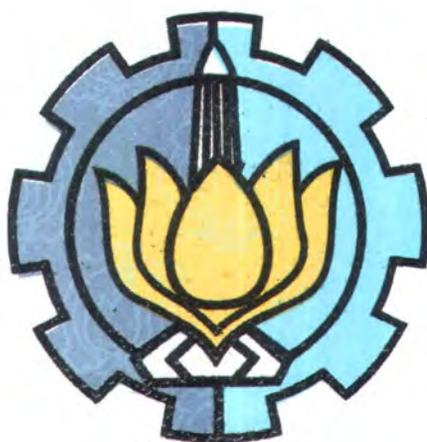


# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK PERAMALAN DATA TIME SERIES MENGGUNAKAN METODE BOX - JENKINS

## TUGAS AKHIR



RSIf  
005.1  
Ngu  
p-1  

---

2002

*Disusun Oleh :*

**NGURAH AGUS SANJAYA ER**  
5196 100 075

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER** 45.050

**SURABAYA**  
**2002**

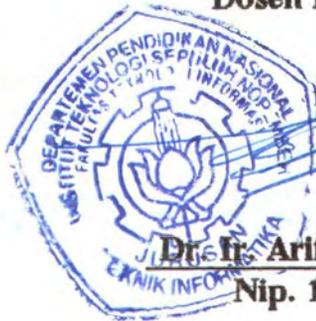
PERPUSSTAKSIAN ITS	
Tgl. Terims	12/09/02
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21.6299

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK  
PERAMALAN DATA TIME SERIES MENGGUNAKAN  
METODE BOX - JENKINS**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
Pada  
Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing**



**Dr. H. Arif Djunaldy, MSc  
Nip. 131 633 403**

**SURABAYA  
AGUSTUS 2002**



**ABSTRAK**

## ABSTRAK

Data *time series* dapat diartikan sebagai data yang secara kronologis disusun untuk melihat pengaruh perubahan dalam rentang waktu tertentu. Data *time series* yang dimiliki oleh perusahaan, organisasi bisnis atau instansi pemerintah seringkali menyimpan informasi yang tidak bisa dilihat secara eksplisit. Dengan menemukan informasi-informasi tersebut maka dapat dilakukan suatu peramalan ke depan yang sangat bermanfaat.

Dalam tugas akhir ini dibahas tentang pengembangan perangkat lunak untuk melakukan peramalan. Perangkat lunak untuk peramalan tersebut dikembangkan dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Metode Box-Jenkins ini memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu identifikasi model, estimasi parameter, pengecekan diagnostik dan peramalan. Tahap identifikasi model menghasilkan suatu model yang sesuai untuk data yang akan diramal. Untuk ini, terdapat tiga jenis model yang dapat digunakan yaitu AR, MA, atau ARIMA. Dalam tahap estimasi parameter dilakukan suatu proses iterasi terhadap model untuk mendapatkan model dengan parameter yang meminimumkan *sum of squared residual*. Tahap pengecekan diagnostik dilakukan untuk menguji kesesuaian dari parameter-parameter yang didapat pada tahap sebelumnya. Setelah model yang sesuai teridentifikasi, maka tahap peramalan dapat dilakukan.

Perangkat lunak yang dikembangkan telah diuji coba terhadap delapan jenis data *time series*, yaitu indeks harga saham gabungan, kurs dollar Amerika, realisasi ekspor non migas, tamu asing yang datang pada hotel berbintang, suku bunga deposito berjangka, rata-rata lama tamu menginap pada hotel berbintang, realisasi penyaluran beras, dan data buatan menggunakan fungsi log. Hasil uji coba menunjukkan bahwa perangkat lunak yang dibuat telah mampu mengidentifikasi model yang sesuai untuk sejumlah data yang memiliki periode data yang berbeda-beda. Prosentase rata-rata kesalahan untuk data yang diuji coba berkisar antara 0,62 – 13,36 persen. Hampir semua data yang diuji coba dengan menggunakan model hasil identifikasi memiliki prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil daripada menggunakan model yang ditentukan secara eksplisit. Perangkat lunak memerlukan waktu rata-rata 3,5 detik untuk menyelesaikan keseluruhan proses peramalan. Selain itu, perbandingan kesalahan peramalan dengan paket *software* Minitab menunjukkan nilai yang hampir sama.



**KATA PENGANTAR**

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis ingin mengucapkan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK PERAMALAN DATA TIME SERIES MENGGUNAKAN METODE BOX-JENKINS”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu dan memperoleh gelar Sarjana pada jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu baik selama masa studi maupun selama proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

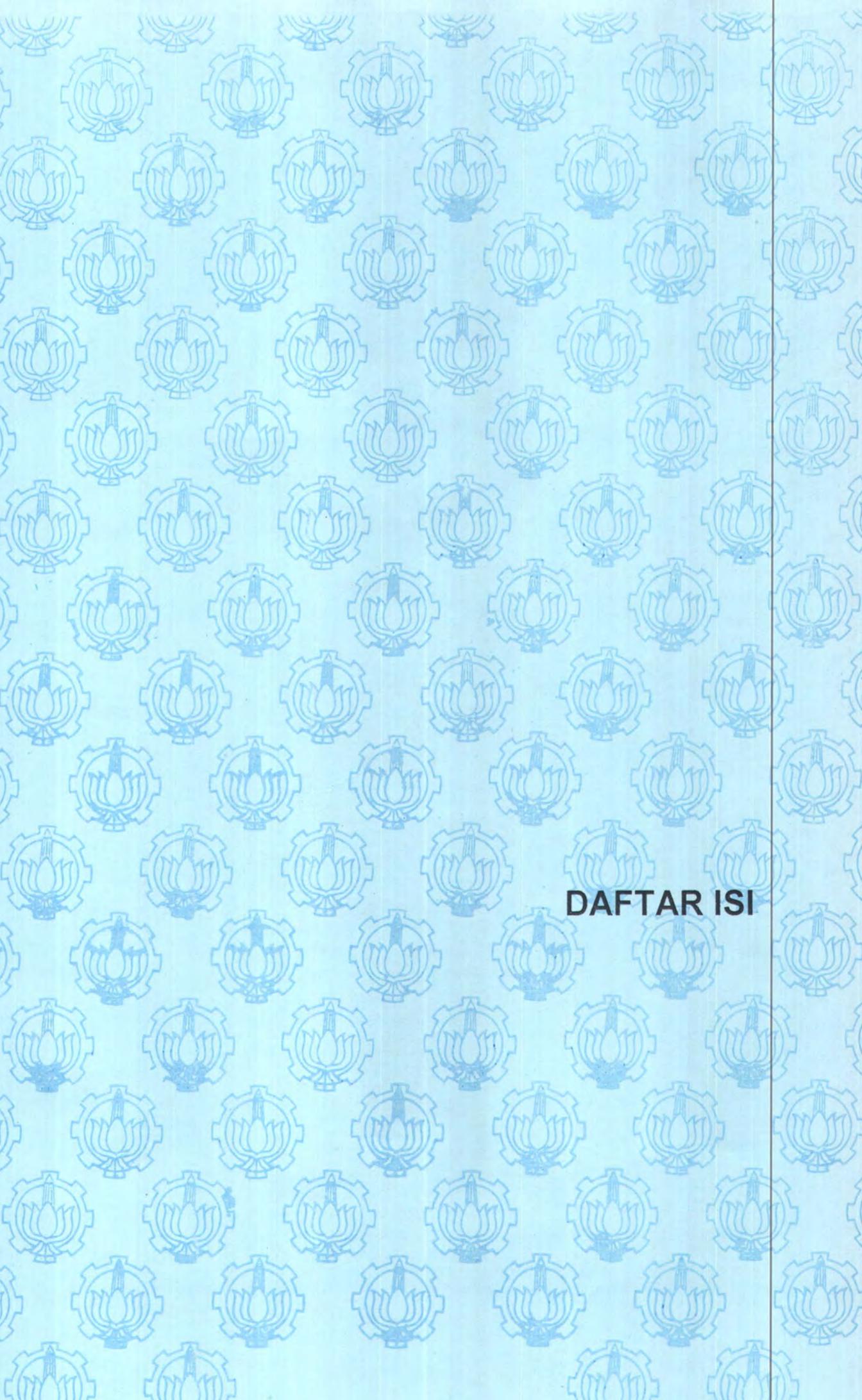
1. Bapak Dr. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc., sebagai dosen pembimbing dan Dekan Fakultas Teknologi Informasi yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan serta saran selama penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom., terima kasih atas masukan dan bimbingannya.
3. Seluruh Dosen staf pengajar di Jurusan Teknik Informatika – ITS atas segala ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
4. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Informatika - ITS.
5. Bapak dan Ibu, terima kasih atas segala dorongan, motivasi doa dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
6. Indra dan Mbak Acy, Wati dan Dewi, terima kasih atas segala kegembiraan dan kebersamaan yang telah dan akan kita lalui.

7. Yang tersayang, Agustiya Novitayanti, terima kasih atas segala kasih sayang yang diberikan, doa serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Gek dan Adek yang telah memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bli Nyoman, terima kasih atas segala nasehat dan saran yang diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan, Ajie, Anank, Budi, Bang Niko, Putu DS, Seti, atas kebersamaannya dalam penungguan.
11. Teman-teman main bola, Wira dan Franky semoga cepat lulus, Gershom, Brata, Rai, Indie, Kamal, Mas Soleh, Mas Sugeng, Mas Chodir, Mas Yudi dan semua warga FC Informatika, semoga tetap jaya.
12. Teman-teman C0C yang sudah maupun akan lulus, terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Hidup C0C.
13. Semua pihak yang telah memberikan bantuan selama dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan atas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Walaupun Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, penulis berharap mudah-mudahan Tugas Akhir ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, 11 Agustus 2002

Penulis

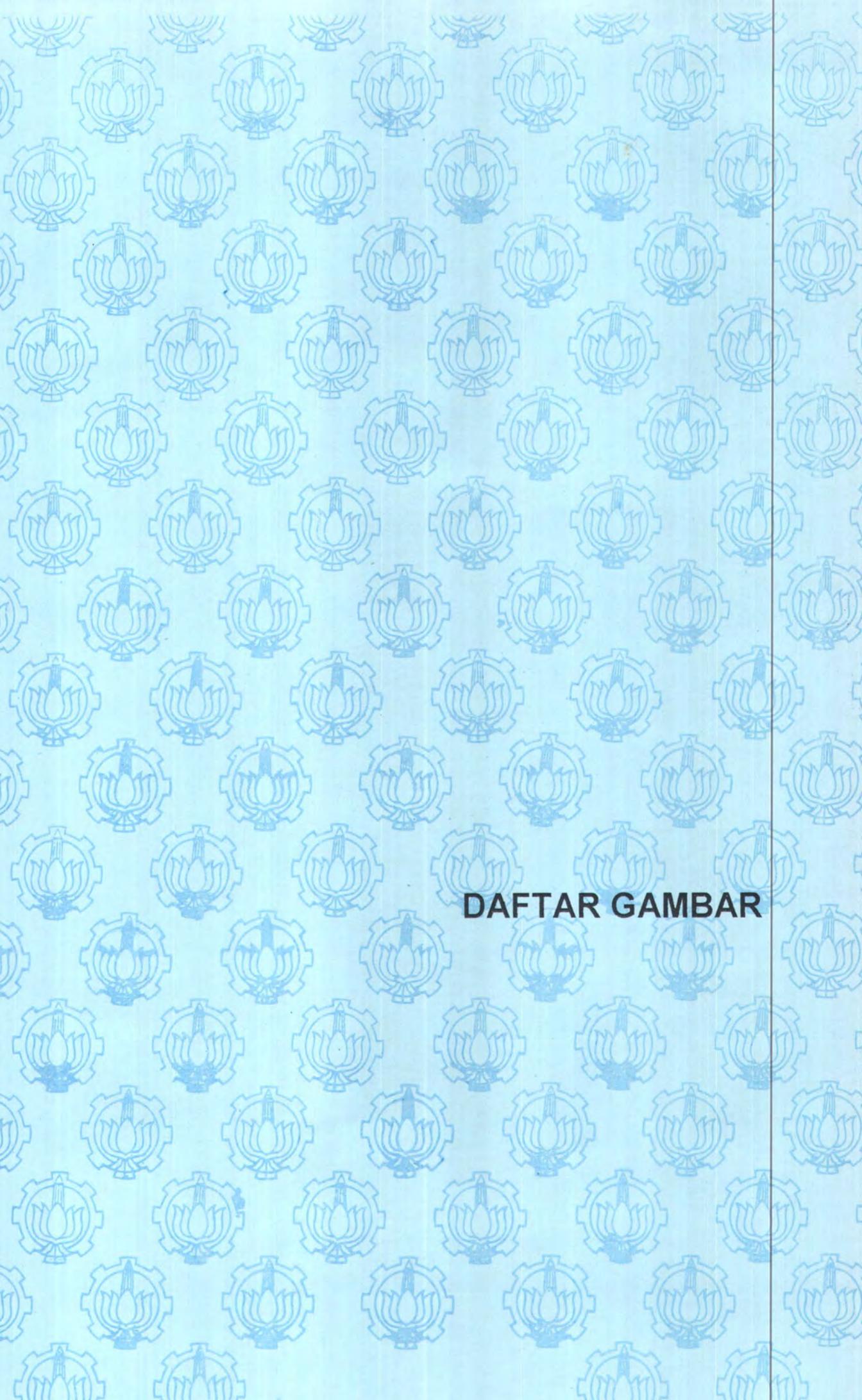


**DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTARTABEL .....	viii
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Permasalahan .....	2
1.3    Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4    Batasan Masalah .....	3
1.5    Metodologi Pelaksanaan Tugas Akhir .....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	5
BAB II    DASAR TEORI .....	6
2.1    Data Time Series .....	6
2.2    Fungsi Autokorelasi (ACF) .....	8
2.3    Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) .....	9
2.4    T-Statistic .....	10
2.5    Q-Statistic .....	12
2.6    Ordinary Least Squares (OLS) .....	12
BAB III    PERAMALAN DATA TIME SERIES MENGGUNAKAN METODE BOX JENKINS .....	22
3.1    Model-Model Box Jenkins .....	22
3.1.1 Model Autoregressive (AR) .....	22
3.1.2 Model Moving Average (MA) .....	23
3.1.3 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) .....	24
3.2    Metode Box-Jenkins .....	25
3.2.1 Identifikasi Model .....	26
3.2.2 Estimasi Parameter .....	34
3.2.3 Pengecekan Diagnostik .....	47
3.2.4 Peramalan .....	49
BAB IV    PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK .....	51
4.1    Deskripsi Kebutuhan Sistem .....	51
4.2    Perancangan Perangkat Lunak .....	52
4.2.1 Perancangan Data .....	52
4.2.2 Perancangan Proses .....	55
4.2.3 Perancangan Antar-Muka .....	60
4.3    Pembuatan Perangkat Lunak .....	63
4.3.1 Lingkungan Implementasi .....	63
4.3.2 Implementasi Data .....	64
4.3.3 Implementasi Proses .....	67
4.3.4 Implementasi Antar-Muka .....	72

BAB V	UJI COBA DAN EVALUASI PERANGKAT LUNAK .....	76
5.1	Lingkungan Uji Coba .....	76
5.2	Data Uji Coba .....	76
5.3	Pelaksanaan Uji Coba dan Evaluasinya .....	79
5.3.1	Uji Coba Perangkat Lunak .....	79
5.3.2	Uji Coba Perbandingan dengan Minitab .....	102
5.3.3	Evaluasi Uji Coba .....	113
5.3.4	Kinerja Perangkat Lunak .....	116
BAB VI	PENUTUP .....	118
6.1	Kesimpulan .....	118
6.2	Saran .....	119
DAFTAR PUSTAKA	.....	120
LAMPIRAN A	PETUNJUK PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK .....	121

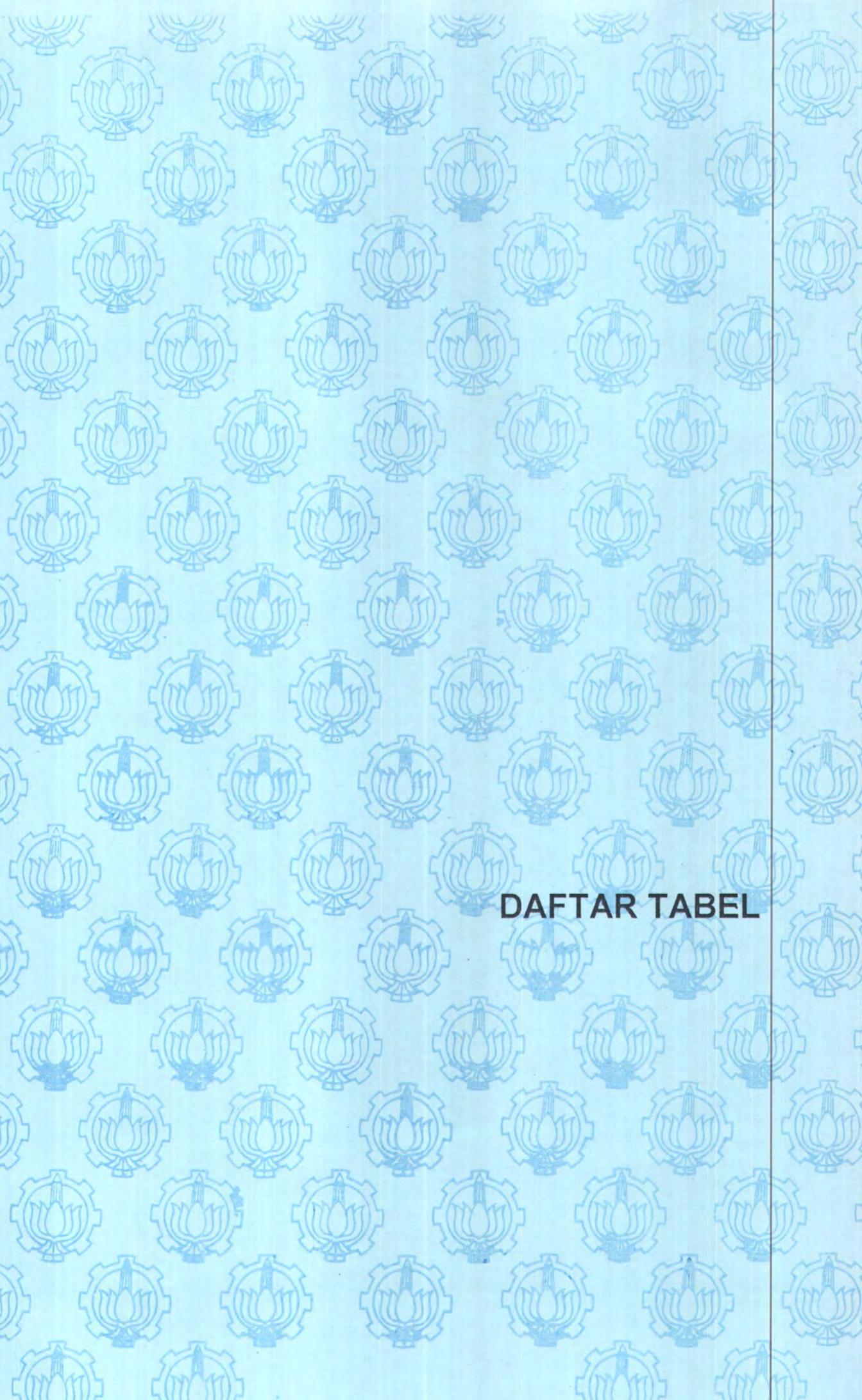


**DAFTAR GAMBAR**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva $t$ dan Kurva Normal .....	12
Gambar 2.2	Kriteria Kuadrat Terkecil .....	15
Gambar 2.3	Pemecahan Variasi $Y_t$ ke dalam Dua Bagian .....	19
Gambar 3.1	Data Penjualan di Sebuah Department Store .....	27
Gambar 3.2	<i>Differencing</i> Tingkat Pertama .....	28
Gambar 3.3	<i>Differencing</i> Tingkat Kedua .....	29
Gambar 3.4	Fungsi Autokorelasi pada <i>Differencing</i> Tingkat Pertama .....	30
Gambar 3.5	Fungsi Autokorelasi yang Menghilang secara Eksponensial ...	32
Gambar 3.6	Fungsi Autokorelasi yang Menghilang secara Sinusoidal .....	33
Gambar 3.7	Fungsi Autokorelasi Parsial <i>Differencing</i> Tingkat Kedua .....	34
Gambar 3.8	Diagram Alir Pencarian SSR Terkecil dengan Metode Marquardt .....	40
Gambar 4.1	Format Penyimpanan File Data .....	52
Gambar 4.2	Struktur File Teks .....	55
Gambar 4.3	Diagram Context (Level 0) dari Sistem Peramalan dengan Metode Box-Jenkins .....	55
Gambar 4.4	DAD Level 1 dari Sistem Peramalan dengan Metode Box-Jenkins .....	56
Gambar 4.5	DAD Level 2 dari Proses <i>Differencing</i> .....	57
Gambar 4.6	DAD Level 2 dari Proses Identifikasi Model .....	58
Gambar 4.7	DAD Level 2 dari Proses Estimasi Parameter .....	59
Gambar 4.8	Rancangan Antar-Muka FrmNew .....	61
Gambar 4.9	Rancangan Antar-Muka FrmOpen .....	61
Gambar 4.10	Rancangan Antar-Muka FrmModel .....	62
Gambar 4.11	Rancangan Antar-Muka FrmChart .....	63
Gambar 4.12	Hirarki Menu .....	63
Gambar 4.13	Implementasi Proses Penyimpanan Data .....	67
Gambar 4.14	Implementasi Perhitungan Fungsi Autokorelasi .....	68
Gambar 4.15	Implementasi T-Statistic .....	68
Gambar 4.16	Implementasi Uji Stasioner .....	69
Gambar 4.17	Implementasi Proses <i>Differencing</i> .....	69
Gambar 4.18	Implementasi Penghitungan Fungsi Autokorelasi Parsial .....	69
Gambar 4.19	Implementasi Proses Pemilihan Model .....	70
Gambar 4.20	Implementasi Proses Estimasi Parameter .....	70
Gambar 4.21	Implementasi Analisis <i>Residual</i> .....	71
Gambar 4.22	Implementasi Q-Statistic .....	71
Gambar 4.23	Implementasi T-Test .....	71
Gambar 4.24	Implementasi Proses Peramalan .....	72
Gambar 4.25	Tampilan Form Utama .....	72
Gambar 4.26	Tampilan Form frmNew .....	73
Gambar 4.27	Tampilan Form frmOpen .....	73
Gambar 4.28	Tampilan Form frmModel .....	74
Gambar 4.29	Tampilan Form frmChart .....	75
Gambar 5.1	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data IHSG .....	82

Gambar 5.2	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Kurs Dollar Amerika	85
Gambar 5.3	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	88
Gambar 5.4	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali .....	91
Gambar 5.5	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	94
Gambar 5.6	Grafik Historis dan Hasil Peramalan untuk Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing di Hotel Berbintang di Bali .....	96
Gambar 5.7	Grafik Historis dan Hasil Peramalan untuk Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	99
Gambar 5.8	Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \text{Log } X$ .....	102
Gambar 5.9	Dialog Model pada Minitab .....	103
Gambar 5.10	Dialog Peramalan pada Minitab .....	104
Gambar 5.11	Dialog untuk Menampilkan Grafik .....	105
Gambar 5.12	Grafik Hasil Peramalan Data IHSG .....	106
Gambar 5.13	Grafik Hasil Peramalan Data Kurs Mata Uang Dollar Amerika	107
Gambar 5.14	Grafik Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	108
Gambar 5.15	Grafik Hasil Peramalan Data Tamu Asing .....	109
Gambar 5.16	Grafik Hasil Peramalan Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	110
Gambar 5.17	Grafik Hasil Peramalan Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali .....	111
Gambar 5.18	Grafik Hasil Peramalan Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	112
Gambar 5.19	Grafik Hasil Peramalan Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \text{Log } X$ .....	113



