Lampiran 12. Surat Pernyataan Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Rossy Budhi Pratiwi

NRP : 1314 030 096

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari PT. Adhimix Precast Indonesia – Plant Precast Surabaya yaitu :

Sumber : Bidang Pemasaran dan Logistik PT. Adhimix Precast Indonesia – Plant Precast Surabaya

Keterangan : Data Volume Penjualan PC I Girder Tahun 2009 – 2016 serta Data Komposisi dan Biaya Bahan Baku PC I Girder

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

Surabaya, 10 Juli 2017

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



(Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.)

NIP. 19610311 198701 2 001

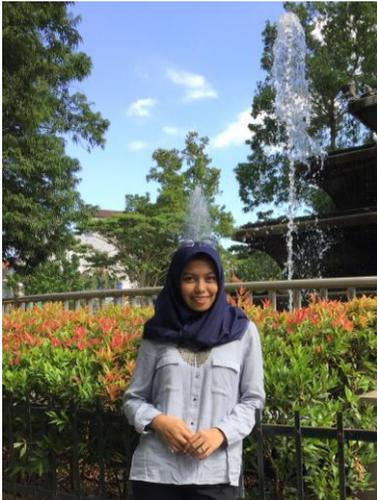
Yang Membuat
Pernyataan



(Rossy Budhi Pratiwi)

NRP. 1314 030 096

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Rossy Budhi Pratiwi, biasa dipanggil Ocik. Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Lahir di Kota Malang, 26 Juli 1996. Riwayat pendidikan yang ditempuh penulis diantaranya TK PGRI 03 Sumberoto, SDN 02 Sumberoto, SMPN 01 Donomulyo, MAN 3 Malang dan kemudian melanjutkan pendidikan di Departemen Statistika Bisnis ITS. Masuk pada tahun 2014 sebagai mahasiswa baru dengan NRP 1314030096. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti organisasi, pelatihan dan kepanitiaan. Organisasi yang diikuti oleh penulis yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Statistika-ITS sebagai staf Hubungan Luar periode 2015/2016 dan ketua biro Internal Hubungan Luar periode 2016/2017. Organisasi lain yang penulis ikut bergabung didalamnya yaitu Gerakan Melukis Harapan sebaga Sekretaris Hubungan Masyarakat. Selain itu penulis juga aktif dalam Tim Futsal Putri HIMADATA-ITS tiga tahun berturut-turut. Cukup banyak kegiatan kepanitiaan dan pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis sehingga tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sangat berharap akan kritik dan saran yang membangun sehingga untuk informasi dan komunikasi lebih lanjut maka penulis dapat dihubungi melalui :

ID Line : rossybudhipratiwi

Email : rossypratiwi7@gmail.com