**DAFTAR TABEL**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data Hasil <i>Differencing</i> Tingkat Pertama .....	27
Tabel 3.2	Data Hasil <i>Differencing</i> Tingkat Kedua .....	28
Tabel 3.3	Sifat-sifat ACF dan PACF untuk Model ARIMA .....	34
Tabel 3.4	<i>Sum of Squared</i> dari Residual untuk AR(1) dengan $\hat{\phi} = 0.5$ ..	36
Tabel 3.5	Penghitungan <i>Sum of Squared</i> untuk Residual ( $SSR_0$ ) .....	41
Tabel 3.6	Penghitungan Residual $\hat{\varepsilon}_{t,0}^*$ .....	44
Tabel 5.1	Hasil Peramalan Balik untuk Data IHSG .....	78
Tabel 5.2	Hasil Peramalan Balik untuk Data Kurs Dollar Amerika .....	81
Tabel 5.3	Hasil Peramalan Balik untuk Data Realisasi Ekspor Non Migas Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	84
Tabel 5.4	Hasil Peramalan Balik untuk Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali .....	86
Tabel 5.5	Hasil Peramalan Balik untuk Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	89
Tabel 5.6	Hasil Peramalan Balik untuk Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing di Hotel Berbintang di Bali .....	92
Tabel 5.7	Hasil Peramalan Balik untuk Data Penyaluran Beras di Propinsi Bali .....	95
Tabel 5.8	Hasil Peramalan Balik Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \text{Log } X$ .....	100
Tabel 5.9	Perbandingan Hasil Peramalan untuk Data IHSG .....	105
Tabel 5.10	Perbandingan Hasil Peramalan untuk Data Kurs Dollar Amerika .....	106
Tabel 5.11	Perbandingan Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	107
Tabel 5.12	Perbandingan Hasil Peramalan Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali .....	108
Tabel 5.13	Perbandingan Hasil Peramalan Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	109
Tabel 5.14	Perbandingan Hasil Peramalan Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Propinsi Bali .....	110
Tabel 5.15	Perbandingan Hasil Peramalan Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali .....	111
Tabel 5.16	Perbandingan Hasil Peramalan Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \text{Log } X$ .....	112
Tabel 5.17	Nilai Kesalahan Data Menggunakan Model Hasil Identifikasi .....	114
Tabel 5.18	Nilai Kesalahan Menggunakan Model yang Ditentukan .....	114
Tabel 5.19	Perbandingan Kesalahan antara Model Hasil Identifikasi Dengan Model yang Ditentukan .....	115
Tabel 5.20	Perbandingan Prosentase Kesalahan Metode Box-Jenkins dan Minitab untuk Masing-masing Data .....	116
Tabel 5.21	Waktu yang Diperlukan dalam Uji Coba untuk Masing-masing Data .....	117



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Pada era ekonomi modern, kebutuhan akan informasi adalah sesuatu yang sangat penting. Hal ini terutama dirasakan oleh orang-orang ataupun organisasi yang berkecimpung dalam lingkungan bisnis. Dengan semakin majunya teknologi informasi maka ratusan bahkan ribuan data transaksi dihasilkan dalam satu harinya. Seringkali data tersebut berurutan dan pada dasarnya dapat diagregasi dengan suatu interval waktu sehingga menghasilkan data *time series* dengan jumlah yang besar.

Data *time series* yang dimiliki oleh perusahaan, organisasi bisnis ataupun instansi pemerintah, biasanya menyimpan informasi yang tidak bisa dilihat secara eksplisit. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu analisis terhadap data *time series* untuk menemukan informasi-informasi penting dan berguna bagi perusahaan atau organisasi bisnis tersebut.

Beberapa metode telah diperkenalkan untuk melakukan analisis terhadap data *time series*, salah satunya adalah metode Box-Jenkins. Dalam pelaksanaannya metode Box-Jenkins ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu tahap identifikasi, tahap estimasi, tahap pengecekan diagnostik, dan tahap peramalan.

Metode Box-Jenkins menggunakan suatu model yang disebut sebagai model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk menganalisis data *time series*. Suatu data *time series* terlebih dulu harus berada dalam keadaan stasioner sehingga analisis dengan model ARIMA dapat dilakukan.

Karena metode ini menggunakan proses iterasi yang berulang-ulang untuk mendapatkan model yang paling sesuai, maka perhitungan dengan cara manual membutuhkan waktu yang lama dan sangat melelahkan. Untuk itu perlu dibangun suatu sistem yang dapat menerapkan metode Box-Jenkins ini secara otomatis.

## 1.2 PERMASALAHAN

Permasalahan yang diajukan dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

- Bagaimana menetapkan model ARIMA yang tepat untuk suatu data *time series*.
- Bagaimana menerapkan metode Box-Jenkins untuk menyelesaikan model ARIMA yang telah didapat sebelumnya.
- Bagaimana merancang dan membuat suatu perangkat lunak yang dapat menerapkan metode Box-Jenkins pada berbagai data *time series*.

## 1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

- Untuk menganalisis suatu data *time series* menggunakan model ARIMA yang tepat.
- Untuk menerapkan metode Box-Jenkins dalam menyelesaikan model ARIMA yang telah didapat.
- Untuk merancang dan membuat suatu perangkat lunak yang dapat melakukan analisis terhadap berbagai data *time series* dengan metode Box-Jenkins.

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah dapat membantu melakukan analisis dan peramalan suatu data *time series* secara otomatis bagi berbagai pihak yang memerlukan.

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Batasan permasalahan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Data masukan adalah berupa data *time series* yang disimpan ke dalam suatu file.
- Data *time series* yang digunakan diasumsikan tidak memiliki unsur musiman.
- Data keluaran dari perangkat lunak adalah berupa parameter-parameter dari persamaan ARIMA beserta hasil peramalan.
- Sifat peramalan yang dilakukan menggunakan metode Box-Jenkins adalah peramalan jangka pendek (*short-term forecasting*).

#### 1.5 METODOLOGI PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

Metodologi pelaksanaan tugas akhir yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Studi Literatur dan Pengumpulan Informasi  
Pengumpulan informasi dilakukan dengan membaca literatur-literatur dan jurnal-jurnal yang menjelaskan model ARIMA dan metode Box-Jenkins, dan melakukan diskusi dengan orang-orang yang pernah melakukan penelitian sebelumnya atau orang-orang yang ahli mengenai hal tersebut.

- Perancangan Perangkat Lunak

Berdasarkan informasi-informasi yang telah dikumpulkan maka langkah selanjutnya adalah merancang sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem ini meliputi pemodelan aliran data dan perancangan struktur data.

- Pembuatan Perangkat Lunak

Tahap ini adalah merupakan tahap yang memerlukan waktu paling lama, karena meliputi beberapa proses antara lain pembuatan prototipe sistem dan pengembangan prototipe menjadi sistem yang diinginkan.

- Uji Coba dan Evaluasi Perangkat Lunak

Uji coba perangkat lunak dilakukan terhadap beberapa data *time series*. Dari hasil uji coba dapat dilihat performansi perangkat lunak. Hasil uji coba ini juga dapat dijadikan bahan acuan dalam melakukan evaluasi terhadap perangkat lunak. Evaluasi perangkat lunak sangat perlu dilakukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang terjadi yang mungkin tidak diketahui sebelumnya. Kesalahan-kesalahan yang terjadi kemudian dapat diperbaiki untuk menyempurnakan sistem.

- Penulisan Buku Tugas Akhir

Tahap ini adalah merupakan tahap penulisan semua informasi mengenai sistem yang telah dibangun. Tahap ini adalah merupakan tahap terakhir dari metode penelitian yang dilakukan.

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas akhir ini diawali dengan pendahuluan pada bab pertama yang terdiri dari latar belakang diambilnya permasalahan, tujuan dan manfaat perangkat lunak, permasalahan serta batasannya untuk memberi arah dalam perancangan dan pembuatan perangkat lunak pada tugas akhir ini.

Bab kedua, dan ketiga memberikan landasan teori yang diperlukan bagi perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Pada bab kedua akan ditulis tentang dasar-dasar statistik yang meliputi pengertian mengenai data serta pengklasifikasiannya, fungsi autokorelasi, fungsi autokorelasi parsial, *q-statistic* dan *t-statistic*, dan *ordinary least squares*. Sedangkan pada bab tiga akan dijelaskan mengenai model ARIMA secara rinci serta tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam metode Box-Jenkins yang digunakan untuk mendapatkan model terbaik bagi suatu data *time series*.

Bab keempat memuat desain segala aspek perangkat lunak mulai dari desain algoritma sampai pada desain antar-muka untuk pengguna yang sesuai dengan permasalahan dan batasan yang telah dijabarkan pada bab pertama beserta implementasinya.

Bab kelima yaitu uji coba dan evaluasi perangkat lunak yang berisi laporan mengenai pengujian yang telah dilakukan terhadap perangkat lunak yang telah dibuat dan juga evaluasi dari hasil pengujian tersebut.

Bab keenam menutup dokumen tugas akhir ini dengan kesimpulan dan saran dari pengujian dan evaluasi atas hasil perancangan dan pembuatan perangkat lunak, serta saran-saran yang diharapkan mampu meningkatkan kinerja perangkat lunak yang telah dibuat.



**BAB II**  
**DASAR TEORI**

## BAB II

### DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan beberapa dasar teori statistik yang digunakan dalam metode Box-Jenkins. Penjelasan akan dimulai dengan klasifikasi data secara umum dan uraian tentang data *time series*. Kemudian dijelaskan mengenai fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial yang digunakan untuk menentukan apakah suatu data telah mencapai keadaan stasioner atau belum. *T-statistic* digunakan untuk menguji suatu hipotesis, sedangkan *q-statistic* dalam metode Box-Jenkins digunakan untuk menguji apakah semua fungsi autokorelasi dari data adalah berbeda dengan nol yang nantinya digunakan dalam proses pengecekan diagnostik.

#### 2.1 Data Time Series

Data adalah perwujudan informasi yang dikumpulkan untuk mendeskripsikan suatu peristiwa, kegiatan ataupun hipotesis yang telah dirumuskan. Suatu data diperoleh dengan mengukur nilai satu atau lebih variabel dalam sampel (atau populasi).

Menurut jenisnya data dapat dibedakan menjadi data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang diukur dalam suatu skala numerik (angka). Suhu udara yang dinyatakan dalam derajat celsius dan memiliki nilai antara 0 sampai dengan 100 adalah salah satu contoh data kuantitatif. Data kualitatif, di lain pihak, adalah data yang tidak dapat diukur dalam skala numerik. Namun karena dalam statistik semua data harus dalam bentuk angka, maka data kualitatif umumnya dikuantitatifkan dengan cara mengklasifikasikannya ke dalam

bentuk kategori. Sebagai contoh, industri di Indonesia oleh Biro Pusat Statistik (BPS) digolongkan ke dalam empat kategori yaitu : industri rumah tangga diberi kategori 1, industri kecil diberi kategori 2, industri menengah diberi kategori 3, dan industri besar dengan kategori 4.

Selain penggolongan data menurut jenisnya, data dapat juga digolongkan berdasarkan dimensi waktunya. Data berdasarkan dimensi waktunya dapat dibedakan menjadi data *time series*, data silang tempat (*cross section*), dan data pooling. Data *time series* adalah data yang secara kronologis disusun untuk melihat pengaruh perubahan dalam rentang waktu tertentu. Variasi terjadinya variabel adalah antar waktu. Data silang tempat adalah data yang dikumpulkan pada suatu titik waktu. Data silang tempat digunakan untuk mengamati respon dalam periode yang sama, sehingga variasi terjadinya variabel adalah antar pengamatan. Data pooling adalah kombinasi antara data *time series* dan silang tempat.

Seperti telah dijelaskan di atas, data *time series* disusun secara kronologis untuk melihat variasi suatu variabel dalam rentang waktu tertentu. Rentang waktu ini biasanya berupa harian, mingguan, bulanan, kuartalan ataupun tahunan. Oleh karena itu data *time series* dapat dibedakan menjadi [HAN-98] :

- Data harian, misalnya data kurs Rp/US\$ setiap hari, data indeks harga saham per hari.
- Data mingguan, misalnya data pengunjung rumah sakit setiap minggu (7 hari).
- Data bulanan, misalnya data suku bunga deposito dengan jangka waktu satu bulan (30 hari).

- Data kuartalan, misalnya data penjualan setiap 3 bulan.
- Data tahunan, misalnya data pendapatan nasional setiap tahun (12 bulan).

Data *time series* memiliki beberapa komponen yang harus diidentifikasi sebelum memilih model yang sesuai untuk data tersebut. Komponen-komponen ini dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu :

- *Trend* adalah pergerakan data yang semakin meninggi atau menurun secara konsisten dalam jangka waktu yang lama.
- *Seasonal* adalah pola perubahan data yang terjadi dalam satu tahun kalender dan kemudian berulang setiap tahunnya.
- *Cycle* adalah perubahan meninggi atau menurun pada pola data yang terjadi dalam jangka waktu 2 sampai 10 tahun atau lebih.
- *Error* adalah pergerakan yang terjadi pada data *time series* yang tidak memiliki pola.

## 2.2 Fungsi Autokorelasi (ACF)

Koefisien autokorelasi mengukur hubungan atau korelasi antara satu set pengamatan dan satu set pengamatan lain yang terpisah sebesar  $k$  periode waktu. Beda periode waktu antar pengamatan ini disebut sebagai *lag*, dan dilambangkan dengan  $k$ . Jika terdapat suatu set data *time series*  $(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n)$ , maka autokorelasi antara  $Z_t$  dengan  $Z_{t+k}$  (dinyatakan dengan  $\rho_k$ ) untuk  $k=1$ , mengukur korelasi antara pasangan  $(Z_2, Z_{2+k})$ ,  $(Z_3, Z_{3+k})$ ,  $\dots$ ,  $(Z_n, Z_{n+k})$ . Koefisien autokorelasi ( $r_k$ ), suatu estimasi terhadap  $(\rho_k)$ , dihitung dengan menggunakan rumus [MAK-98] :

$$r_k = \frac{\sum (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (2.1)$$

Dimana :

- $Z_t$  = data dari series yang stasioner;
- $Z_{t+k}$  = data dengan  $k$  periode di depan;
- $\bar{Z}$  = rata-rata dari series;
- $r_k$  = ukuran hubungan antara kedua set data.

Nilai autokorelasi ini dapat berkisar antara -1 sampai dengan 1, dengan  $r_k = 0$  mengindikasikan tidak terdapat korelasi. Jika koefisien autokorelasi untuk *lag* 1, *lag* 2, *lag* 3 dan seterusnya telah dihitung, kemudian digambarkan ke dalam suatu grafik (dengan  $r_k$  sebagai sumbu x dan  $k$  sebagai sumbu y), maka akan didapatkan suatu fungsi autokorelasi atau *correlogram*.

Secara teori, suatu series *non-seasonal* (tidak mengandung unsur musiman) adalah stasioner jika semua autokorelasinya sama dengan nol (mengindikasikan kesalahan random) atau jika autokorelasinya berbeda dari nol hanya untuk beberapa *lag* pertama. Karena kita berhubungan dengan autokorelasi sampel dan terdapat sampling kesalahan, maka kita biasa menyatakan hal ini "secara statistik" sama dengan nol.

### 2.3 Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Suatu koefisien autokorelasi parsial adalah ukuran hubungan dari dua variabel ketika efek dari variabel lain telah dihilangkan atau dibuat konstan. Dengan kata lain, koefisien autokorelasi parsial ( $\rho_{kk}$ ) adalah ukuran hubungan antara variabel stasioner series  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$  ketika efek dari variabel-variabel berpengaruh yakni  $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$  telah dihilangkan. Hal ini dilakukan

untuk melihat apakah korelasi antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+k}$  terjadi karena variabel-variabel tersebut atautkah ada hal lain yang menyebabkannya. Sifat-sifat dari koefisien autokorelasi parsial untuk series stasioner beserta koefisien autokorelasinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi model ARIMA. Koefisien autokorelasi parsial dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini (dimana  $j$  memiliki nilai dari 1 sampai  $k-1$ ) [GAY-94] :

$$r_{kk} = \frac{r_k - \sum (r_{k-1,j})(r_{k-j})}{1 - \sum (r_{k-1,j})(r_j)} \quad (2.2)$$

$$r_{kj} = r_{k-1,j} - (r_{kk})(r_{k-1,k-j}) \quad (2.3)$$

Dimana :

- $r_k$  = koefisien autokorelasi dengan lag  $k$  ;
- $r_{kj}$  = koefisien autokorelasi parsial untuk lag  $k$  , ketika efek dari lag yang berjumlah  $j$  telah dihilangkan.

## 2.4 T-Statistic

Teori *t-statistic* berasal dari teori distribusi normal yang digunakan untuk menguji suatu hipotesis. Distribusi normal dihitung terhadap sampel berukuran besar dengan menggunakan rata-rata sampel dan standar deviasi yang diketahui, sedangkan *t-statistic* digunakan untuk sampel berukuran kecil. Berikut akan dijelaskan lebih lanjut mengenai distribusi normal dan *t-statistic*.

Teori distribusi normal didasarkan pada teori limit pusat. Teori limit pusat ini menyatakan bahwa bila suatu populasi tidak diketahui distribusinya apakah berhingga atau tidak, maka distribusi sampelnya akan berdistribusi hampir normal dengan rata-rata sampel  $\mu$  dan varian  $\frac{\sigma^2}{n}$  asal ukuran sampelnya besar

[WAL-95]. Distribusi normal dapat dirumuskan sebagai berikut [YAM-67] :

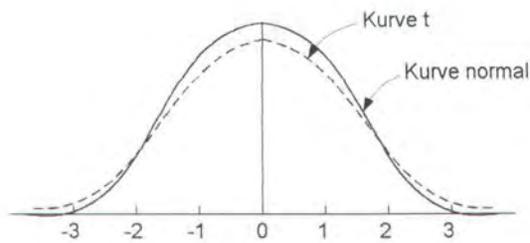
$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (2.4)$$

Tetapi, jika digunakan estimasi dari  $\sigma^2$ , dan  $n$  adalah kecil ( $n < 50$ ), maka  $z$  tidak akan normal. Oleh karena itu W. S. Gosset pada tahun 1908 memperkenalkan *t-statistic* untuk menghitung distribusi untuk kondisi tersebut di atas. *T-statistic* dapat dirumuskan sebagai berikut [GOS-08] :

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}} \quad (2.5)$$

dimana  $\bar{x}$  adalah rata-rata sampel dari sampel  $x_1, x_2, \dots, x_n$  yang diambil dari distribusi normal dengan  $\mu$  dan  $\sigma^2$  tidak diketahui, sedangkan  $\hat{\sigma}$  adalah estimasi dari  $\sigma$ . *T-statistic* memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut [YAM-67] :

- Memiliki nilai di antara minus tak terhingga sampai tak terhingga ( $-\infty < t < \infty$ )
- Distribusinya bersifat unimodal dan simetris pada 0. Unimodal berarti bahwa kurva *t-statistic* hanya memiliki satu puncak.
- Kurvanya lebih datar daripada kurva normal (lihat gambar 2.1). Hal ini terjadi karena *t-statistic* menggunakan jumlah sampel yang lebih sedikit dari distribusi normal sehingga standar deviasinya menjadi lebih besar.
- Semakin besar jumlah sampel, nilainya mendekati distribusi normal.
- Untuk mendapatkan kemungkinan dari  $t$  tabel, maka harus diketahui derajat bebas ( $\phi = n - 1$ ).



Gambar 2.1 Kurva t dan Kurva Normal

## 2.5 Q-Statistic

*Q-statistic* digunakan untuk menguji apakah fungsi autokorelasi kesalahan semuanya tidak berbeda dari nol. Rumusan dari *q-statistic* ini adalah sebagai berikut [MAK-98] :

$$Q = n(n+2) \sum \frac{r_k^2}{n-k} \quad (2.6)$$

dimana :

- $r_k$  = koefisien autokorelasi kesalahan dengan lag  $k$  .
- $n$  = banyaknya observasi series stasioner.

*Q-statistic* mendekati distribusi *chi-square* dengan derajat bebas  $k - p - q$  . Jika *q-statistic* lebih kecil dari nilai kritis *chi-square* seperti yang tertera pada tabel, maka semua koefisien autokorelasi dianggap tidak berbeda dengan nol atau model telah dispesifikasikan dengan benar.

## 2.6 Ordinary Least Squares (OLS)

Metode *ordinary least squares* (OLS) dikemukakan pertama kali oleh Carl Friedrich Gauss [GUJ-93], seorang ahli matematika bangsa Jerman. Dengan asumsi-asumsi tertentu, metode OLS mempunyai beberapa sifat statistik yang sangat menarik yang membuatnya menjadi satu metode analisis regresi yang

paling kuat dan populer. Dalam teorinya, Gauss mengemukakan asumsi-asumsi sebagai berikut [GUJ-93] :

- Nilai yang diharapkan bersyarat (*conditional expected value*) dari  $u_i$ , tergantung pada  $X_i$  tertentu, adalah nol. Hal ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$E(u_i | X_i) = 0 \quad (2.7)$$

- Derau (*noise*)  $u_i$  dan  $u_j$  adalah tidak berkorelasi. Secara teknis asumsi ini dikenal sebagai asumsi tidak adanya korelasi berurutan atau tidak ada autokorelasi.

$$\begin{aligned} \text{cov}(u_i, u_j) &= E[u_i - E(u_i)][u_j - E(u_j)] \\ &= E(u_i u_j) \\ &= 0 \quad i \neq j \end{aligned} \quad (2.8)$$

- Varian  $u_i$  untuk tiap  $X_i$  (varian bersyarat dari  $u_i$ ) adalah suatu angka konstan positif yang sama dengan  $\sigma^2$ . Secara teknis, asumsi ini menyatakan asumsi *homoskedastisitas*. Dengan kata lain asumsi *homoskedastisitas* menyatakan bahwa populasi  $Y$  yang berhubungan dengan berbagai nilai  $X$  mempunyai varian yang sama.

$$\begin{aligned} \text{var}(u_i | X_i) &= E[u_i - E(u_i)]^2 \\ &= E(u_i)^2 \\ &= \sigma^2 \end{aligned} \quad (2.9)$$

- Derau (*noise*)  $u$  dan variabel yang menjelaskan  $X$  tidak berkorelasi.

Sebelum diterangkan pendekatan cara Gauss, maka perlu diingat fungsi regresi populasi (PRF). Fungsi regresi populasi menyatakan bahwa rata-rata

populasi dari distribusi  $Y$  untuk  $X_i$  tertentu, berhubungan secara fungsional dengan  $X_i$  [GUJ-93]. Dengan perkataan lain, fungsi tersebut menyatakan bagaimana nilai rata-rata populasi bervariasi bersama dengan  $X$ . Fungsi regresi populasi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i \quad (2.10)$$

Fungsi regresi populasi seperti disebutkan di atas tidak dapat diamati secara langsung, tapi harus ditaksir dengan menggunakan fungsi regresi sampel (SRF) yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y_i &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + e_i \\ &= \hat{Y}_i + e_i \end{aligned} \quad (2.11)$$

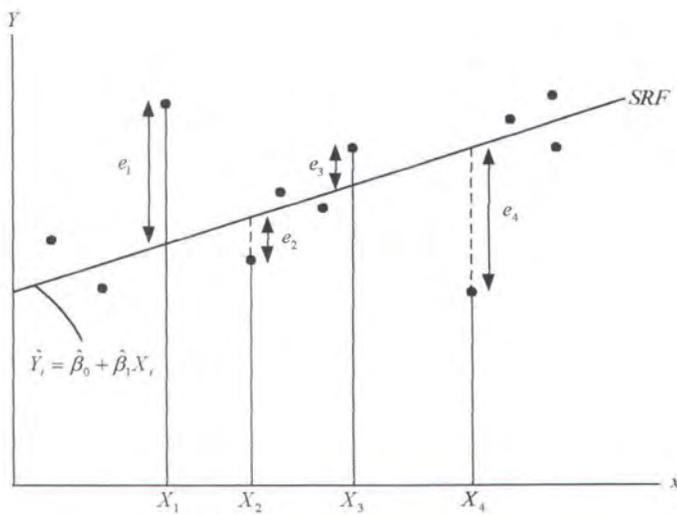
$\hat{Y}_i$  adalah nilai taksiran (rata-rata bersyarat) dari  $Y_i$ . Secara alternatif persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} e_i &= Y_i - \hat{Y}_i \\ &= Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i \end{aligned} \quad (2.12)$$

Persamaan 2.12 di atas menunjukkan bahwa  $e_i$  (*residual*) hanyalah perbedaan antara nilai  $Y$  yang sebenarnya dengan nilai yang ditaksir.

Sekarang dengan  $N$  pasang observasi atas  $X$  dan  $Y$  yang sudah tentu, ingin ditetapkan SRF sedemikian rupa sehingga berada sedekat mungkin dengan nilai  $Y$  yang sebenarnya. Untuk tujuan ini, salah satu kriteria yang mungkin digunakan adalah dengan memilih SRF dengan cara sedemikian rupa sehingga jumlah sisa (*residual*)  $\sum e_i = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)$  menjadi sekecil mungkin. Tetapi, kriteria ini bukanlah kriteria yang terbaik, seperti dapat dilihat pada gambar 2.2. Kalau digunakan kriteria meminimumkan  $\sum e_i$ , gambar 2.2

menunjukkan bahwa *residual*  $e_2$  dan  $e_3$  serta  $e_1$  dan  $e_4$  memperoleh bobot yang sama dalam penjumlahan ( $e_1 + e_2 + e_3 + e_4$ ) meskipun dua *residual* yang pertama jauh lebih dekat ke SRF daripada dua yang terakhir. Dengan perkataan lain, semua *residual* menerima (tingkat) penting yang sama tidak peduli seberapa dekat atau seberapa jauh terpencarnya observasi individual dari SRF.



Gambar 2.2 Kriteria Kuadrat Terkecil

Karena kriteria meminimumkan  $\sum e_i$  kurang memberikan hasil yang baik, maka dapat digunakan kriteria kuadrat terkecil, yang menyatakan bahwa SRF dapat ditetapkan dengan cara sedemikian hingga :

$$\begin{aligned} \sum e_i^2 &= \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \\ &= \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i)^2 \end{aligned} \quad (2.13)$$

sekecil mungkin, dimana  $e_i^2$  adalah *residual* kuadrat. Dengan mengkuadratkan  $e_i$ , metode ini memberikan bobot yang lebih besar kepada *residual* seperti  $e_1$

dan  $e_4$  pada gambar 2.2 di atas daripada *residual*  $e_2$  dan  $e_3$ . Prinsip kuadrat terkecil memilih  $\hat{\beta}_0$  dan  $\hat{\beta}_1$  sedemikian rupa sehingga untuk suatu sampel tertentu maka  $\sum e_i^2$  menjadi sekecil mungkin. Hal ini dilakukan dengan mencari turunan parsial persamaan 2.13 di atas terhadap  $\hat{\beta}_0$  dan  $\hat{\beta}_1$ .

Jika persamaan 2.13 diturunkan terhadap  $\hat{\beta}_0$ , dengan menganggap  $\hat{\beta}_1$  sebagai suatu koefisien dan variabel lainnya sebagai konstanta maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\frac{\partial(\sum e_i^2)}{\partial \beta_0} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) \quad (2.14)$$

Kemudian persamaan 2.13 diturunkan terhadap  $\hat{\beta}_1$ , dengan menganggap  $\hat{\beta}_0$  sebagai suatu koefisien dan variabel lainnya sebagai konstanta didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\frac{\partial(\sum e_i^2)}{\partial \hat{\beta}_1} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) X_i \quad (2.15)$$

Dengan menyamakan persamaan 2.14 dan 2.15 dengan nol, didapatkan hasil :

$$\sum Y_i = N \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum X_i \quad (2.16)$$

$$\sum Y_i X_i = \hat{\beta}_0 \sum X_i + \hat{\beta}_1 \sum X_i^2 \quad (2.17)$$

Persamaan simultan ini dikenal sebagai persamaan normal. Dengan memecahkan lebih lanjut kedua persamaan 2.16 dan 2.17, diperoleh :

$$\begin{aligned}\hat{\beta}_1 &= \frac{N \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}\end{aligned}\quad (2.18)$$

$$\begin{aligned}&= \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} \\ \hat{\beta}_0 &= \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}\end{aligned}\quad (2.19)$$

Dimana  $\bar{X}$  dan  $\bar{Y}$  adalah rata-rata sampel  $X$  dan  $Y$  dan didefinisikan bahwa  $x_i = (X_i - \bar{X})$  dan  $y_i = (Y_i - \bar{Y})$ .

Dari uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa sifat-sifat penaksir kuadrat terkecil ini adalah :

- Penaksir tadi dinyatakan semata-mata dalam besaran yang diamati (besaran sampel).
- Penaksir tadi merupakan penaksir titik (*point estimator*), yaitu dengan sampel tertentu, tiap penaksir akan memberikan hanya satu nilai (titik) tunggal parameter populasi yang relevan.

Setelah taksiran kuadrat terkecil diperoleh dari data yang dimiliki, garis regresi sampel dapat dengan mudah dicocokkan (*fitted*). Garis regresi yang diperoleh memiliki sifat-sifat sebagai berikut [GUJ-93] :

- Garis melalui rata-rata sampel  $\bar{X}$  dan  $\bar{Y}$ .
- Nilai rata-rata  $Y$  yang ditaksir adalah sama dengan nilai rata-rata  $Y$  yang sebenarnya.
- Nilai rata-rata *residual*  $e_i$  adalah nol.
- *Residual*  $e_i$  tidak berkorelasi dengan  $Y_i$  yang ditaksir.

- *Residual*  $e_i$  tidak berkorelasi dengan  $X_i$ .

Setelah didapatkan penaksir koefisien beserta varian-nya, dapat pula diketahui seberapa jauh keberhasilan model tersebut dalam menerangkan rata-rata variabel terikatnya. Juga dapat ditelaah apakah nilai koefisien yang didapatkan tersebut sesuai dengan hipotesis.

Pembahasan dapat dimulai dengan menguji apakah nilai koefisien yang diperoleh berbeda signifikan dengan nol. Dari varian-nya didapatkan simpangan baku tiap koefisien. Kemudian, nilai koefisien tersebut dibagi dengan simpangan bakunya. Hasil pembagian ini didistribusikan menurut distribusi  $t$ . Maka, hasil ini dapat dicocokkan dengan tabel untuk melihat apakah nilai tersebut sama dengan nol atau tidak. Persisnya, untuk menguji apakah  $\beta_i = 0$ , dihitung :

$$t_{\beta_i} = \frac{\hat{\beta}_i}{S_{\hat{\beta}_i}} \quad (2.20)$$

dengan  $S_{\hat{\beta}_i}$  sebagai simpangan baku  $\hat{\beta}_i$ , yaitu  $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_i)}$ .  $t_i$  didistribusikan menurut distribusi  $t$  dengan derajat bebas  $(n-2)$  karena dua informasi telah digunakan untuk menghitung  $\hat{\beta}_0$  dan  $\hat{\beta}_1$ . Bila  $t_i > t_{tabel}$ , maka hipotesis ( $\beta_i = 0$ ) ditolak, sedangkan bila  $t_i < t_{tabel}$ , maka hipotesis tidak ditolak. Bila hipotesis tidak ditolak, model regresi tersebut "tidak baik", artinya variabel bebas tidak dapat menerangkan perubahan variabel terikatnya.

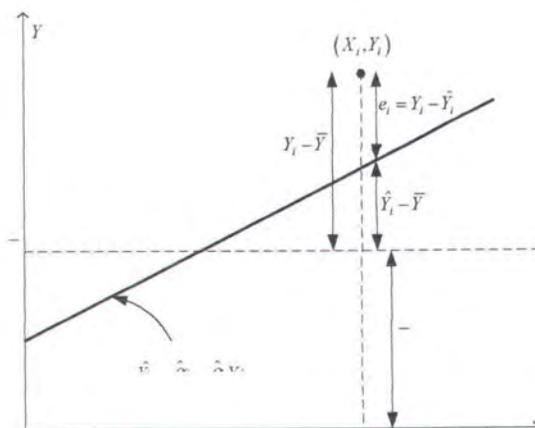
Pengujian dapat pula dilakukan untuk mengetahui apakah  $\beta_i$  sama dengan suatu nilai tertentu, misalnya  $\alpha$ . Rumus yang digunakan untuk menguji apakah  $\beta_i$  sama dengan  $\alpha$ , hampir sama seperti persamaan 2.20 di atas, yaitu :

$$t_i = \frac{\hat{\beta}_i - \alpha}{S_{\hat{\beta}_i}} \quad (2.21)$$

Bila  $t_i > t_{tabel}$ , maka hipotesis ( $\beta_i = 0$ ) ditolak, sedang bila  $t_i < t_{tabel}$  maka hipotesis tidak ditolak.

Untuk dapat melihat kemampuan model regresi dalam menerangkan perubahan variabel terikat, variasi variabel terikat dapat diuraikan atas variasi yang disebabkan oleh model regresi dan variasi yang disebabkan oleh derau (*noise*). Perhatikan gambar 2.3. Garis  $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$  adalah garis regresi. Garis ini mencoba menerangkan simpangan suatu titik, misalnya  $(X_i, Y_i)$ , dari rata-rata  $Y_i$ , yaitu  $(\bar{X}_i, \bar{Y})$ . Dari gambar 2.3 tersebut terlihat bahwa simpangan  $Y$ , yaitu  $(Y_i - \bar{Y})$ , dapat dipecah menjadi simpangan yang diterangkan oleh garis regresi  $(\hat{Y}_i - \bar{Y})$  dan simpangan sisa ( $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ ). Hal ini dapat dinyatakan ke dalam persamaan seperti berikut :

$$\underbrace{(Y_i - \bar{Y})}_{\text{simpangan total}} = \underbrace{(\hat{Y}_i - \bar{Y})}_{\text{simpangan regresi}} + \underbrace{e_i}_{\text{simpangan sisa}} \quad (2.22)$$



Gambar 2.3 Pemecahan Variasi  $Y_i$  ke dalam Dua Bagian

Jika kedua ruas pada persamaan 2.22 di atas dipangkatduakan dan dijumlahkan maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\underbrace{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}_{\text{variasi total (vartal)}} = \underbrace{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}_{\text{variasi regresi (varsi)}} + \underbrace{\sum e_i^2}_{\text{variasi sisa (varsa)}} \quad (2.23)$$

Dari persamaan 2.23 di atas dapat dihitung keberhasilan model dalam menerangkan variasi variabel terikat (variasi total). Biasanya, dihitung koefisien penentuan ( $R^2$ ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{\text{VARSI}}{\text{VARTAL}} = 1 - \frac{\text{VARSA}}{\text{VARTAL}} \\ &= \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \end{aligned} \quad (2.24)$$

dengan  $0 \leq R^2 \leq 1$ . Perlu diperhatikan bahwa nilai  $R^2$  dapat negatif atau lebih besar dari satu bila persamaan regresi tidak memiliki konstanta.

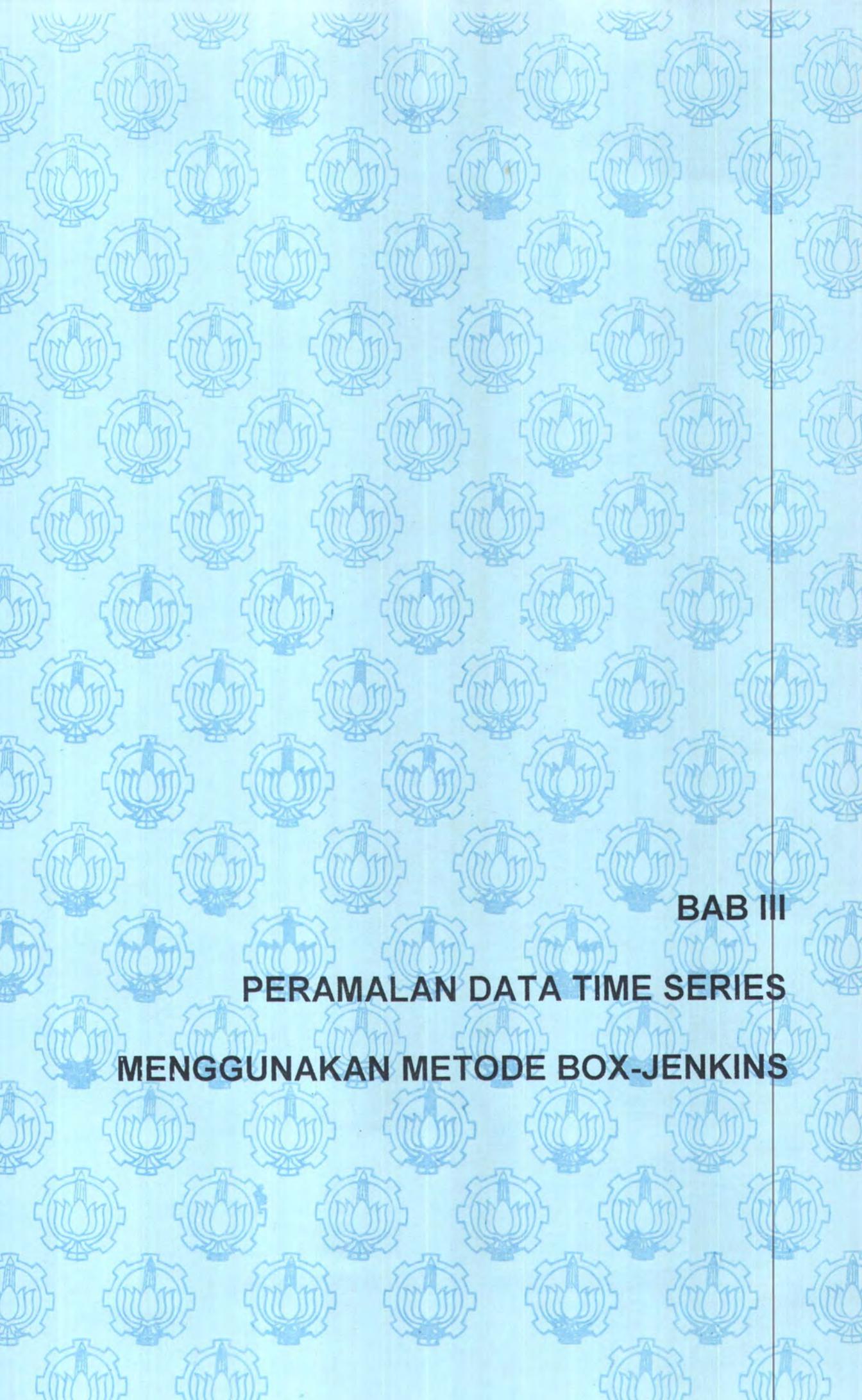
Semakin dekat nilai  $R^2$  dengan 1, semakin kuatlah model itu dalam menerangkan variasi variabel terikat, sedangkan semakin dekat nilai  $R^2$  dengan 0, semakin lemahlah model itu dalam menerangkan variasi variabel terikat. Dengan kata lain semakin  $R^2$  mendekati 1, semakin "baik" model tersebut. Suatu model yang mempunyai  $R^2$  yang sangat kecil dan tidak berbeda signifikan dengan nol, namun model tersebut dapat dikatakan baik bila regresinya telah memenuhi semua prosedur yang benar. Untuk menguji apakah  $R^2$  tidak berbeda signifikan dengan nol, dapat digunakan :

$$F = \frac{R^2(n-2)}{(1-R^2)} \quad (2.25)$$

dan  $F$  didistribusikan menurut distribusi  $F$  dengan derajat bebas  $(1, n-2)$ . Bila  $F < F_{tabel}$ , maka  $R^2$  tidak berbeda signifikan dengan nol. Selain itu, dapat ditunjukkan bahwa :

$$F = (t_i)^2 \quad (2.26)$$

Namun, perlu bahwa diingat persamaan di atas hanya berlaku untuk analisis regresi sederhana (dengan hanya satu variabel bebas).



**BAB III**  
**PERAMALAN DATA TIME SERIES**  
**MENGGUNAKAN METODE BOX-JENKINS**

# BAB III

## PERAMALAN DATA TIME SERIES

### MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS

Pada bab ini dijelaskan secara detail model-model yang termasuk ke dalam model Box-Jenkins, yaitu model *Autoregressive* (AR), model *Moving Average* (MA), dan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Selanjutnya dijelaskan pula tahapan-tahapan dalam metode Box-Jenkins yang meliputi tahap identifikasi model, estimasi parameter, pengecekan diagnostik, dan tahap peramalan.

#### 3.1 Model-Model Box-Jenkins

Model-model Box-Jenkins hanya dapat menggambarkan atau mewakili series yang stasioner atau yang telah dibuat stasioner dengan cara *differencing*. Model-model tersebut adalah model *autoregressive*, model *moving average*, dan model *autoregressive integrated moving average*. Berikut akan dijelaskan secara detail mengenai model-model tersebut.

##### 3.1.1 Model Autoregressive (AR)

Model *autoregressive* menyatakan bahwa pengamatan sekarang ( $Z_t$ ) adalah fungsi linier dari pengamatan stasioner masa lalu  $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots$ . Dengan kata lain, penerapan analisis regresi pada nilai-nilai stasioner dengan *lag* tertentu, akan menghasilkan model *autoregressive* karena unsur *trend* telah dihilangkan. Jadi yang dimodelkan pada model *autoregressive* adalah sisanya

yaitu kesalahan (*error*). Model *autoregressive* dapat dinyatakan seperti berikut [GAY-94] :

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Dimana :

- $Z_t$  = pengamatan stasioner saat ini;
- $Z_{t-1}, Z_{t-2}$  = pengamatan stasioner masa lalu;
- $\delta, \phi_1, \phi_2$  = konstanta dan koefisien analisis regresi;
- $\varepsilon_t$  = kesalahan peramalan saat ini.

Jumlah pengamatan stasioner masa lalu yang digunakan pada model *autoregressive* disebut sebagai tingkat  $p$ . Jika digunakan dua pengamatan masa lalu, maka model disebut sebagai *autoregressive* (AR) tingkat 2 atau AR(2) yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} \quad (3.2)$$

Model *autoregressive* ini memiliki beberapa batasan yang harus dipenuhi. Kondisi yang harus dipenuhi adalah jumlah dari semua koefisien *autoregressive* harus lebih kecil dari satu, atau  $\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_q < 1$ . Syarat ini disebut sebagai kondisi *stationarity*.

### 3.1.2 Model Moving Average (MA)

Dalam model *moving average*, pengamatan sekarang ( $Z_t$ ) merupakan fungsi linier dari kesalahan sekarang dan kesalahan masa lalu. Suatu model *moving average* adalah rata-rata tertimbang dari kesalahan pengamatan. Model ini dapat ditulis seperti berikut [GAY-94] :

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-1} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \Theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3.3)$$

Dimana :

- $Z_t$  = pengamatan stasioner saat ini;  
 $\varepsilon_t$  = kesalahan peramalan;  
 $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}$  = kesalahan peramalan masa lalu;  
 $\mu, \Theta_1, \Theta_2$  = konstanta dan koefisien moving average.

Jumlah kesalahan masa lalu yang digunakan dalam model *moving average* disebut sebagai tingkat  $q$ , jadi jika kita menggunakan dua kesalahan masa lalu maka model itu disebut sebagai *moving average* (MA) tingkat 2 atau MA(2) yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-1} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (3.4)$$

Ada beberapa batasan yang harus dipenuhi dalam model moving average ini. Syarat penting (tapi tidak cukup) yang harus dipenuhi adalah jumlah dari semua koefisien *moving average* harus lebih kecil dari satu, atau  $\Theta_1 + \Theta_2 + \dots + \Theta_q < 1$ . Syarat ini disebut sebagai kondisi *invertibility*.

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

Pada model *autoregressive integrated moving average*, pengamatan sekarang ( $Z_t$ ) adalah gabungan antara model *autoregressive* dan *moving average*, yaitu fungsi linier pengamatan stasioner masa lalu dan kesalahan peramalan masa lalu. Model ini dapat ditulis sebagai berikut [GAY-94] :

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-1} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots \quad (3.5)$$

Dimana :

- $Z_t$  = pengamatan stasioner saat ini;  
 $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots$  = pengamatan stasioner masa lalu;  
 $\varepsilon_t$  = kesalahan peramalan saat ini;  
 $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$  = kesalahan peramalan masa lalu;

$\delta, \phi_1, \phi_2, \dots, \Theta_1, \Theta_2, \dots$  = konstanta dan koefisien dari model.

Pada model ARIMA,  $p$  dan  $q$  menyatakan tingkat dari model. Tingkat  $p$  menyatakan banyaknya pengamatan masa lalu yang digunakan, dan tingkat  $q$  menyatakan banyaknya kesalahan masa lalu yang digunakan dalam model. Model ARIMA dengan  $p = 1$  dan  $q = 2$  menyatakan model seperti berikut :

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-1} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (3.6)$$

Karena model ARIMA merupakan gabungan antara model *autoregressive* dan model *moving average* maka kondisi *invertibility* dan *stationarity* seperti telah dijelaskan sebelumnya harus dipenuhi.

### 3.2 Metode Box-Jenkins

Pada beberapa metode analisis data *time series*, seperti analisis regresi dan *exponential smoothing*, nilai data yang diamati pada waktu tertentu ( $Y_t$ ) adalah bebas (*independent*), atau dengan kata lain data memiliki kesalahan (*error*) yang random. Jika data tidak bebas atau terikat (*dependent*) maka pada model harus digunakan nilai masa lalu dan atau kesalahan masa lalu dan saat ini. Metode Box-Jenkins adalah salah satu prosedur yang sesuai untuk menganalisis data yang terikat tersebut.

Metode Box-Jenkins adalah suatu metode yang melakukan analisis terhadap data *time series* untuk menentukan apakah model AR, MA atau ARIMA yang sesuai untuk data tersebut. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan satu kandidat model dari beberapa model linier seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Pada tahap selanjutnya model terpilih

harus diestimasi parameter-parameternya. Tujuan dari tahap estimasi parameter ini adalah untuk mendapatkan suatu parameter dari model yang meminimumkan nilai SSR dari *residual*. Tahap ketiga dari metode Box-Jenkins adalah tahap pengecekan diagnostik. Pada tahap ini model terpilih tersebut kemudian diperiksa menggunakan data historis yang dimiliki. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah model tersebut dapat menggambarkan secara akurat proses yang menghasilkan data tersebut. Model dikatakan benar jika perbedaan antara nilai data sebenarnya dengan nilai peramalan adalah kecil, bebas (*independent*), dan random. Jika model tersebut ternyata tidak memuaskan, maka proses diulang kembali dengan menggunakan model lain. Proses ini diulang terus sampai model yang paling tepat ditemukan. Jika model telah diidentifikasi dengan tepat, maka model tersebut dapat digunakan untuk melakukan peramalan. Untuk lebih jelasnya, maka berikut akan diuraikan secara rinci proses yang harus dilakukan dalam metode Box-Jenkins.

### 3.2.1 Identifikasi Model

Tujuan utama dari tahap identifikasi model adalah untuk menentukan model Box-Jenkins mana yang paling tepat untuk menganalisis data. Pada tahap ini terdapat dua hal penting yang harus dilakukan terlebih dahulu, yaitu mengubah data menjadi stasioner dan menentukan model Box-Jenkins yang tepat. Untuk menguji apakah data dalam keadaan stasioner atau tidak dapat dilihat dari fungsi autokorelasi data. Jika data tidak stasioner maka dapat dibuat menjadi stasioner dengan melakukan proses *differencing*. Kemudian dengan menganalisis pola yang ditunjukkan oleh fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial dari data dapat ditentukan model Box-Jenkins yang sesuai untuk data tersebut.

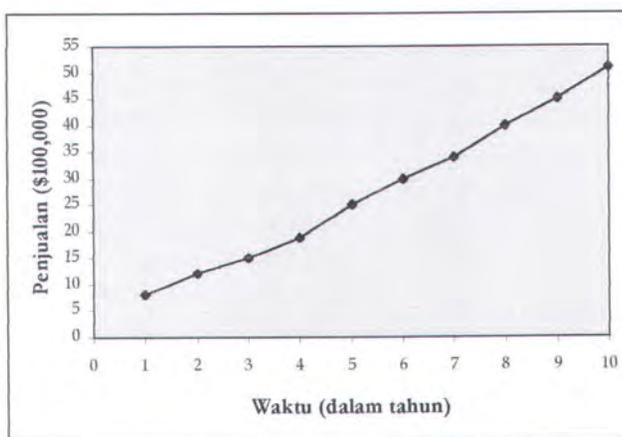
### 3.2.1.1 Data Time Series yang Stasioner

Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa data *time series* memiliki empat komponen penting yaitu *trend*, *seasonal*, *cycle*, dan *error*. Untuk mendapatkan data *time series* yang stasioner maka unsur *trend* yang terkandung dalam data harus dihilangkan. Jika data *time series* yang asli mengandung *trend*, maka ia dapat diubah menjadi series yang stasioner dengan melakukan *differencing* tingkat pertama atau kedua [BOX-94].

*Differencing* tingkat pertama didapatkan dengan mengurangi dua nilai pengamatan yang berdekatan pada data sebenarnya. *Differencing* tingkat pertama ini dapat dinyatakan seperti berikut [GAY-94] :

$$Z_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (3.7)$$

Untuk menjelaskan proses *differencing* ini dapat digunakan suatu contoh data hipotetis penjualan suatu *department store* seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Data Penjualan di Sebuah *Department Store*

Pada gambar 3.1 dapat dilihat bahwa data penjualan *department store* tersebut memiliki *trend* yang cenderung meninggi. Dengan melakukan

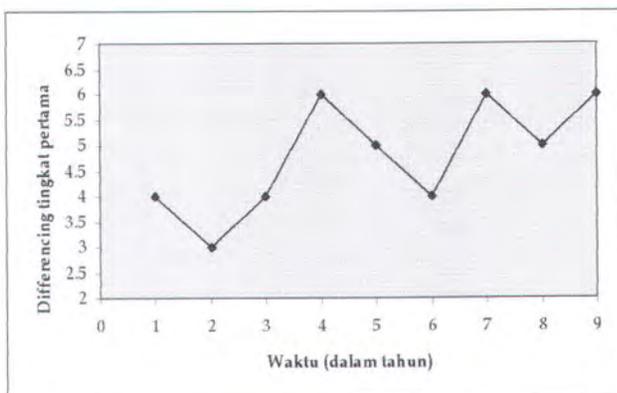
*differencing* tingkat pertama maka didapatkan data *time series* ( $Z_t$ ) seperti pada tabel 3.1, sedangkan grafiknya dapat dilihat pada gambar 3.2.

Tabel 3.1  
Data Hasil *Differencing* Tingkat Pertama

Waktu	$Y_t$	<i>Differencing</i> Tingkat Pertama ( $Y_t - Y_{t-1}$ )	$Z_t$
1	8	-	-
2	12	12 - 8	4 = $Z_2$
3	15	15 - 12	3 = $Z_3$
4	19	19 - 15	4 = $Z_4$
5	25	25 - 19	6 = $Z_5$
6	30	30 - 25	5 = $Z_6$
7	34	34 - 30	4 = $Z_7$
8	40	40 - 34	6 = $Z_8$
9	45	45 - 40	5 = $Z_9$
10	51	51 - 45	6 = $Z_{10}$

Grafik pada gambar 3.2 masih memperlihatkan adanya unsur *trend* pada data. Untuk itu masih harus dilakukan *differencing* tingkat kedua dengan menggunakan persamaan seperti berikut [GAY-94] :

$$Z_t = \Delta^2 Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2}) \quad (3.8)$$

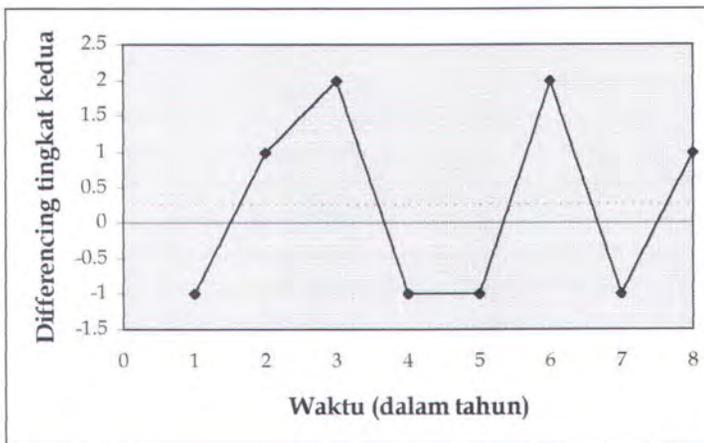


Gambar 3.2 *Differencing* Tingkat Pertama

Tabel 3.2  
Data Hasil *Differencing* Tingkat Kedua

Waktu	$Y_t$	<i>Differencing</i> Tingkat Pertama	<i>Differencing</i> Tingkat Kedua $(Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$	$Z_t$
1	8	–	–	–
2	12	4	–	–
3	15	3	3 – 4	-1 = $Z_3$
4	19	4	4 – 3	1 = $Z_4$
5	25	6	6 – 4	2 = $Z_5$
6	30	5	5 – 6	-1 = $Z_6$
7	34	4	4 – 5	-1 = $Z_7$
8	40	6	6 – 4	2 = $Z_8$
9	45	5	5 – 6	-1 = $Z_9$
10	51	6	6 – 5	1 = $Z_{10}$

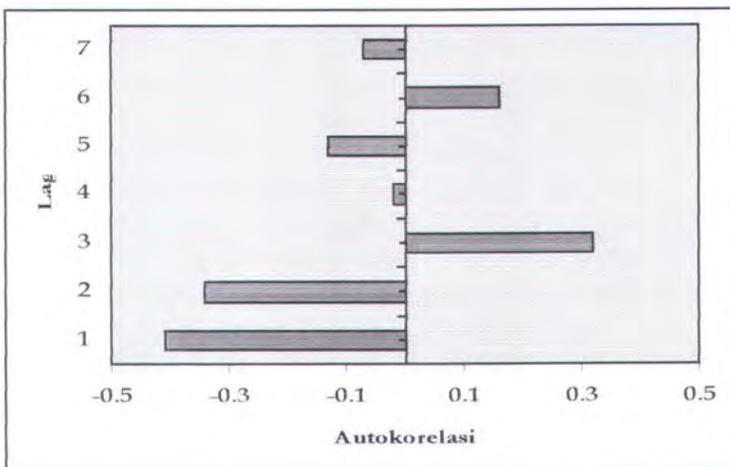
Dengan menggunakan rumus 3.6 terhadap data pada tabel 3.1 didapatkan data hasil *differencing* tingkat kedua seperti yang diperlihatkan pada tabel 3.2 di atas, sedangkan grafik untuk data ini diperlihatkan pada gambar 3.3. Dari gambar 3.3 dapat dilihat bahwa tidak terdapat lagi unsur *trend* pada data, oleh karena itu data dikatakan telah berada dalam keadaan stasioner. Jika data telah stasioner maka  $Z_t = Y_t$ .



Gambar 3.3 *Differencing* Tingkat Kedua

### 3.2.1.2 Penentuan Model

Model Box-Jenkins yang tepat untuk suatu data *time series* dapat ditentukan dengan menganalisis pola fungsi autokorelasi (acf) dan autokorelasi parsial (pacf) data tersebut. Jika fungsi autokorelasi atau autokorelasi parsial data telah dihitung untuk *lag* 1, 2, 3 dan seterusnya, dan hasil ini dinyatakan dalam bentuk grafik (*lag* sebagai sumbu y dan nilai fungsi autokorelasi atau autokorelasi parsial sebagai sumbu x) maka didapatkan suatu *correlogram*. Sifat-sifat *correlogram* acf dan pacf inilah yang dianalisis untuk menentukan model yang tepat untuk data.



Gambar 3.4 Fungsi Autokorelasi pada *Differencing* Tingkat Pertama

Untuk mendapatkan *correlogram* dari fungsi autokorelasi data pada tabel 3.2 di atas dapat digunakan persamaan 2.1 dari bab 2. Sebagai contoh, nilai fungsi autokorelasi untuk *lag* 2 dari data tersebut dihitung sebagai berikut :

$$\bar{z} = \frac{-1+1+2-1-1+2-1+1}{8} = 0.25$$

$$r_2 = \frac{\sum (z_t - \bar{z})(z_{t+2} - \bar{z})}{\sum (z_t - \bar{z})^2}$$

$$= \frac{\sum [(-1-0.25)(2-0.25) + (1-0.25)(-1-0.25) + \dots + (2-0.25)(1-0.25)]}{\sum [(-1-0.25)^2 + (1-0.25)^2 + (2-0.25)^2 + \dots + (1-0.25)^2]}$$

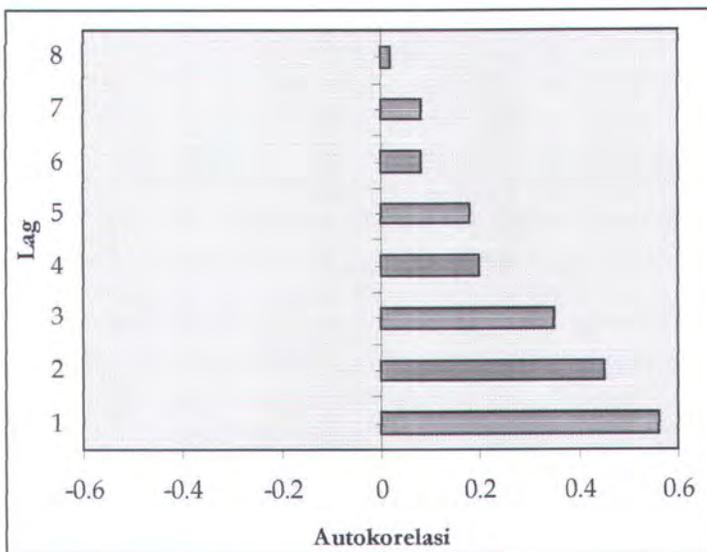
$$= -0.343$$

Nilai-nilai fungsi autokorelasi untuk *lag* lainnya dapat dihitung dengan cara yang sama seperti di atas, namun dengan sedikit perubahan pada pasangan data yang dikalikan. Pada perhitungan di atas perkalian dilakukan pada pasangan data yang terpisah oleh 2 jarak waktu karena *lag* sama dengan 2, sebagai contoh  $Z_3$  dengan  $Z_5$ ,  $Z_4$  dengan  $Z_6$  dan seterusnya. Untuk *lag* lain misalnya *lag* sama dengan 7 maka hanya terdapat satu pasangan data yaitu  $Z_3$  dan  $Z_{10}$  yang digunakan dalam perhitungan. Setelah semua nilai fungsi autokorelasi didapatkan maka *correlogram* data tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4.

Setelah mendapatkan *correlogram* fungsi autokorelasi, langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah menentukan sifat *correlogram* tersebut. Telah dijelaskan pada bab 2 bahwa nilai autokorelasi dari suatu data *time series* yang stasioner biasanya berbeda dari nol hanya untuk beberapa *lag* pertama ( $k \leq 5$ ). Hal ini bisa terjadi dalam beberapa cara, yaitu :

- Nilai autokorelasi untuk semua *lag* sama dengan nol. Ini mengindikasikan bahwa data *time series* tersebut mengandung kesalahan random dan tidak memiliki unsur *trend*.
- Fungsi autokorelasi untuk data tersebut dapat terpotong (*cut off*), artinya hanya koefisien autokorelasi untuk *lag* 1, 2, dan 3 saja yang bernilai besar dan signifikan. Koefisien-koefisien bernilai besar ini disebut sebagai *spikes* dan dikatakan bahwa acf terpotong setelah *lag*  $k$  jika tidak ada lagi *spikes* pada *lag* yang lebih besar dari  $k$ . Gambar 3.4 merupakan satu contoh acf yang terpotong pada *lag* 3.

- Jika acf untuk suatu data *time series* tidak terpotong, tapi berkurang sampai nol dengan cepat dan teratur, maka acfnya dikatakan menghilang (*dying down*) secara cepat. Suatu acf dapat menghilang dengan beberapa cara, yaitu secara eksponensial (*exponential*), sinusoidal (*sin wave*), dan kombinasi antara keduanya. Grafik acf yang menghilang secara eksponensial dapat dilihat pada gambar 3.5, dan secara sinusoidal pada gambar 3.6.



Gambar 3.5 Fungsi Autokorelasi yang Menghilang Secara Eksponensial

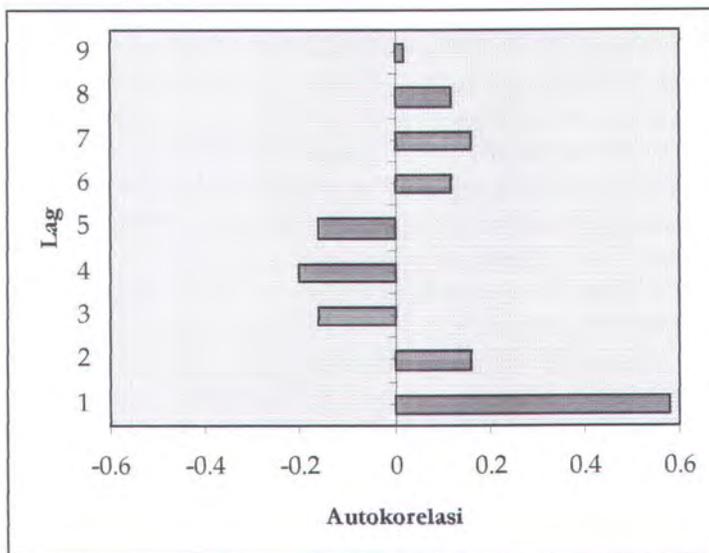
Penentuan model untuk suatu data *time series* tidak hanya bergantung pada fungsi autokorelasi saja, tetapi ditentukan pula oleh sifat dari fungsi autokorelasi parsialnya. Fungsi autokorelasi parsial dapat dihitung dengan rumus 2.2 dan 2.3. Untuk data pada tabel 3.2 dapat dihitung  $r_{3,3}$  (yaitu ukuran hubungan antara  $Z_t$  dan  $Z_{t+3}$  jika pengaruh dari  $Z_{t+1}$  dan  $z_{t+2}$  telah dihilangkan) sebagai berikut :

- Untuk  $k = 3$  dan  $j = 1, 2$ , maka :

$$r_{33} = \frac{r_3 - [(r_{21})(r_2) + (r_{22})(r_1)]}{1 - [(r_{21})(r_1) + (r_{22})(r_2)]} \quad (3.9)$$

- Untuk  $k = 2$  dan  $j = 1$ , maka :

$$r_{21} = r_{11} - (r_{22})(r_{11}) \quad (3.10)$$



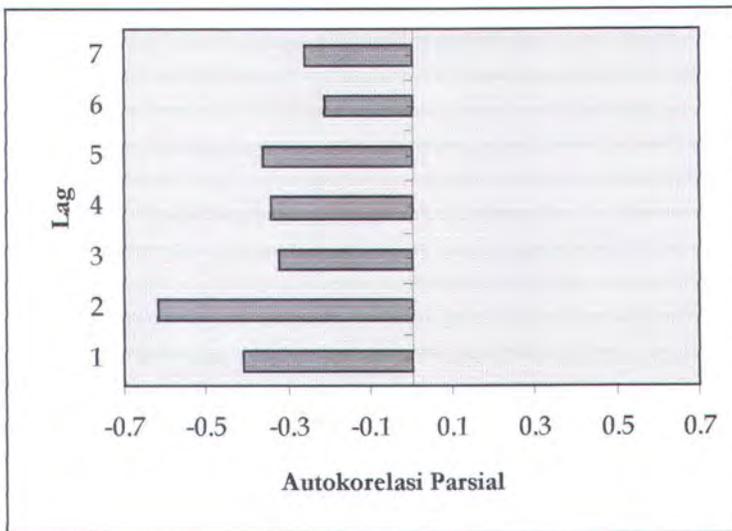
Gambar 3.6 Fungsi Autokorelasi yang Menghilang Secara Sinusoidal

Dari pembahasan sebelumnya didapatkan  $r_1 = -0.412$ ,  $r_2 = -0.343$ , dan  $r_3 = 0.319$  dan dengan cara yang sama seperti di atas  $r_{22}$  dapat dihitung dan didapatkan hasil  $-0.617$  serta  $r_{11} = r_1 = -0.412$ . Dengan mensubstitusikan nilai-nilai di atas pada persamaan 3.9 dan 3.10 didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} r_{21} &= -0.412 - (-0.617)(-0.412) = -0.666 \\ r_{33} &= \frac{0.319 - [(-0.666)(-0.343) + (-0.617)(-0.412)]}{1 - [(-0.666)(-0.412) + (-0.617)(-0.343)]} \\ &= \frac{-0.1636}{0.51398} \\ &= -0.318 \end{aligned}$$

*Correlogram* dari fungsi autokorelasi parsial untuk data penjualan *department store* dapat dilihat pada gambar 3.7.

Pola-pola yang diperlihatkan oleh fungsi autokorelasi parsial sama seperti pola fungsi autorelasi. Pacf terpotong, biasanya setelah *lag* 1 atau 2, dan dapat menghilang secara cepat dan teratur. Pola pacf yang menghilang ini dapat diklasifikasikan menjadi eksponensial, sinusoidal, dan kombinasi keduanya.



Gambar 3.7 Fungsi Autokorelasi Parsial *Differencing* Tingkat Kedua

Setelah *correlogram* dari fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial dari data didapatkan, maka pemilihan model yang tepat dapat dilakukan dengan melihat sifat-sifat acf dan pacf. Secara teori, jika acf memiliki pola terpotong dan pacfnya menghilang, maka model yang tepat untuk data tersebut adalah *moving average*. Tetapi, jika acfnya menghilang dan pacfnya terpotong maka, hal ini mengindikasikan model *autoregressive*. Jika baik acf dan pacf memiliki pola menghilang maka model yang tepat adalah ARIMA. Sifat-sifat acf dan pacf untuk model Box-Jenkins dapat dilihat pada tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Sifat-sifat ACF dan PACF untuk Model ARIMA

Fungsi Autokorelasi	Fungsi Parsial Autokorelasi	Jenis Model
Terpotong setelah <i>lag q</i>	Menghilang secara eksponensial atau sinusoidal	MA dengan tingkat <i>q</i>
Menghilang secara eksponensial atau sinusoidal	Terpotong setelah <i>lag p</i>	AR dengan tingkat <i>p</i>
Menghilang secara eksponensial atau sinusoidal	Menghilang secara eksponensial atau sinusoidal	ARIMA dengan tingkat <i>p</i> dan <i>q</i>

### 3.2.2 Estimasi Parameter

Pada tahap estimasi, nilai parameter-parameter pada model yang didapat dari tahap identifikasi harus dipilih berdasarkan beberapa kriteria. Box dan Jenkins [BOX-94] lebih memilih estimasi yang dilakukan berdasarkan kriteria *maximum likelihood* (ML), karena hasil estimasi dengan kriteria ini memiliki beberapa sifat statistik yang lebih disukai ahli statistik. Namun, untuk mendapatkan estimasi ML yang tepat untuk suatu model Box-Jenkins memerlukan waktu yang relatif lama. Untuk mengatasi hal ini maka Box dan Jenkins [BOX-94] menganjurkan untuk melakukan estimasi dengan menggunakan kriteria *least squares* (LS).

Kriteria LS mengacu kepada estimasi parameter-parameter yang memiliki nilai *sum of squared* (SSR) terkecil dari unsur sisa (*residual*). Untuk menjelaskan ide ini maka akan dijelaskan terlebih dahulu mengenai definisi *residual* dan proses pencarian SSR. Terakhir akan dijelaskan cara mencari SSR yang paling minimum dengan menggunakan metode Marquardt.

#### 3.2.2.1 Definisi Residual dan Pencarian SSR

Sebelum definisi *residual* dijelaskan maka pertama perlu diterangkan terlebih dahulu beberapa konsep dasar yang terkait. Untuk lebih jelasnya maka

akan digunakan model AR(1) sebagai ilustrasi, tapi konsep yang sama dapat diterapkan untuk estimasi semua model Box-Jenkins. Model AR(1) yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Z_t = \mu(1 - \phi_1) + \phi_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

dimana  $\mu(1 - \phi)$  adalah konstanta.

Jika parameter-parameter ( $\mu$  dan  $\phi$ ) diketahui dan waktu sekarang adalah  $t - 1$ , maka  $Z_t$  dapat diprediksi dengan menggunakan variabel-variabel yang terletak di sebelah kanan tanda sama dengan persamaan 3.11. Jika kesalahan (*error*)  $\varepsilon_t$  diberikan nilai yang diperkirakan (*expected value*) yaitu nol, maka dapat dihitung  $\hat{Z}_t$  yang merupakan nilai hitung dari  $Z_t$  sebagai berikut :

$$\hat{Z}_t = \mu(1 - \phi_1) + \phi_1 Z_{t-1} \quad (3.12)$$

Kemudian pada periode  $t$  nilai  $Z_t$  dapat diamati. Dengan demikian, nilai  $\varepsilon_t$  dapat dihitung dengan mengurangi persamaan 3.11 dengan persamaan 3.12. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

$$Z_t - \hat{Z}_t = \varepsilon_t \quad (3.13)$$

Sejauh ini diasumsikan bahwa parameter-parameter  $\mu$  dan  $\phi$  telah diketahui. Pada kenyataannya parameter-parameter itu seringkali tidak diketahui dan harus diestimasi dari data yang ada. Jika  $\hat{\mu}$  dan  $\hat{\phi}$  merupakan estimasi dari  $\mu$  dan  $\phi$ , maka persamaan 3.12 dapat diubah menjadi :

$$\hat{Z}_t = \hat{\mu}(1 - \hat{\phi}_1) + \hat{\phi}_1 Z_{t-1} \quad (3.14)$$

Jika  $\hat{Z}_t$  dihitung dengan menggunakan estimasi dari parameter-parameter, tidak menggunakan parameter yang telah diketahui sebelumnya, maka persamaan

3.11 tidak menghasilkan nilai kesalahan yang sebenarnya. Nilai yang didapat merupakan estimasi dari kesalahan  $\varepsilon_t$ , yaitu  $\hat{\varepsilon}_t$ , yang disebut sebagai *residual* :

$$Z_t - \hat{Z}_t = \hat{\varepsilon}_t \quad (3.15)$$

Persamaan 3.15 di atas adalah definisi *residual* untuk semua model Box-Jenkins.

Pada umumnya,  $\hat{Z}_t$  tergantung pada  $\hat{\mu}$  dan estimasi koefisien-koefisien AR atau MA.

Uraian di atas telah menjelaskan pengertian dari *residual*, berikut akan dijelaskan bagaimana cara mendapatkan SSR dari *residual*. Tabel 3.4 memperlihatkan cara penghitungan SSR. Data hasil pengamatan terletak pada kolom kedua dari tabel. Diasumsikan bahwa model AR(1) telah diidentifikasi untuk memodelkan data tersebut. Karena model AR(1) seperti pada persamaan 3.11 memiliki dua parameter yang tidak diketahui ( $\mu$  dan  $\phi$ ), maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari estimasi dari kedua parameter tersebut.

Tabel 3.4 Sum of Squared dari *Residual* untuk AR(1) dengan  $\hat{\phi} = 0.5$

$t$	$Z_t$	$\tilde{Z}_t = Z_t - \bar{Z}$	$\hat{\tilde{Z}}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1}$	$\hat{\varepsilon}_t = Z_t - \hat{\tilde{Z}}_t$	$\hat{\varepsilon}_t^2$
0	-	-	-	-	-
1	80	20	-	-	-
2	60	0	10	-10	100
3	30	-30	0	-30	900
4	40	-20	-15	-5	25
5	70	10	-10	20	400
6	80	20	5	15	225
	$\bar{Z} = 60$	$\sum \tilde{Z}_t = 0$			$\sum \hat{\varepsilon}_t^2 = 1650$

Dengan jumlah data yang besar maka rata-rata  $\bar{Z}$  dapat digunakan sebagai estimasi pertama dari  $\mu$ , setelah itu koefisien AR dapat diestimasi. Kolom kedua pada tabel menyatakan data sebagai penyimpangan dari rata-rata

yaitu  $\tilde{Z}_t = Z_t - \bar{Z}$ . Karena penjumlahan data pada kolom ketiga sama dengan nol, maka rata-rata data juga sama dengan nol. Dengan demikian persamaan 3.11 dapat ditulis ulang dengan nilai konstanta sama dengan nol seperti berikut :

$$\tilde{Z}_t = \phi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

Langkah yang dilakukan selanjutnya adalah mencari suatu set *residual* dengan model di atas. Jika  $\phi_1$  diganti dengan nilai estimasinya yaitu  $\hat{\phi}_1$  dan  $\varepsilon_t$  diberikan nilai nol, maka didapatkan suatu estimasi dari  $\tilde{Z}$  sebagai berikut :

$$\hat{\tilde{Z}}_t = \hat{\phi}_1 \tilde{Z}_{t-1} \quad (3.17)$$

Jika persamaan 3.16 dikurangi dengan persamaan 3.17 maka didapatkan persamaan untuk *residual* (kolom 5 pada tabel 3.4) sebagai berikut :

$$\hat{\varepsilon}_t = \tilde{Z}_t - \hat{\tilde{Z}}_t \quad (3.18)$$

dimana  $\tilde{Z}_t$  merupakan hasil pengamatan (kolom 3 pada tabel 3.4) dan  $\hat{\tilde{Z}}_t$  dihitung menggunakan  $\hat{\phi}_1$  (kolom 4 pada tabel 3.4). Jika 0,5 digunakan sebagai nilai awal dari  $\hat{\phi}_1$ , maka  $\hat{\tilde{Z}}_t$  dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{\tilde{Z}}_2 &= \hat{\phi}_1 \tilde{Z}_1 = (0,5)(20) = 10 \\ \hat{\tilde{Z}}_3 &= \hat{\phi}_1 \tilde{Z}_2 = (0,5)(0) = 0 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \end{aligned}$$

Kolom 5 dari tabel 3.4 menunjukkan *residual* yang dihitung menggunakan persamaan 3.18 :

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_2 &= \tilde{Z}_2 - \hat{\tilde{Z}}_2 = 0 - 10 = -10 \\ \hat{\varepsilon}_3 &= \tilde{Z}_3 - \hat{\tilde{Z}}_3 = -30 - 0 = -30 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \end{aligned}$$

Kolom 6 adalah hasil kuadrat dari  $\hat{\varepsilon}_i$  :

$$\begin{aligned}\hat{\varepsilon}_2^2 &= (-10)^2 = 100 \\ \hat{\varepsilon}_3^2 &= (-30)^2 = 300 \\ &\vdots \\ &\vdots\end{aligned}$$

Dengan menjumlahkan semua nilai pada kolom 6 maka didapatkan SSR dari *residual*  $\sum \hat{\varepsilon}_i^2 = 1650$ . SSR ini didapat dengan menggunakan estimasi  $\hat{\mu} = 60$  dan  $\hat{\phi}_1 = 0.5$ , jika digunakan estimasi yang berbeda maka akan didapatkan SSR yang berbeda pula. Untuk mendapatkan estimasi yang memenuhi kriteria LS maka harus dicari pasangan nilai  $\hat{\mu}$  dan  $\hat{\phi}_1$  yang menghasilkan nilai SSR paling kecil.

### 3.2.2.2 Pencarian SSR Minimum

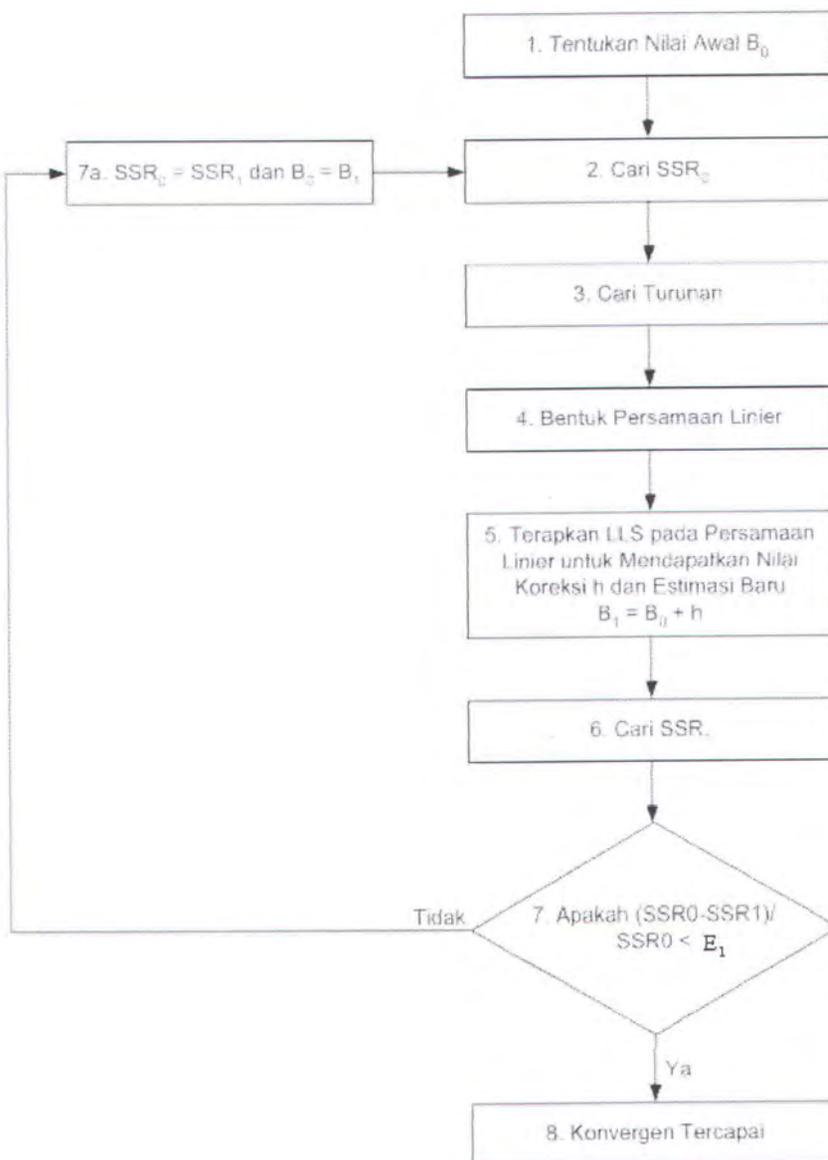
Untuk melakukan estimasi terhadap parameter terdapat dua metode yang sering digunakan oleh para ahli statistik. Metode pertama adalah *Gauss-Newton Linearization*. Keunggulan menggunakan metode ini adalah kondisi konvergensi dapat dicapai dengan cepat menuju estimasi *least squares*, namun kelemahannya adalah metode ini mungkin tidak menghasilkan kondisi konvergensi sama sekali. Metode kedua adalah metode *Gradient*. Keunggulan dari metode ini adalah kondisi konvergensi pasti tercapai, namun kelemahannya adalah kondisi konvergensi itu dicapai dengan sangat lambat.

Donald W. Marquardt [MAR-63] mencoba menggabungkan keunggulan kedua metode di atas menjadi satu metode yang disebut metode Marquardt. Metode ini tidak saja mencapai kondisi konvergensi menuju estimasi *least squares*, tapi waktu yang diperlukan juga relatif singkat. Gambar 3.8

memperlihatkan diagram alir dari metode Marquardt ini. Dalam menjelaskan metode ini digunakan model MA(1) sebagai contoh. Model MA(1) yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Z_t = \hat{\mu} + \hat{\varepsilon}_t - \hat{\theta}_1 \hat{\varepsilon}_{t-1} \quad (3.19)$$

dimana tanda " $\hat{\phantom{x}}$ " menyatakan nilai estimasi.



Gambar 3.8 Diagram Alir Pencarian SSR Terkecil dengan Metode Marquardt

Data yang digunakan adalah sebagai berikut (diasumsikan stasioner) :

$t$	$z_t$
1	4
2	-5
3	3
4	2
5	-6
6	5
7	-2
8	-1

Nilai rata-rata  $\bar{Z}$  digunakan sebagai nilai estimasi awal dari  $\mu$ . Untuk data di atas  $\bar{Z} = 0$ . Setelah menentukan nilai awal  $\mu$  dengan  $\bar{Z}$ , maka elemen ini dapat dihilangkan sementara dari data dengan mengekspresikan data dalam bentuk penyimpangan dari rata-rata yaitu  $\tilde{Z}_t = Z - \bar{Z}$ . Pada kasus di atas nilai  $\tilde{Z}_t = Z$  karena  $\bar{Z} = 0$ . Dari persamaan 3.19, dengan memberikan nilai nol kepada  $\hat{\mu}$  maka nilai  $\hat{\varepsilon}_t$  dapat dihitung sebagai berikut :

$$\hat{\varepsilon}_t = Z_t + \hat{\theta}_1 \hat{\varepsilon}_{t-1} \quad (3.20)$$

Persamaan 3.20 tidak dapat digunakan langsung untuk mendapatkan estimasi LS untuk  $\theta_1$  dengan meminimalkan  $SSR = \hat{\varepsilon}_t^2$  karena nilai  $\hat{\varepsilon}_{t-1}$  tidak diketahui jika  $\hat{\theta}_1$  belum diketahui. Oleh karena itu diperlukan suatu proses pencarian iteratif untuk menemukan nilai  $\hat{\theta}_1$  yang menghasilkan nilai SSR paling minimum. Proses pencarian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode Marquardt.

Langkah pertama pada metode Marquardt adalah memberikan nilai awal untuk vektor  $B_0$ . Vektor  $B_0$  berisi koefisien-koefisien yang akan diestimasi. Pada contoh yang digunakan vektor  $B_0$  hanyalah sebuah vektor 1x1 yang berisi  $\hat{\theta}_1$  yang merupakan estimasi awal dari  $\theta_1$ . Untuk sementara estimasi awal dari  $\theta_1$

ditulis sebagai  $\hat{\theta}_{1,0}$ . Pada umumnya nilai awal untuk koefisien yang diestimasi adalah 0,1.

Tabel 3.5 Penghitungan Sum of Squared untuk *Residual* ( $SSR_0$ )

$t$	$Z_t$	$\hat{\varepsilon}_{t-1,0}$	$\hat{Z}_{t,0} = -\hat{\theta}_{1,0}\hat{\varepsilon}_{t-1,0}$	$\hat{\varepsilon}_{t,0} = Z_t - \hat{Z}_{t,0}$	$\hat{\varepsilon}_{t,0}^2$
1	4	0	0	4,0000	16,0000
2	-5	4,0000	-0,4000	-4,6000	21,1600
3	3	-4,6000	0,4600	2,5400	6,4516
4	2	2,5400	-0,2540	2,2540	5,0805
5	-6	2,2540	-0,2254	-5,7746	33,3460
6	5	-5,7746	0,5775	4,4225	19,5585
7	-2	4,4223	-0,4422	-1,5578	2,4267
8	-1	-1,5578	0,1558	-1,1558	1,3359
					$\sum \hat{\varepsilon}_{t,0}^2 = 105,3592$

Setelah nilai awal untuk koefisien yang akan diestimasi ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah mencari suatu set *residual*  $\hat{\varepsilon}_{t,0}$  dan nilai  $SSR_0 = \sum \hat{\varepsilon}_{t,0}^2$  dengan menggunakan nilai awal tersebut. Tabel 3.5 menunjukkan bagaimana pencarian *residual* dan  $SSR_0$  dilakukan dengan menggunakan estimasi awal  $\hat{\theta}_{1,0} = 0,1$ . Perlu diingat bahwa pengertian *residual*  $\hat{\varepsilon}_t$  adalah perbedaan antara nilai  $Z_t$  hasil pengamatan dengan nilai  $\hat{Z}_t$  hasil penghitungan. Pada contoh yang digunakan, elemen-elemen  $\hat{Z}_t$  dan  $\hat{\varepsilon}_t$  tergantung pada nilai  $\hat{\theta}_{1,0}$  maka *residual* dapat dicari sebagai berikut :

$$\hat{\varepsilon}_{t,0} = Z_t - \hat{Z}_{t,0} \quad (3.21)$$

Nilai-nilai *residual* yang dihitung berdasarkan persamaan 3.21 dapat dilihat pada kolom 5 tabel 3.5. Nilai hitung untuk  $\hat{Z}_{t,0}$  didapat dengan menggunakan persamaan 3.19 dengan memberikan nilai  $\hat{\mu} = \bar{Z} = 0$  dan  $\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1,0}$ , serta  $\hat{\varepsilon}_{t,0}$  dianggap nol, sehingga persamaannya menjadi :

$$\hat{Z}_{t,0} = -\hat{\theta}_{1,0} \hat{\varepsilon}_{t-1,0} \quad (3.22)$$

Nilai-nilai  $\hat{Z}_{t,0}$  yang dihitung dengan persamaan di atas dapat dilihat pada kolom 4 tabel 3.5. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut : pertama, ketika  $t = 1$  dan dari persamaan 3.21 nilai  $\hat{\varepsilon}_{0,0}$  tidak dapat dihitung karena nilai  $Z_0$  tidak diketahui. Oleh karena itu  $\hat{\varepsilon}_{0,0}$  dianggap nol, dan nilai ini dimasukkan ke tabel 3.5 kolom 3 baris 1. Dari persamaan 3.22, nilai  $\hat{\varepsilon}_{0,0}$  dapat digunakan untuk mencari nilai  $\hat{Z}_{1,0}$  :

$$\begin{aligned} \hat{Z}_{1,0} &= -\hat{\theta}_{1,0} \hat{\varepsilon}_{0,0} \\ &= (-0,1)(0) = 0 \end{aligned}$$

Nilai ini dimasukkan ke kolom 4 baris  $t = 1$ . Kemudian dengan persamaan 3.21 dicari nilai  $\hat{\varepsilon}_{1,0}$  :

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_{1,0} &= Z_1 - \hat{Z}_{1,0} \\ &= 4 - 0 = 4 \end{aligned}$$

dan dimasukkan ke kolom 5 baris  $t = 1$ . Kemudian untuk setiap *residual* dicari pangkat duanya. Untuk  $t = 1$  maka  $\hat{\varepsilon}_{1,0}^2 = (4)^2 = 16$ , nilai ini dimasukkan ke dalam kolom 6 baris  $t = 1$ .

Untuk  $t = 2$ , nilai kolom 3 telah diketahui yaitu  $\hat{\varepsilon}_{t-1,0} = \hat{\varepsilon}_{1,0} = 4$ . Kemudian dengan menggunakan kembali persamaan 3.22 nilai kolom 4 dapat dicari :

$$\begin{aligned} \hat{Z}_{2,0} &= -\hat{\theta}_{1,0} \hat{\varepsilon}_{1,0} \\ &= (-0,1)(4) \\ &= 4 \end{aligned}$$

Dengan persamaan 3.21 nilai untuk kolom 5 didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\hat{\varepsilon}_{2,0} &= Z_2 - \hat{Z}_{2,0} \\ &= -5 - (-0,4) \\ &= -4,6\end{aligned}$$

Nilai ini kemudian dipangkatduakan menghasilkan 21,16 dan dimasukkan ke kolom 6. Untuk  $t = 3$  dan seterusnya langkah-langkah yang dilakukan sama seperti di atas. Hasil akhir dari proses ini adalah nilai  $SSR_0 = 105.3592$ .

Langkah ketiga dari metode Marquardt adalah mencari nilai baru untuk  $\hat{\theta}_1$ , ditulis sebagai  $\hat{\theta}_{1,1}$  yang memberikan nilai SSR lebih kecil dari  $SSR_0$ . Untuk memecahkan permasalahan ini dapat digunakan aproksimasi linier deret Taylor.

Aproksimasi linier deret Taylor digunakan untuk menyelesaikan suatu fungsi nonlinear dengan pendekatan fungsi linier [PAN-83]. Misalkan terdapat suatu fungsi  $y = f(x)$ , dengan menggunakan deret Taylor maka nilai  $y$  di sekitar  $x_0$  dapat dicari sebagai berikut :

$$y = f(x_0) - (x_1 - x_0) \left( -\frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{x=x_0} \right) - \frac{(x_1 - x_0)^2}{2} \left( -\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \Big|_{x=x_0} \right) - \dots - \quad (3.23)$$

Dua suku pertama dari persamaan di atas disebut sebagai aproksimasi linier (di sekitar  $x_0$ ) terhadap fungsi nonlinear  $y = f(x)$ . Dengan menggunakan pendekatan tersebut di atas terhadap persamaan 3.20 didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\hat{\varepsilon}_t = \hat{\varepsilon}_{t,0} - (\hat{\theta}_{1,1} - \hat{\theta}_{1,0}) \left( -\frac{\partial \hat{\varepsilon}_t}{\partial \hat{\theta}_1} \Big|_{\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1,0}} \right) \quad (3.24)$$

Persamaan 3.24 dapat ditulis ulang dalam bentuk  $\hat{\varepsilon}_{t,0}$  sebagai berikut :

$$\hat{\varepsilon}_{t,0} = (\hat{\theta}_{1,1} - \hat{\theta}_{1,0}) \left( -\frac{\partial \hat{\varepsilon}_t}{\partial \hat{\theta}_1} \Big|_{\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1,0}} \right) + \hat{\varepsilon}_t \quad (3.25)$$

Pembentukan relasi linier ini merupakan langkah keempat dalam metode Marquardt. Persamaan 3.25 dapat diestimasi menggunakan metode *linear least squares* (LLS).  $\hat{\varepsilon}_{t,0}$  dianggap sebagai variabel terikat (*dependent variable*). Bagian  $(\hat{\theta}_{1,1} - \hat{\theta}_{1,0})$  adalah koefisien yang nilainya akan diestimasi menggunakan LLS.  $\hat{\varepsilon}_t$  adalah suatu set *residual* yang nilai SSR-nya akan diminimalkan menggunakan LLS. Nilai negatif dari turunan  $\hat{\varepsilon}_t$ , yaitu  $\left(-\frac{\partial \hat{\varepsilon}_t}{\partial \hat{\theta}_1} \Big|_{\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1,0}}\right)$ , dapat dianggap sebagai variabel bebas (*independent variable*) pada relasi linier ini. Pada prakteknya, nilai turunan pada persamaan 3.25 didapat dari data yang ada. Jika nilai  $\hat{\theta}_1$  ditingkatkan sedikit dari  $\hat{\theta}_{1,0} = 0,1$  menjadi  $\hat{\theta}_{1,0}^* = 0,11$  maka akan didapatkan suatu set *residual* baru yaitu  $\hat{\varepsilon}_{t,0}^*$ . Maka set turunan yang diperlukan merupakan perbedaan antara kedua *residual* :

$$\left(\frac{\partial \hat{\varepsilon}_t}{\partial \hat{\theta}_1} \Big|_{\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1,0} = 0,1}\right) = \hat{\varepsilon}_{t,0} - \hat{\varepsilon}_{t,0}^* \quad (3.26)$$

Penghitungan *residual*  $\hat{\varepsilon}_{t,0}^*$  dapat dilihat pada tabel 3.6. Nilai-nilai pada kolom 1 pada tabel 3.6 adalah sama dengan nilai-nilai pada kolom 1 tabel 3.5. Nilai-nilai pada kolom 3, 4, dan 5 didapat dengan cara yang sama seperti pada kolom 3, 4, dan 5 tabel 3.5. Perbedaannya adalah koefisien yang digunakan pada tabel 3.4 adalah 0,1 sedangkan pada tabel 3.5 adalah 0,11. Kolom 6 pada tabel 3.5 adalah set turunan yang diperlukan pada persamaan 3.22. Kolom 6 adalah selisih antara *residual* pada kolom 5 tabel 3.4 dengan *residual* pada kolom 5 tabel 3.5. Nilai-nilai ini adalah variabel bebas dari persamaan 3.25.

Tabel 3.6 Penghitungan *Residual*  $\hat{\varepsilon}_{t,0}^*$ 

$t$	$Z_t$	$\hat{\varepsilon}_{t-1,0}^*$	$\hat{Z}_t = -\hat{\theta}_{1,0}^* \hat{\varepsilon}_{t-1,0}^*$	$\hat{\varepsilon}_{t,0}^* = Z_t - \hat{Z}_t$	$\hat{\varepsilon}_{t,0} - \hat{\varepsilon}_{t,0}^*$
1	4	0	0	4,0000	0
2	-5	4,0000	-0,4400	-4,5600	-0,0400
3	3	-4,5600	0,5016	2,4984	0,0416
4	2	2,4984	-0,2748	2,2748	-0,0208
5	-6	2,2748	-0,2502	-5,7498	-0,0248
6	5	-5,7498	0,6325	4,3675	0,0550
7	-2	4,3675	-0,4804	-1,5196	-0,0382
8	-1	-1,5196	0,1672	-1,1672	0,0114

Langkah kelima dalam metode Marquardt adalah mencari nilai estimasi yang baru. Koefisien  $(\hat{\theta}_{1,1} - \hat{\theta}_{1,0})$  dapat diestimasi dengan menerapkan LLS terhadap persamaan 3.25. Nilai-nilai  $\hat{\varepsilon}_{t,0}$  pada kolom 5 tabel 3.4 digunakan sebagai variabel terikat, dan nilai-nilai turunan pada kolom 6 tabel 3.5 sebagai variabel bebas. Hasil dari LLS adalah merupakan koreksi dari  $\hat{\theta}_1$  ( $h = \hat{\theta}_{1,1} - \hat{\theta}_{1,0}$ ). Dengan demikian  $\hat{\theta}_{1,1}$  dapat dicari dengan mudah yaitu  $\hat{\theta}_{1,1} = h + \hat{\theta}_{1,0}$ . Untuk contoh yang diberikan hasil koreksi adalah 0,7263 sehingga  $\hat{\theta}_{1,1} = 0,7263 + 0,1 = 0,8263$ .

Pada langkah keenam dihitung SSR yang baru ( $SSR_1$ ) dengan menggunakan  $\hat{\theta}_{1,1} = 0,8263$ . Hal ini dilakukan untuk menguji apakah  $SSR_1 < SSR_0$ . Jika  $SSR_1 < SSR_0$  maka  $\hat{\theta}_{1,1} = 0,8263$  merupakan estimasi yang lebih baik daripada  $\hat{\theta}_{1,0} = 0,10$ . Dengan menggunakan prosedur yang sama dengan langkah kedua didapatkan  $SSR_1 = 49,5623$ . Nilai ini lebih kecil daripada  $SSR_0$  yang 105,3592, jadi disimpulkan bahwa  $\hat{\theta}_{1,1}$  merupakan estimasi yang lebih baik untuk  $\theta_1$ .

Jika  $SSR_1 < SSR_0$  maka langkah selanjutnya adalah menguji apakah nilai SSR yang paling minimum telah dicapai. Cara yang dilakukan untuk menguji hal ini adalah dengan melihat apakah nilai  $(SSR_0 - SSR_1)/SSR_0$  lebih kecil dari suatu nilai  $E_1$  yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada umumnya nilai yang digunakan adalah 10-3. Jika kondisi ini dipenuhi maka konvergen telah dicapai.

Langkah 7a dilakukan jika kondisi di atas tidak terpenuhi. Pada langkah ini nilai  $\hat{\theta}_{1,0}$  diganti dengan nilai  $\hat{\theta}_{1,1}$  dan  $SSR_0$  diganti dengan  $SSR_1$ . Setelah itu nilai turunan kembali dicari, persamaan linier baru dibentuk, dan nilai koreksi baru didapat. Hal ini dilakukan terus menerus sampai kondisi konvergen terpenuhi.

### 3.2.3 Pengecekan Diagnostik

Pengecekan diagnostik dilakukan untuk memastikan bahwa model yang diidentifikasi adalah model yang sesuai untuk data. Untuk itu maka perlu dilakukan beberapa tes terhadap model tersebut. Model yang sesuai harus memenuhi kondisi-kondisi seperti berikut :

- Proses iteratif harus konvergen, artinya proses iteratif berhenti ketika tidak ada lagi estimasi parameter yang menghasilkan SSR yang lebih kecil.
- Kondisi *invertibility* dan atau *stationarity* harus dipenuhi. Kondisi *invertibility* menyatakan bahwa jumlah koefisien-koefisien model *moving average* harus lebih kecil dari 1, sedangkan kondisi *stationarity* menyatakan bahwa jumlah koefisien-koefisien model *autoregressive* haruslah lebih kecil dari 1.

- Kesalahan peramalan harus random. Untuk melihat apakah kesalahan peramalan random dapat digunakan tiga cara yaitu analisis *residual* dengan melihat fungsi autokorelasi dari kesalahan peramalan, kedua dengan menggunakan *q-statistic* dan terakhir dengan uji t-test. Cara pertama dilakukan dengan menganalisis masing-masing fungsi autokorelasi dari data, sedangkan cara kedua dengan melakukan analisis terhadap fungsi autokorelasi data secara keseluruhan. Uji t-test digunakan untuk menguji hipotesis apakah semua fungsi autorelasi adalah sama dengan nol atau tidak.

Beberapa tes yang harus dilakukan terhadap model yang didapat seperti yang telah dijelaskan di atas adalah analisis *residual* dengan *acf* dan *q-statistic*, uji t-test terhadap *residual*. Berikut akan dijelaskan lebih detail mengenai rangkaian tes yang harus dilakukan.

### 3.2.3.1 Analisis Residual

Salah satu cara terbaik untuk menguji model yang telah didapat adalah dengan analisis *residual*. *Residual* adalah perbedaan antara nilai data yang sebenarnya dengan nilai hasil peramalan ( $Y_t - \hat{Y}_t$ ). Jika *residual* menunjukkan kesalahan random, maka autokorelasi dan autokorelasi parsial yang dihitung menggunakan *residual* tersebut haruslah secara statistik sama dengan nol. Jika tidak, ini merupakan indikasi bahwa model tidak sesuai untuk data yang dimiliki.

Pada penjelasan di atas, analisis *residual* dilakukan terhadap koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsial dengan melihat setiap *lag* secara individual. Selain analisis *residual* dengan cara tersebut, dapat dilakukan uji *q-statistic* dimana koefisien-koefisien autokorelasi dilihat sebagai satu kesatuan. Jika hasil

$q$ -statistic ini kecil maka hal ini mengindikasikan terjadinya kesalahan random, dan dapat disimpulkan bahwa model sesuai untuk data.

### 3.2.3.2 Uji T-Test

Uji t-test dilakukan terhadap fungsi autokorelasi dari kesalahan peramalan. Untuk melakukan uji t-test terhadap kesalahan peramalan digunakan persamaan seperti berikut [PAN-83] :

$$t = \frac{r_k(\hat{a})}{s[r_k(\hat{a})]} \quad (3.27)$$

$$s[r_k(\hat{a})] = \left( 1 + 2 \sum_{j=1}^{k-1} r_j(\hat{a})^2 \right)^{1/2} n^{-1/2} \quad (3.28)$$

Uji t-test dilakukan untuk menguji hipotesis apakah semua fungsi autokorelasi adalah sama dengan nol. Dengan menggunakan nilai  $\alpha = 0,5$  maka semua fungsi autokorelasi harus memiliki nilai t-test lebih kecil dari 2. Jika terdapat satu saja fungsi autokorelasi dengan nilai t-test lebih besar dari 2 maka hipotesis ditolak. Hal ini berarti bahwa kesalahan peramalan adalah tidak random atau memiliki korelasi sehingga model yang telah didapat kurang sesuai.

### 3.2.4 Peramalan

Setelah model terbaik diidentifikasi, maka peramalan ke depan dapat dilakukan. Karena model dihitung berdasarkan data *time series* yang stasioner, melalui proses *differencing*, maka model harus diubah ke dalam bentuk data aslinya. Sebagai contoh, suatu data *time series* dimodelkan dengan AR(2) pada *differencing* tingkat pertama, maka model untuk data tersebut adalah seperti berikut :

$$\hat{Z}_t = 1.5647 - 0.4887Z_{t-1} - 0.4763Z_{t-2} \quad (3.29)$$

$$\hat{Z}_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (3.30)$$

Dengan mensubstitusi persamaan 3.30 ke dalam persamaan 3.29 maka didapatkan :

$$Y_t - Y_{t-1} = 1.5647 - 0.4887(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.4763(Y_{t-2} - Y_{t-3}) \quad (3.31)$$

Dengan menyelesaikan persamaan 3.31 dalam bentuk  $Y_t$ , didapatkan hasil seperti berikut :

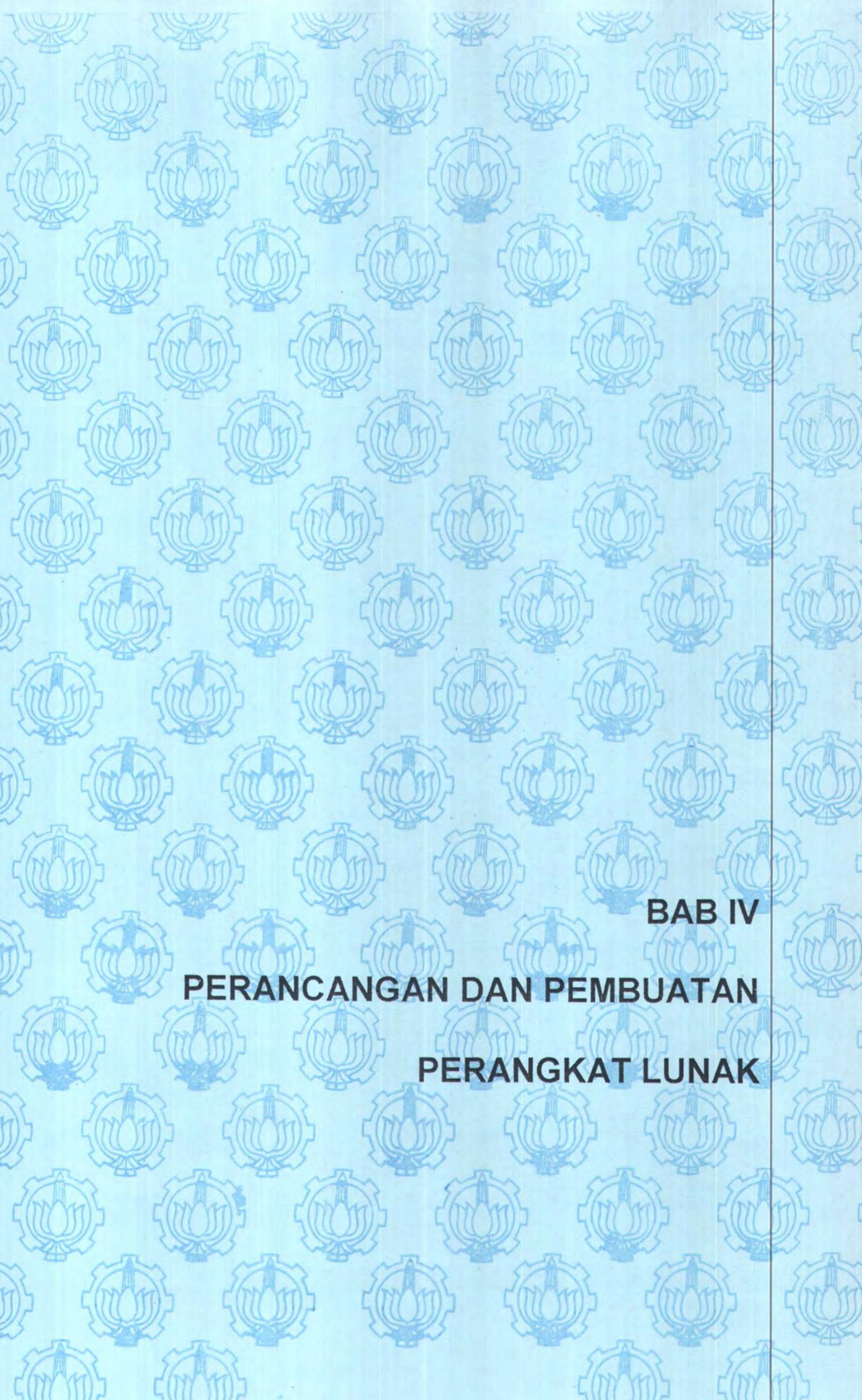
$$\hat{Y}_t = 1.5647 + 0.5113Y_{t-1} + 0.0124Y_{t-2} + 0.4763Y_{t-3} \quad (3.32)$$

Jika diinginkan untuk melakukan peramalan pada  $t = 61$ , maka persamaan 3.32 menjadi :

$$\hat{Y}_{61} = 1.5647 + 0.5113Y_{60} + 0.0124Y_{59} + 0.4763Y_{58}$$

Bila diketahui  $Y_{60} = 454.549$ ,  $Y_{59} = 461.102$ , dan  $Y_{58} = 449.328$ , maka nilai peramalan untuk  $t = 61$ , dapat dihitung seperti berikut :

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{61} &= 1.5647 + 0.5113(454.549) + 0.0124(461.102) + 0.4763(449.328) \\ &= 453.708 \end{aligned}$$



**BAB IV**  
**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**  
**PERANGKAT LUNAK**

## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Pengembangan perangkat lunak pada Tugas Akhir ini merupakan implementasi dari teori-teori tentang peramalan data dengan menggunakan metode Box-Jenkins serta dasar-dasar statistik yang mendukung yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya. Bab ini menjelaskan tentang perancangan dari sistem perangkat lunak yang akan dibuat, dan pembuatan perangkat lunak dengan menjelaskan tahapan-tahapan proses dan struktur data.

#### 4.1 Deskripsi Kebutuhan Sistem

Implementasi perangkat lunak dalam sistem ini memerlukan data masukan dari pengguna berupa data *time series* yang ingin dimodelkan. Data *time series* yang digunakan dapat memiliki berbagai dimensi waktu antara lain : harian, bulanan, dan tahunan. Dalam sistem data *time series* ini akan diproses untuk mendapatkan model terbaik. Proses yang dapat dilakukan oleh sistem antara lain proses penyimpanan data, proses *differencing* jika data dalam keadaan tidak stasioner, proses identifikasi model yang bertujuan mencari kandidat model untuk data tersebut, proses estimasi parameter untuk mendapatkan parameter-parameter yang meminimumkan nilai SSR, dan proses pengecekan diagnostik untuk memastikan bahwa model beserta parameter-parameternya telah diidentifikasi dengan baik. Model ini kemudian dapat digunakan untuk meramalkan data pada masa depan. Hasil peramalan inilah yang nantinya akan ditampilkan ke layar sehingga dapat dilihat oleh pengguna.

## 4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan sebelum pembuatan perangkat lunak. Dalam perancangan perangkat lunak akan dibahas lebih lanjut tentang perancangan data, perancangan proses yang digambarkan dengan diagram aliran data (*data flow diagram*) dan perancangan antar-muka untuk pengguna.

### 4.2.1 Perancangan Data

Perancangan data dalam pengembangan perangkat lunak ini secara garis besarnya terdiri dari tiga macam data yaitu data masukan, data proses dan data hasil. Berikut akan dijelaskan mengenai pengertian data tersebut, dan data apa saja dalam sistem yang dibangun yang termasuk ke dalam ketiga kategori data tersebut.

#### 4.2.1.1 Data Masukan

Data masukan merupakan data yang dimasukkan oleh pengguna melalui suatu form tertentu. Data masukan ini adalah data yang berasal dari luar sistem yang dibangun. Data masukan yang diperlukan adalah data *time series*. Data ini dapat berbentuk data harian, bulanan atau tahunan. Jumlah data yang digunakan harus diketahui untuk memudahkan proses. Selanjutnya data ini dapat disimpan ke dalam suatu file dengan format sebagai berikut :

Jumlah Data (integer)	Periode Data (integer)
	Data ke-1 (double)
	Data ke-2 (double)
	:
	:
	Data ke-n (double)

Gambar 4.1 Format Penyimpanan File Data

Periode data yang dapat diterima sistem adalah data per detik, per menit, per jam, harian, mingguan, bulanan, kuartalan, tahunan atau periode data yang ditentukan pengguna. Periode data tersebut diwakili oleh suatu nilai integer (1 – 9) dalam file.

#### 4.2.1.2 Data Proses

Data proses merupakan data yang berasal dari proses transformasi data masukan maupun dari program dan digunakan selama proses dijalankan. Data proses yang dihasilkan antara lain :

- Data stasioner

Data stasioner merupakan hasil proses *differencing* terhadap data *time series*. Data *time series* yang digunakan berasal dari media penyimpanan. Dalam proses *differencing* akan dilakukan suatu tes terhadap nilai autokorelasi dari data untuk menentukan apakah *differencing* perlu dilakukan atau tidak. Untuk menyimpan nilai dari data stasioner digunakan suatu *dynamic array*.

- Data fungsi autokorelasi (Acf)

Data fungsi autokorelasi menyimpan nilai-nilai fungsi autokorelasi dari data. Nilai fungsi autokorelasi dihitung menggunakan persamaan 2.1. Banyaknya nilai yang disimpan tergantung pada jumlah *lag* yang digunakan dalam perhitungan. Jumlah *lag* yang umum digunakan adalah 12. Struktur data yang digunakan untuk menyimpan data ini adalah *dynamic array*.

- Data fungsi autokorelasi parsial (Pacf)

Data fungsi autokorelasi parsial menyimpan nilai-nilai fungsi autokorelasi parsial dari data yang dianalisis. Fungsi autokorelasi

parsial dihitung menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3. Jumlah nilai fungsi autokorelasi parsial adalah sama dengan jumlah nilai fungsi autokorelasi. Jika dalam analisis digunakan *lag* 12 untuk fungsi autokorelasi maka fungsi autokorelasi parsial juga dihitung sampai *lag* 12. Karena jumlah data fungsi autokorelasi parsial tidak dapat ditentukan sebelum program dijalankan, maka digunakan struktur data *dynamic array* untuk menyimpannya.

- Data model dan parameter

Data model dan parameter menyimpan model yang telah diidentifikasi beserta parameter-parameter hasil dari tahap estimasi parameter. Data ini akan digunakan sebagai masukan untuk proses pengecekan diagnostik. Untuk menyimpan data model dan parameternya digunakan struktur data *record*. *Record* digunakan karena data ini menyimpan berbagai macam informasi, seperti jumlah data, periode data, nilai-nilai data *time series*, jumlah *differencing* yang dilakukan, jumlah koefisien dan nilai-nilai koefisien.

#### 4.2.1.3 Data Hasil

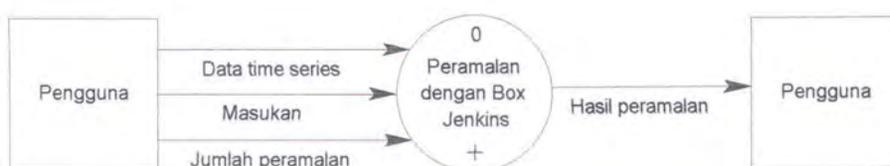
Data hasil merupakan hasil akhir dari proses. Keluaran dari sistem peramalan ini adalah nilai-nilai peramalan yang diinginkan oleh pengguna. Jumlah peramalan yang dilakukan sesuai dengan jumlah yang diinginkan oleh pengguna. Nilai-nilai peramalan disimpan ke dalam *dynamic array*, yang kemudian ditampilkan ke dalam suatu grafik. Grafik tersebut nantinya akan menampilkan nilai data asli beserta nilai data peramalan balik (*back cast*) dan hasil peramalan ke depan. Hasil akhir proses juga dapat disimpan ke dalam suatu file teks dengan struktur sebagai berikut :



Gambar 4.2 Struktur File Teks

#### 4.2.2 Perancangan Proses

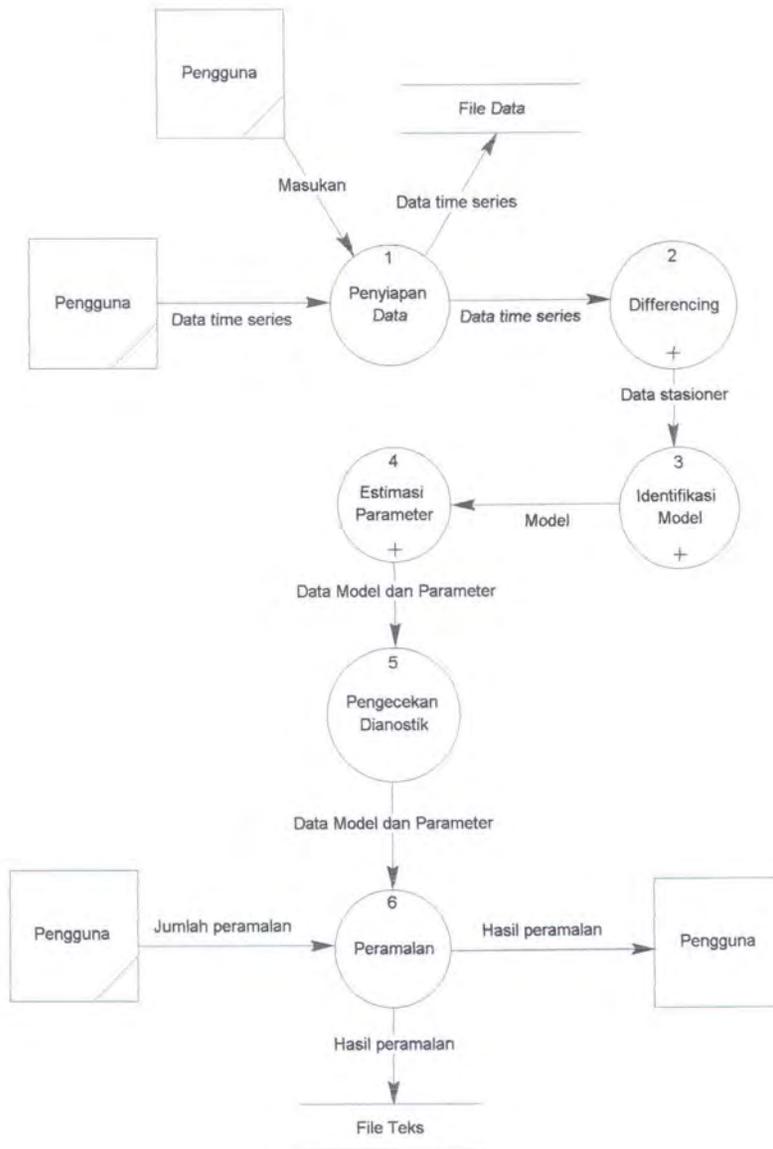
Perancangan proses digambarkan dalam bentuk Diagram Aliran Data (DAD) yang merupakan teknik untuk menggambarkan aliran informasi dan transformasi data dari masukan sampai keluaran. Diagram untuk melakukan peramalan dengan metode Box-Jenkins dapat dilihat pada gambar 4.3. Proses dimulai dengan adanya masukan berupa data *time series*, masukan-masukan lain seperti jumlah data dan periode data, serta jumlah peramalan. Selanjutnya proses peramalan dengan Box-Jenkins dapat dilakukan. Hasil akhir dari proses adalah berupa hasil peramalan yang diinginkan oleh pengguna.



Gambar 4.3 Diagram Context (Level 0) dari Sistem Peramalan dengan Box-Jenkins

DAD level 0 yang merupakan diagram context dari sistem dapat dilihat pada gambar 4.3 di atas. Sistem mendapatkan masukan dari pengguna berupa nilai-nilai data *time series*, jumlah data, periode data, dan jumlah peramalan yang ingin dilakukan. Periode dari data *time series* dapat berupa harian, bulanan, tahunan, dan lain-lain. Jumlah peramalan adalah banyaknya peramalan ke

depan yang ingin dilakukan. Keluaran dari sistem adalah hasil peramalan yang diinginkan pengguna.

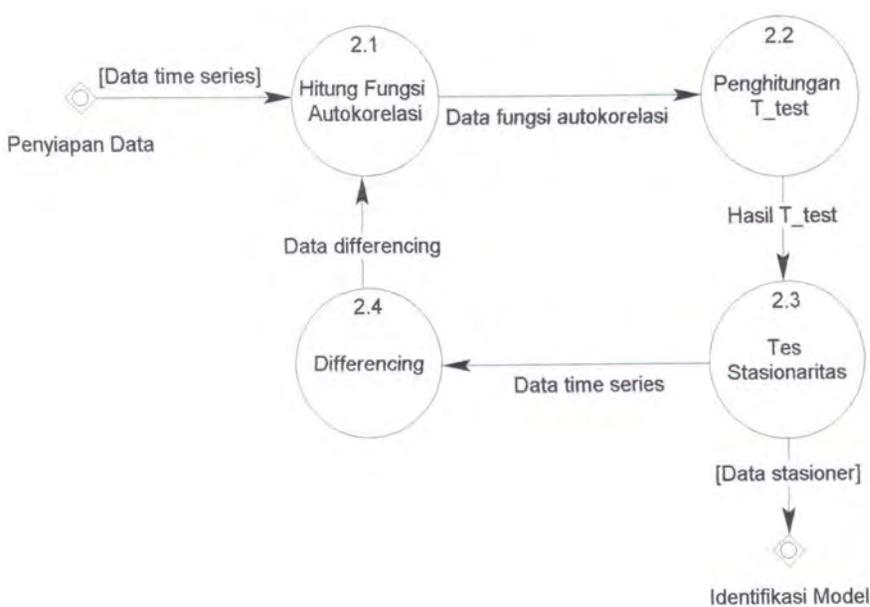


Gambar 4.4 DAD Level 1 dari Sistem Peramalan dengan Box-Jenkins

Pada gambar 4.4 dapat dilihat DAD level 1, yang merupakan perincian dari diagram context. DAD level 1 terdiri atas enam proses yaitu proses penyimpanan data, *differencing*, identifikasi model, estimasi parameter, pengecekan diagnostik, dan peramalan. Proses penyimpanan data dilakukan

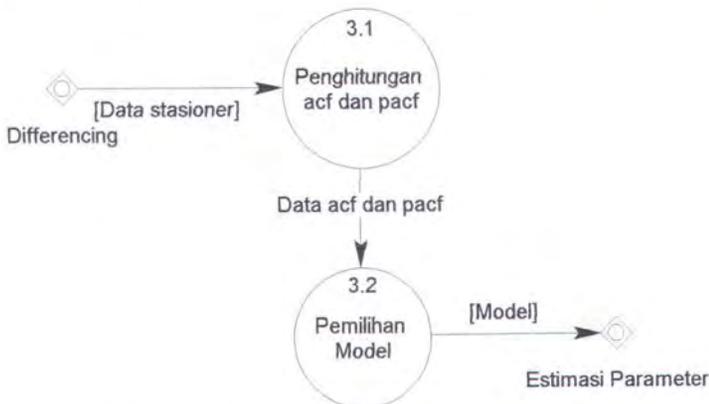
untuk menyimpan nilai-nilai data *time series* yang dimasukkan oleh pengguna ke dalam file, sehingga dapat digunakan pada proses-proses selanjutnya. Data *time series* yang merupakan masukan dari pengguna ini akan diubah menjadi data stasioner pada proses *differencing*. Data stasioner ini kemudian digunakan dalam proses identifikasi model sehingga didapatkan keluaran berupa model dari data. Estimasi parameter dilakukan terhadap kandidat model dengan menggunakan metode Marquardt. Pada proses pengecekan diagnostik dilakukan beberapa tes terhadap model dan parameternya. Hasil dari proses ini adalah yaitu data model dan parameter digunakan dalam proses peramalan. Hasil proses peramalan diteruskan ke pengguna.

Proses pertama yang dilakukan adalah penyimpanan data. Sebelum pengguna dapat memasukkan nilai-nilai dari data, maka ada beberapa informasi yang diperlukan oleh sistem. Informasi ini adalah jumlah data dan periode dari data. Selanjutnya data ini disimpan ke dalam suatu media penyimpanan berupa file. Data ini kemudian digunakan sebagai masukan pada proses *differencing*.



Gambar 4.5 DAD Level 2 dari Proses *Differencing*

Penjabaran yang lebih detail dari proses *differencing* dapat dilihat pada gambar 4.5. Pada proses *differencing* yang pertama dilakukan adalah menghitung nilai fungsi autokorelasi dari data. Kemudian koefisien-koefisien autokorelasi itu diuji dengan menggunakan t-test. Dari hasil t-test dapat dilihat apakah data stasioner atau tidak. Jika tidak maka dilakukan proses *differencing*. Proses *differencing* dilakukan terus sampai data berada dalam keadaan stasioner. Pada umumnya data non-stasioner akan menjadi stasioner setelah dua kali *differencing*. Keluaran dari proses ini adalah berupa data yang berada dalam keadaan stasioner yang nantinya akan digunakan dalam proses identifikasi model.

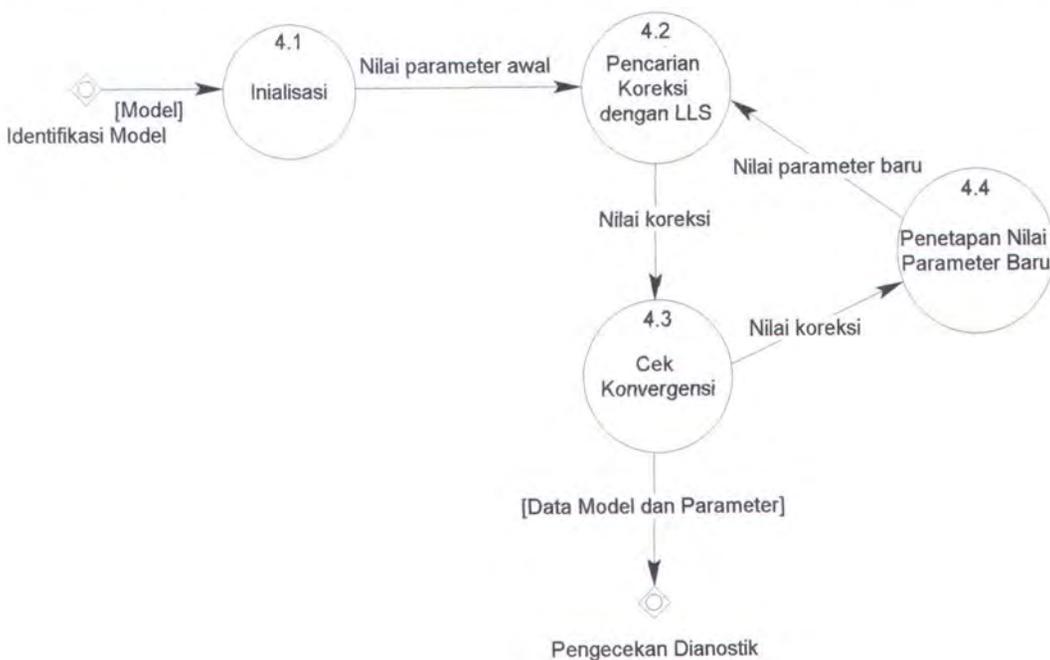


Gambar 4.6 DAD Level 2 dari Proses Identifikasi Model

Pada gambar 4.6 dapat dilihat penjabaran dari proses identifikasi model. Proses dimulai dengan menghitung nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data stasioner. Dari tingkah laku yang ditunjukkan oleh nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial maka diidentifikasi model yang diharapkan mampu menjelaskan data dengan baik. Model-model ini dapat berupa model AR, MA atau ARIMA. Tingkat dari model-model tersebut dapat pula dilihat dari tingkah laku fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsialnya. Jika pola dari fungsi autokorelasi terpotong pada *lag* 2 dan fungsi autokorelasi parsialnya menghilang,

maka kandidat model adalah MA(2). Kandidat model ini merupakan masukan bagi proses selanjutnya yaitu estimasi parameter.

Pada gambar 4.7 dijelaskan secara detail tahapan yang dilakukan dalam proses estimasi parameter. Pada proses inialisasi dilakukan beberapa hal yaitu penetapan nilai awal untuk tiap koefisien dan pencarian nilai SSR awal. Setelah estimasi awal ditetapkan maka pencarian nilai koreksi dengan LLS dapat dilakukan. Nilai koreksi yang didapat digunakan untuk mencari nilai SSR akhir. Pada proses cek konvergensi diperiksa kondisi konvergensi telah tercapai atau belum. Jika belum maka nilai baru ditetapkan untuk tiap parameter, dan proses diulang kembali. Jika ternyata konvergensi telah dicapai maka proses dihentikan.



Gambar 4.7 DAD Level 2 dari Proses Estimasi Parameter

Setelah dilakukan estimasi parameter maka selanjutnya dilakukan proses pengecekan diagnostik. Pada proses pengecekan diagnostik dilakukan tiga proses utama yaitu analisis *residual* dengan menggunakan *acf* dan *q-statistic*, kemudian uji t-test. Analisis *residual* dilakukan terhadap *residual* dari data

dengan menggunakan acf untuk melihat apakah kesalahan peramalan adalah random atau tidak. *Q-statistic* digunakan untuk menguji fungsi autokorelasi secara keseluruhan. Uji t-test digunakan untuk menguji hipotesis apakah semua fungsi autokorelasi berbeda secara signifikan dari nol atau tidak.

Proses terakhir yang dilakukan adalah peramalan. Proses peramalan memerlukan masukan-masukan antara lain model terpilih, yang merupakan keluaran dari proses pengecekan diagnostik dan jumlah peramalan yang diinginkan oleh pengguna. Hasil dari proses peramalan adalah nilai-nilai ramalan data sesuai dengan jumlah waktu yang diinginkan pengguna.

#### 4.2.3 Perancangan Antar-muka

Bagian ini menjelaskan mengenai perancangan dari antar-muka dari perangkat lunak. Struktur rancangannya terdiri dari tiga menu utama yaitu menu File, menu Process dan menu Help. Berikut akan dijelaskan secara rinci rancangan antar-muka untuk masing-masing menu tersebut.

- Menu File

Menu ini terdiri dari dua tiga sub menu yaitu New, Open dan Exit.

- Sub menu New merupakan suatu fasilitas bagi pengguna untuk memasukkan data *time series* baru. Data ini kemudian dapat disimpan untuk diubah atau diproses lebih lanjut. Sub menu ini akan memunculkan form dialog frmNew. Rancangan form ini dapat dilihat pada gambar 4.8.
- Sub menu Open merupakan form yang digunakan untuk melakukan perubahan-perubahan pada data. Perubahan-perubahan ini dapat meliputi perubahan nama file, tempat penyimpanan, periode dari data, dan nilai data itu sendiri. Sub menu ini akan memunculkan form dialog frmOpen. Rancangan dari form ini dapat dilihat pada gambar 4.9.

Gambar 4.8 Rancangan Antar-muka FrmNew

Gambar 4.9 Rancangan Antar-muka FrmOpen

- Sub menu Exit digunakan oleh pengguna untuk keluar dari program.
- Menu Process
  - Sub menu Process terdiri dari satu sub menu yaitu Find Model.
  - Sub menu Find Model akan memunculkan form dialog frmModel. frmModel merupakan form untuk melakukan analisis terhadap data yang dimasukkan. Pada form ini dilakukan beberapa proses antara lain identifikasi kandidat model menggunakan fungsi acf dan pacf, estimasi

parameter untuk mendapatkan parameter terbaik dari berbagai kemungkinan, dan pengecekan diagnostik untuk memastikan kandidat model adalah sesuai untuk data. Rancangan antar-muka untuk form ini dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut ini :

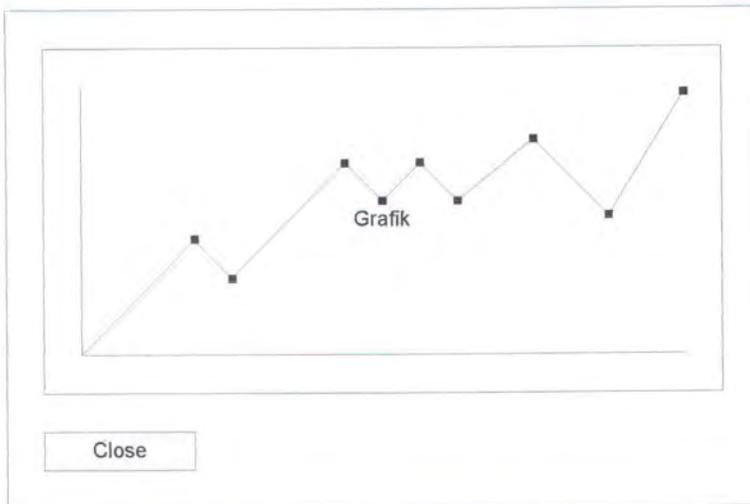
The image shows a software window titled "Finding Model". On the left side, there are four input fields labeled "File Name", "Path", "Period", and "Number of Data". Below these fields are four buttons: "Stationarity", "Estimate P.", "Checking", and "Forecast". In the center-left area, there is a large rectangular box labeled "Data Value". To the right of this box is another large rectangular box labeled "Report". At the bottom of the window, there are five buttons: "Close", "Chart", "Print", "Save", and "Exit".

Gambar 4.10 Rancangan Antar-muka FrmModel

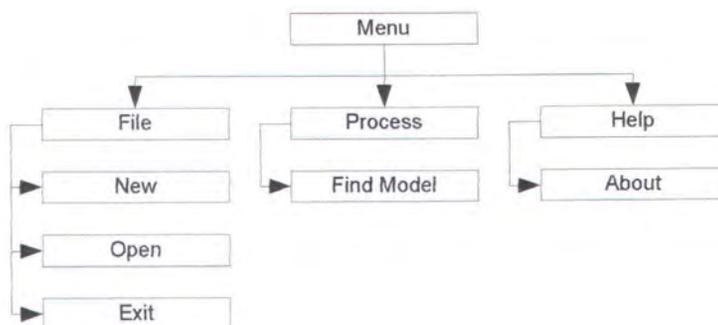
Pada frmModel terdapat tombol Chart yang akan memunculkan suatu form baru yaitu frmChart. frmChart digunakan sebagai sarana untuk memperlihatkan hasil peramalan kepada pengguna melalui suatu grafik. Rancangan antar-muka dari frmChart dapat dilihat pada gambar 4.11.

- Menu Help

Sub menu Help terdiri dari satu sub menu yaitu About. Sub menu About akan memunculkan form dialog frmAbout yang berisi data penulis.



Gambar 4.11 Rancangan Antar-muka FrmChart



Gambar 4.12 Hirarki Menu

### 4.3 Pembuatan Perangkat Lunak

Pada bagian sebelumnya telah dibahas tentang perancangan perangkat lunak yang akan dibuat. Pada bagian ini akan dibahas pembuatan perangkat lunak tersebut meliputi kebutuhan sistem dan implementasi terhadap proses perancangan yang telah dijelaskan sebelumnya.

#### 4.3.1 Lingkungan Implementasi

Perangkat lunak peramalan data dengan metode Box-Jenkins ini dibuat dengan beberapa batasan yang ada sehubungan dengan perangkat keras dan

lunak yang dibutuhkan agar sistem dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan-kebutuhan dasar tersebut dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

- **Kebutuhan Perangkat Keras**

Untuk dapat mengimplementasikan perangkat lunak yang telah dibuat perangkat keras yang dibutuhkan berupa sebuah personal computer (PC) yang berfungsi sebagai media untuk menjalankan instruksi-instruksi perangkat lunak.

- **Kebutuhan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak peramalan data ini dikembangkan dalam lingkungan sistem operasi *Microsoft Windows 98*. Sistem operasi ini digunakan sebagai dasar (*platform*) dengan pertimbangan sistem operasi ini lebih banyak digunakan dan lebih mudah dioperasikan oleh setiap orang.

- **Bahasa Pemrograman**

Perangkat lunak peramalan data ini diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 5.0*, yaitu suatu bahasa pemrograman visual *Rapid Application Development (RAD)* yang berbasis pada Pascal, yang menyajikan kemudahan dalam pembuatan antar-muka melalui obyek *visual component library* yang dimiliki oleh bahasa pemrograman ini.

#### **4.3.2 Implementasi Data**

Data yang digunakan pada perangkat lunak yang dibangun adalah data yang sudah dijelaskan pada bagian perancangan data, yang meliputi data masukan, data proses dan data hasil. Berikut akan dijelaskan secara detail implementasi dari masing-masing data tersebut.

#### 4.3.2.1 Data Masukan

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa data masukan yang diperlukan oleh sistem adalah berupa data *time series*. Karena data *time series* ini umumnya besar maka dalam sistem digunakan suatu *dynamic array* untuk menyimpan sementara nilai-nilai data *time series* tersebut. *Dynamic array* digunakan karena panjang dari array dapat ditentukan ketika program dijalankan. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan jumlah data yang dimasukkan oleh pengguna. Setelah itu data ini disimpan ke dalam suatu file. Data yang disimpan adalah jumlah data, bentuk data, serta array dari nilai data.



#### 4.3.2.2 Data Proses

Data yang digunakan selama proses seperti telah dijelaskan sebelumnya diimplementasikan ke dalam tipe data *dynamic array* dan *record*. Adapun implementasi dari masing-masing data proses adalah sebagai berikut :

- Data stasioner

Data ini diimplementasikan ke dalam suatu *dynamic array*.

```
DataStasioner : array of double
```

- Data fungsi autokorelasi (Acf)

Data fungsi autokorelasi menyimpan nilai-nilai fungsi autokorelasi dari data *time series*. Data ini disimpan ke dalam suatu *dynamic array*.

```
arrAcf : array of double
```

- Data fungsi autokorelasi parsial (Pacf)

Data fungsi autokorelasi parsial juga disimpan ke dalam suatu *dynamic array*.

```
arrPacf : array of double
```

- Data model dan parameter

Data model dan parameter menyimpan berbagai informasi mengenai model yang telah diidentifikasi. Data ini disimpan dengan menggunakan suatu *record*.

```

recModel = record
  NumOfData      : integer;
  Period         : string;
  DataStasioner : array of double;
  nDiff         : integer;
  ARCoeff       : integer;
  MACoeff       : integer;
  ARMACoeff     : integer;
  ARBool        : boolean;
  MABool        : boolean;
  ARMABool      : boolean;
  Coeff         : array of double;
end;
```

Dalam *record* tersebut disimpan berbagai informasi mengenai model yang diidentifikasi antara lain, NumOfData adalah jumlah dari data, Period menunjukkan periode data, DataStasioner menyimpan nilai-nilai data. ARCoeff, MACoeff, dan ARMACoeff menunjukkan jumlah koefisien dari model sesuai dengan tingkatannya, jika model adalah AR(2) maka ARCoeff bernilai 2 sedangkan MACoeff dan ARMACoeff nilainya 0. ARBool, MABool, dan ARMABool bertipe *boolean* untuk menunjukkan model. Sedangkan Coeff digunakan untuk menyimpan nilai dari parameter-parameter model.

#### 4.3.2.3 Data Hasil

Data hasil yang dihasilkan oleh sistem adalah nilai-nilai peramalan. Nilai-nilai ini disimpan ke dalam *dynamic array*, sebelum ditampilkan ke pengguna. Selain itu hasil-hasil dari tiap tahap bersama hasil peramalan dapat disimpan ke dalam suatu file teks. Hasil yang disimpan dari tahap identifikasi model adalah

proses *differencing* yang dilakukan dan model yang diidentifikasi. Hasil tahap estimasi parameter adalah proses iterasi yang dilakukan dan hasil akhir tiap parameter. Tahap pengecekan diagnostik menghasilkan perhitungan-perhitungan untuk pengujian terhadap model dan parameternya, sedangkan tahap peramalan menghasilkan nilai-nilai peramalan.

### 4.3.3 Implementasi Proses

Pada perancangan proses yang ditunjukkan oleh DAD, terdapat enam proses utama dalam melakukan peramalan data dengan metode Box-Jenkins ini, yaitu penyimpanan data, *differencing*, identifikasi model, estimasi parameter, pengecekan diagnostik dan peramalan. Berikut akan dijelaskan secara lebih detail implementasi dari masing-masing proses tersebut.

#### 4.3.3.1 Penyimpanan Data

Proses penyimpanan data dimulai dengan persiapan data yaitu memasukkan jumlah dan bentuk data, serta dilanjutkan dengan pemasukan nilai-nilai data. Proses penyimpanan data ke dalam file diimplementasikan sebagai berikut :

```
nData := StrToInt(edNumber.Text);
FileName := ExtractFileName(sdData.FileName);
FilePath := ExtractFilePath(sdData.FileName);
fName := FilePath+FileName+'.box';
FileHandle := FileCreate(fName);
FileWrite(FileHandle, nData, SizeOf(integer));
FileWrite(FileHandle, k, SizeOf(integer));
for i:= 1 to StrToInt(edNumber.Text) do
begin
    TempValue := StrToFloat(sgData.Cells[1,i]);
    FileWrite(FileHandle, TempValue, SizeOf(double));
end;
FileClose(FileHandle);
```

Gambar 4.13 Implementasi Proses Penyimpanan Data

### 4.3.3.2 Differencing

Proses *differencing* hanya dilakukan pada data yang tidak stasioner. Untuk menentukan apakah data stasioner dapat dilihat dari fungsi autokorelasi data tersebut. Fungsi autokorelasi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1. Penghitungan fungsi autokorelasi untuk suatu data diimplementasikan sebagai berikut :

```

for j := 1 to 12 do
begin
  for i := j+1 to noData do
  begin
    tmpone := arrInput[i-1]-mean;
    tmptwo := arrInput[i-1-j]-mean;
    restop := restop+(tmpone*tmptwo);
  end;
  res.Data[j-1] := restop/resbot;
  restop := 0.0;
end;

```

4.14 Implementasi Penghitungan Fungsi Autokorelasi

Setelah fungsi autokorelasi didapatkan, maka untuk tiap-tiap nilai fungsi autokorelasi tersebut dihitung nilai *t-statistic*nya. Algoritma *t-statistic* tersebut diimplementasikan sebagai berikut :

```

for i := 0 to 11 do
begin
  tmp := 0.0; j := 0;
  while (j < i) do
  begin
    tmp:= tmp+(arrInput[j]*arrInput[j]);
    j:= j+1;
  end;
  tmp2:= 1/(sqrt(noData));
  tmp3:= sqrt(1+(2*tmp));
  res:= arrInput[i]/(tmp2*tmp3);
  arrOutput.Data[i] := res;
end;

```

Gambar 4.15 Implementasi T-Statistic

Setelah didapat nilai *t-statistic* untuk masing-masing nilai fungsi autokorelasi, maka dilakukan pengujian apakah data stasioner atau tidak. Implementasi dari pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

```

for i := 0 to 11 do
begin
    if (Abs(arrTestAcf.Data[i]) > 2) and (i > 4) then
    begin
        stasioner := false;
        break;
    end;
end;
end;

```

Gambar 4.16 Implementasi Uji Stasioner

Jika hasil t-test menunjukkan bahwa data tidak stasioner maka proses *differencing* dilakukan. Implementasi proses *differencing* ini sebagai berikut :

```

SetLength(FirstDifference.Data, arrInput.NumOfData-1);
FirstDifference.Period := arrInput.Period;
FirstDifference.First := true;
FirstDifference.NumOfData := arrInput.NumOfData-1;
for i := 0 to FirstDifference.NumOfData-1 do
FirstDifference.Data[i] := arrInput.Data[i+1]-
                        arrInput.Data[i];

```

Gambar 4.17 Implementasi Proses *Differencing*

#### 4.3.3.3 Identifikasi Model

Proses identifikasi model dimulai dengan menghitung fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data. Fungsi autokorelasi parsial menggunakan persamaan 2.2-2.3 diimplementasikan sebagai berikut :

```

for i := 1 to 12 do
begin
    arr[i-1] := ParsOne(i, arrInput);
    arrd.Data[i-1] := arr[i-1];
end;

```

Gambar 4.18 Implementasi Penghitungan Fungsi Autokorelasi Parsial

Setelah fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial dihitung, pemilihan model dapat dilakukan. Pemilihan model dilakukan dengan memperhatikan sifat-sifat fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial dari data. Implementasinya adalah sebagai berikut :

```

for i := 0 to 11 do
  if (Abs(arrInput.Data[i]) > 2) and (i > 1) then
    begin
      report := false;
      break;
    end;
end;

```

Gambar 4.19 Implementasi Proses Pemilihan Model

#### 4.3.3.4 Estimasi Parameter

Estimasi parameter dilakukan terhadap model yang telah diidentifikasi sebelumnya untuk mendapatkan parameter yang memberikan nilai SSR terkecil.

Implementasi dari estimasi parameter adalah sebagai berikut :

```

while not(conv) do
  begin
    SSRVal0 := 0.0; SSRVal1 := 0.0;
    ssr0 := FindSSRMAOne(arrInput.DataStasioner,
      arrInput.NumOfData, PhiOne);
    ssr1 := FindSSRMAOne(arrInput.DataStasioner,
      arrInput.NumOfData, PhiOne+0.01);
    for i := 0 to arrInput.NumOfData-1 do
      SSRVal0 := SSRVal0+(ssr0.Data[i]*ssr0.Data[i]);
    derivative := FindDerivative(ssr0, ssr1,
      arrInput.NumOfData);
    arrLLS := FindLLSOne(derivative, ssr0,
      arrInput.NumOfData);
    if arrLLS.Data[1] > 0 then ssrFinal := FindSSRMAOne
      (arrInput.DataStasioner, arrInput.NumOfData,
      PhiOne+arrLLS.Data[1])
    else ssrFinal := FindSSRMAOne(arrInput.DataStasioner,
      arrInput.NumOfData, PhiOne-arrLLS.Data[1]);
    for i := 0 to arrInput.NumOfData-1 do
      SSRVal1 := SSRVal1+(ssrFinal.Data[i]*
      ssrFinal.Data[i]);
    if (CheckConv1(SSRVal0, SSRVal1)) or
      (CheckConv2(arrLLS.Data, 2)) then conv := true
    else
      begin
        if arrLLS.Data[1] > 0 then PhiOne :=
          PhiOne+arrLLS.Data[1]
        else PhiOne := PhiOne-arrLLS.Data[1];
        j := j+1;
      end;
    end;
  end;
end;

```

Gambar 4.20 Implementasi Proses Estimasi Parameter

#### 4.3.3.5 Pengecekan Diagnostik

Pengecekan diagnostik dilakukan untuk memastikan bahwa model dan parameter terbaik telah didapat. Proses pengecekan diagnostik terdiri dari tiga proses yaitu analisis *residual*, t-test dan *q-statistic*. Implementasi dari analisis *residual* adalah sebagai berikut :

```

for i := 0 to 11 do
begin
  if Abs(arrInput[i]) > 2 then
  begin
    analysis := false;
    break;
  end;
end;
end;

```

Gambar 4.21 Implementasi Analisis *Residual*

Implementasi dari *q-statistic* (persamaan 2.6) adalah sebagai berikut :

```

for i := 1 to 12 do
begin
  tmp2 := (1/(n-i))*(arrInput[i-1]*arrInput[i-1]);
  tmp := tmp+tmp2;
end;
Q := n*(n+2)*tmp;

```

Gambar 4.22 Implementasi Q-Statistic

Implementasi dari t-test (persamaan 2.4) adalah sebagai berikut :

```

for i := 0 to 11 do
  sTest[i] := FindStd(arrInput, i+1);

for i := 0 to 11 do
  if Abs(sTest[i]) > 2 then
  begin
    test := false;
    break;
  end;
end;

```

Gambar 4.23 Implementasi T-Test

#### 4.3.3.6 Peramalan

Proses terakhir adalah proses peramalan. Implementasi dari proses peramalan adalah sebagai berikut :

```

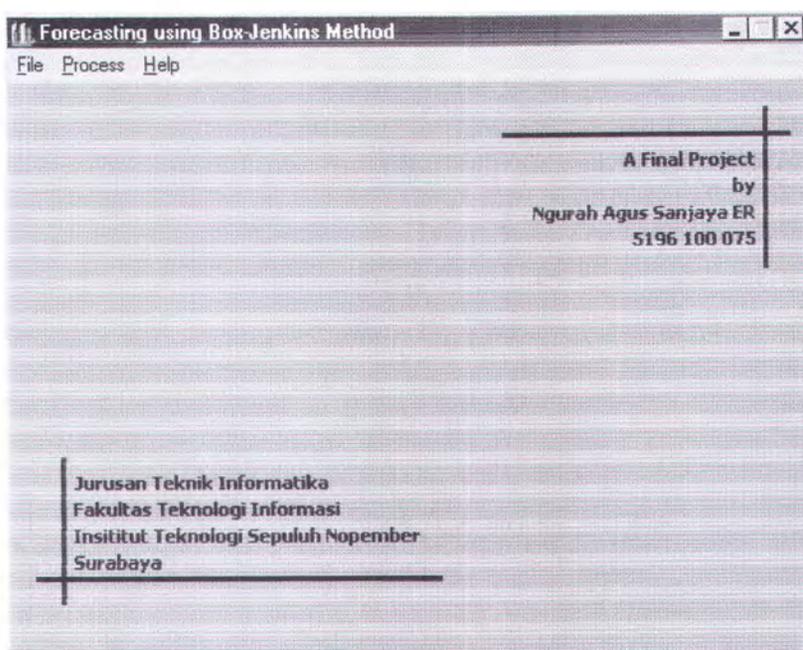
nAwal := ModelOfData.DataStasioner[oof-1];
for i := 0 to nof-1 do
begin
    res.Data[i] := ModelOfData.Coeff[0]+
                  ModelOfData.Coeff[1]*nAwal;
    nAwal := res.Data[i];
end;

```

Gambar 4.24 Implementasi Proses Peramalan

#### 4.3.4 Implementasi Antar-Muka

Pada gambar 4.25 diperlihatkan tampilan form utama. Pada form utama terdapat menu yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses. Pada form utama terdapat tiga menu utama yaitu File, Process, dan Help. Pada sub menu File terdapat tiga proses yang dapat dilakukan yaitu New, Open dan Exit. Sub menu New digunakan untuk membuat file baru, sedangkan open digunakan untuk membuka file yang telah ada. Sub menu New akan menampilkan form frmNew seperti pada gambar 4.26, sedangkan sub menu Open akan menampilkan form frmOpen pada gambar 4.27.



Gambar 4.25 Tampilan Form Utama

Number	Value
1	10
2	15
3	12
4	14

Gambar 4.26 Tampilan Form frmNew

Form New seperti gambar di atas memiliki beberapa komponen. Number of data digunakan untuk menentukan jumlah data yang dimasukkan. Data period adalah bentuk dari data apakah Daily, Monthly, Yearly atau yang lainnya. Sedangkan pada tabel dimasukkan nilai dari data untuk tiap-tiap waktu. Setelah selesai maka data dapat disimpan ke dalam file dengan menekan tombol Save.

Number	Value
1	47730
2	46704
3	41535
4	41319

Gambar 4.27 Tampilan Form frmOpen

Form frmOpen pada gambar di atas digunakan untuk melakukan perubahan-perubahan pada data yang telah disimpan. Sebelum data dapat diubah maka tombol Edit harus ditekan terlebih dahulu. Untuk mengubah nilai dari suatu data dapat dilakukan langsung pada tabel dari form Open tersebut.

Form frmModel seperti pada gambar 4.28, digunakan untuk mengidentifikasi model, mengestimasi parameter, melakukan pengecekan diagnostik, dan melakukan peramalan. Sebelum dilakukan identifikasi model maka data yang terdapat pada file harus dibuka terlebih dahulu. Hasil dari tiap proses dapat dilihat pada Report.

The screenshot shows the 'Finding Model' application window. It contains the following sections:

- OPEN DATA:** Fields for File Name, Path, Period, and Number of Data. Buttons for 'Open File...', 'Estimate Model', 'Diagnostic Check', and 'Interpret' are located below.
- DATA VALUE:** A table with 6 rows and 2 columns (Number, Value).
 

Number	Value
1	4.4
2	5.8
3	6.7
4	7.1
5	5.7
6	4.1
- REPORT:** Displays model results:
 

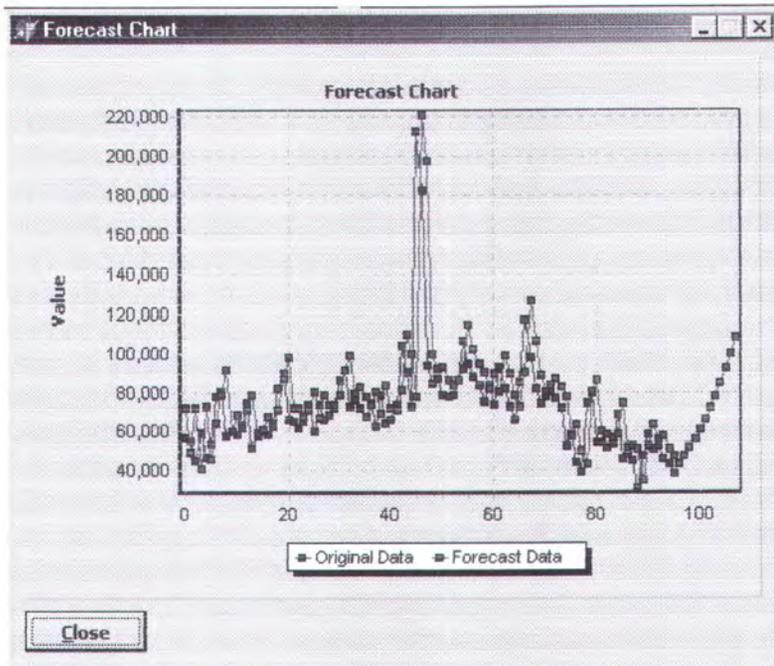
Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.6696	0.0957	7.2060
Const.	1.92	0.7304	2.6300

 Below this, it shows R-Sq = 47.69 %, Phase III. Diagnostic Checking (Residual Analysis, T Test, Q Statistic all Passed), Result: The model is a good fit, and Phase IV. Forecasting (Origin of forecast: 60).
 

t	Value
61	6.19738035122744
62	6.19557344194891
63	6.19432712176468
64	6.19346746930726
65	6.19287452187939

Gambar 4.28 Tampilan Form frmModel

Pada frmModel seperti gambar di atas terdapat satu tombol yaitu tombol Chart yang dapat menampilkan hasil peramalan dalam suatu grafik. Jika tombol Chart ditekan akan muncul suatu form baru yaitu frmChart. Implementasi dari frmChart adalah sebagai berikut :



Gambar 4.29 Tampilan Form frmChart



**BAB V**  
**UJI COBA DAN EVALUASI**  
**PERANGKAT LUNAK**

## BAB V

### UJI COBA DAN EVALUASI PERANGKAT LUNAK

Dalam bab ini dibahas uji coba dan evaluasi terhadap perangkat lunak yang telah dibuat. Uji coba akan dilakukan terhadap beberapa data *time series* yang didapatkan dari berbagai sumber dan memenuhi batasan-batasan yang telah ditentukan sebelumnya.



#### 5.1 LINGKUNGAN UJI COBA

Uji coba dilakukan di laboratorium Sistem Informasi, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Spesifikasi sistem yang digunakan untuk melakukan uji coba terhadap perangkat lunak yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

- Spesifikasi Perangkat Keras
  - Processor Intel Pentium III 550 Mhz (PC Compatible)
  - Memory 128 Mbyte
  - VGA Card Diamond Stealth S540 32 Mbyte
- Spesifikasi Perangkat Lunak
  - Sistem Operasi Windows 98
  - Borland Delphi 5.0

#### 5.2 DATA UJI COBA

Data yang digunakan sebagai uji coba adalah data *time series* yang didapat dari berbagai sumber. Data yang diuji coba berjumlah delapan buah dengan rincian sebagai berikut :

- **Data-1 (Data Indeks Harga Saham Gabungan Bursa Efek Jakarta)**

Data indeks harga saham gabungan (IHSG) Bursa Efek Jakarta berjumlah 76 buah dengan periode harian, yang diambil dari Harian Kompas tanggal 1 Maret – 14 Juni 2002. Data tersebut hanya tersedia untuk hari kerja yaitu hari Senin – Jumat.

- **Data-2 (Data Kurs Dollar Amerika)**

Data ini merupakan harga beli dari Bank Indonesia terhadap Dollar Amerika yang dinyatakan dalam Rupiah. Jumlah data adalah 76 dengan periode data harian, yang diambil dari Harian Kompas tanggal 1 Maret – 14 Juni 2002. Data tersebut hanya tersedia untuk hari kerja yaitu hari Senin – Jumat.

- **Data-3 (Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)**

Data ini merupakan realisasi ekspor non migas daerah Propinsi Daerah Tingkat I Bali yang dinyatakan dalam ribuan US\$ dengan periode data bulanan. Data yang digunakan mulai bulan Januari 1994 – Desember 2000, sehingga jumlah data menjadi 84. Data realisasi ekspor non migas ini didapat dari Statistik Ekonomi Keuangan Daerah Bali, Bank Indonesia Denpasar.

- **Data-4 (Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)**

Data ini menyatakan jumlah tamu asing yang datang dan menginap pada hotel-hotel berbintang yang ada di Bali. Periode data adalah bulanan yang dimulai dari bulan Januari 1994 – Desember 1999, sehingga jumlah data menjadi 72. Data tersebut didapat dari Badan Pusat Statistik Propinsi Bali dalam buku Bali Dalam Angka.

- **Data-5 (Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)**

Data ini menyatakan suku bunga untuk deposito yang berjangka waktu 3 bulan pada bank-bank pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali. Data yang tersedia memiliki periode bulanan yang dimulai pada bulan Januari 1993 – Desember 2000, sehingga jumlah data menjadi 84. Data tersebut didapat dari Bank Indonesia Kantor Cabang Denpasar dalam buku Statistik Ekonomi-Keuangan Daerah Propinsi Bali.

- **Data-6 (Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)**

Data ini menyatakan rata-rata lama menginap tamu asing pada hotel-hotel berbintang di Bali. Periode data adalah bulanan yang dimulai dari bulan Januari 1994 – Desember 1999, sehingga jumlah data menjadi 72. Data ini didapat dari Badan Pusat Statistik Propinsi Bali dalam buku Bali Dalam Angka.

- **Data-7 (Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)**

Data ini menyatakan jumlah penyaluran beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali yang dinyatakan dalam kg. Data tersedia dalam periode bulanan mulai bulan Januari 1993 – Desember 1998, sehingga jumlah data menjadi 72. Data ini didapat dari Badan Pusat Statistik Propinsi Bali dalam buku Bali Dalam Angka.

- **Data-8 (Data Buatan Menggunakan Fungsi  $Y = \log X$ )**

Data ini merupakan data buatan menggunakan suatu fungsi yaitu  $Y = \log X$ , dengan nilai  $x = 2..101$ . Jumlah data yang digunakan adalah 100, sedangkan data dibuat menggunakan perangkat lunak Microsoft Excell 2002.

### 5.3 PELAKSANAAN UJI COBA DAN EVALUASINYA

Uji coba dilaksanakan dalam dua tahap yaitu :

#### 1. Uji Coba Perangkat Lunak

Uji coba dilaksanakan pada masing-masing data yang telah disebutkan di atas. Proses dimulai dengan identifikasi model, estimasi parameter, pengecekan diagnostik dan peramalan. Untuk peramalan dilakukan juga peramalan balik (*back cast*) untuk membandingkan data asli dengan data hasil peramalan sehingga dapat dihitung kesalahan peramalannya (*error*). Hasil uji coba ini akan dibandingkan dengan uji coba menggunakan model yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah perangkat lunak yang telah dibuat mampu menentukan model yang paling tepat untuk suatu data.

#### 2. Uji Coba Perbandingan dengan Minitab

Uji coba ini dilakukan untuk membandingkan hasil peramalan yang didapat menggunakan perangkat lunak dan hasil peramalan yang didapat menggunakan paket *software* Minitab. Hasil dari kedua peramalan itu nantinya akan dibandingkan dengan data asli untuk melihat seberapa besar kesalahan peramalan yang terjadi.

#### 5.3.1 UJI COBA PERANGKAT LUNAK

Hasil pelaksanaan uji coba perangkat lunak pada data yang telah disebutkan di atas adalah sebagai berikut :

##### 5.3.1.1 Data-1 (Data Indeks Harga Saham Gabungan Bursa Efek Jakarta)

###### a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
----	-----	--------	--------------

1	0.9360	8.1600	False
2	0.8650	4.5500	False
3	0.8110	3.4300	False
4	0.7700	2.8500	False
5	0.7280	2.4400	False
6	0.6860	2.1400	False
7	0.6480	1.9100	True
8	0.6010	1.6900	True
9	0.5510	1.5000	True
10	0.4990	1.3200	True
11	0.4430	1.1400	True
12	0.3860	0.9800	True

Warning : The series is not stationer  
Generating First Difference ...

Phase I-1. Stationary Test on First Difference Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.2130	1.8400	True
2	0.1200	0.9970	True
3	-0.0057	-0.0464	True
4	-0.0656	-0.5370	True
5	-0.0543	-0.4430	True
6	-0.0782	-0.6360	True
7	0.0022	0.0174	True
8	0.0204	0.1650	True
9	-0.0477	-0.3860	True
10	0.0063	0.0508	True
11	0.0816	0.6590	True
12	0.0559	0.4490	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	2752.89805664799
1	0.2128	2716.52331586703

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.2128	0.1149	1.8520
Const.	-0.93	0.7275	-1.2780

c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
T Test : Passed  
Q Statistic : Passed

d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.1 Hasil Peramalan Balik untuk Data IHSG

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	545,004	545,004	0	0	39	543,061	543,2631	-0,2021	0,04
2	540,080	541,5531	-1,4731	0,27	40	535,685	541,8756	-6,1906	1,16
3	523,965	538,1028	-14,1373	2,70	41	532,781	533,1855	-0,4045	0,08
4	516,821	519,6056	-2,7846	0,54	42	534,838	531,2332	3,6048	0,67
5	511,366	514,3708	-3,0048	0,59	43	542,274	534,3460	7,9280	1,46
6	514,028	509,2753	4,7527	0,92	44	551,607	542,9268	8,6802	1,57
7	513,726	513,6648	0,0612	0,01	45	549,838	552,6635	-2,8255	0,51
8	520,465	512,7320	7,7330	1,49	46	540,324	548,5317	-8,2077	1,52
9	518,935	520,9694	-2,0344	0,39	47	531,513	537,3695	-5,8565	1,1
10	523,870	517,6796	6,1904	1,18	48	533,808	528,7081	5,0999	0,96
11	530,790	523,9905	6,7995	1,28	49	520,001	533,3667	-13,3657	2,57
12	522,549	531,3329	-8,7839	1,68	50	515,080	516,1328	-1,0528	0,2
13	520,691	519,8654	0,8256	0,16	51	508,994	513,1029	-4,1089	0,81
14	513,584	519,3658	-5,7818	1,13	52	502,500	506,7690	-4,2690	0,85
15	512,794	511,1417	1,6523	0,32	53	488,157	500,1882	-12,0312	2,46
16	503,669	511,6961	-8,0271	1,59	54	488,089	484,1747	4,9143	1,01
17	503,669	500,7972	2,8718	0,57	55	486,668	488,3576	-1,6896	0,35
18	511,631	502,7395	8,8918	1,74	56	481,775	485,2230	-3,4480	0,72
19	525,335	512,3957	12,9393	2,46	57	481,775	479,8039	1,9711	0,41
20	526,934	527,3217	-0,3877	0,07	58	481,286	480,8452	0,4408	0,09
21	531,578	526,3445	5,2335	0,98	59	481,862	480,2522	1,6098	0,33
22	529,745	531,6366	-1,8916	0,36	60	479,428	481,0548	-1,6268	0,34
23	538,887	528,4251	10,4619	1,94	61	484,732	477,9802	6,7518	1,39
24	538,628	539,9025	-1,2748	0,24	62	480,647	484,9310	-4,2840	0,89
25	537,144	537,6431	-0,4991	0,09	63	477,286	478,8479	-1,5619	0,33
26	543,905	535,8984	8,0066	1,47	64	471,643	475,6409	-3,9979	0,85
27	543,905	544,4141	-0,5091	0,09	65	469,676	469,5123	0,1637	0,03
28	547,741	542,9752	4,7658	0,87	66	469,789	468,3275	1,4614	0,31
29	544,886	547,6276	-2,7416	0,5	67	467,991	468,8833	-0,8923	0,19
30	539,808	543,3486	-3,5406	0,66	68	469,221	466,6786	2,5424	0,54
31	544,083	537,7975	6,2855	1,16	69	469,366	468,5530	0,8130	0,17
32	539,700	544,0630	-4,3630	0,81	70	474,026	468,4671	5,5589	1,17
33	534,720	537,8374	-3,1174	0,58	71	473,460	474,0880	-0,6280	0,13
34	534,062	532,7304	1,3316	0,25	72	472,390	472,4098	-0,0198	0
35	524,859	532,9922	-8,1332	1,55	73	479,967	471,2325	8,7285	1,82
36	539,963	521,9706	17,9924	3,33	74	468,861	480,6425	-11,7815	2,51
37	544,587	542,2477	2,3393	0,43	75	455,187	465,5689	-10,3819	2,28
38	544,262	544,6413	-0,3793	0,07	76	452,162	451,3471	0,8149	0,18

Nilai rata-rata kesalahan = 4,50

Nilai standard deviasi kesalahan = 3,94

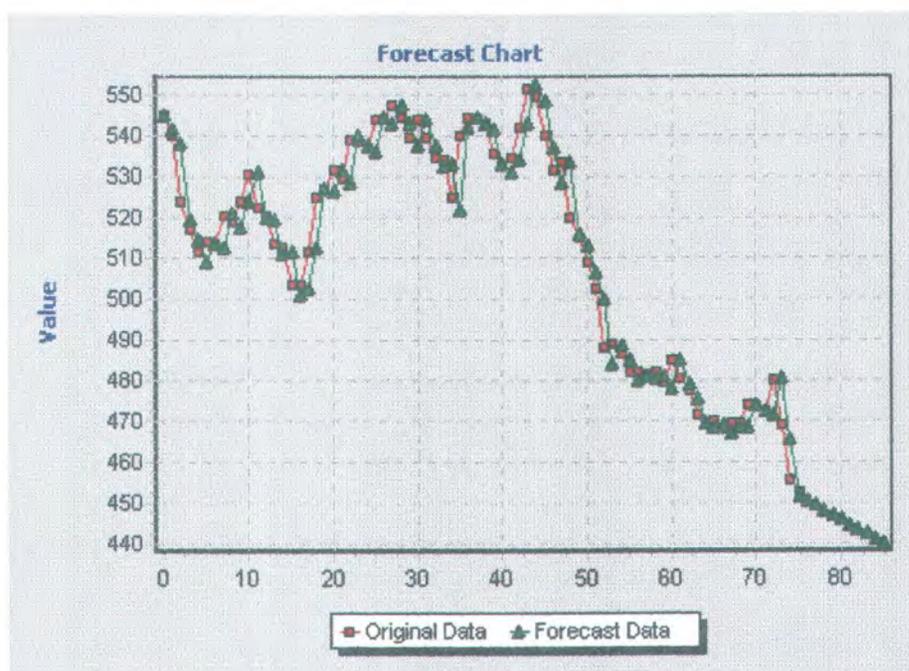
e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  sebagai berikut :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 76

t	Value
77	450.588445956115
78	449.323789682227
79	448.124873253426
80	446.939947625635
81	445.757999530156
82	444.576685115239
83	443.395505560675
84	442.214354707187
85	441.033209961884
86	439.852066516528

87 438.670923347828  
88 437.489780238007

Grafik dari historis dan peramalan adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data IHSB

### 5.3.1.2 Data-2 (Data Kurs Dollar Amerika)

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.9460	8.2500	False
2	0.8920	4.6500	False
3	0.8450	3.5200	False
4	0.8110	2.9300	False
5	0.7800	2.5500	False
6	0.7530	2.2700	False
7	0.7180	2.0300	False
8	0.6710	1.8000	True
9	0.6120	1.5800	True
10	0.5590	1.4000	True
11	0.5160	1.2600	True
12	0.4710	1.1200	True

Warning : The series is not stationer  
Generating First Difference ...

Phase I-1. Stationary Test on First Difference Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
----	-----	--------	--------------

1	0.0561	0.4860	True
2	-0.2200	-1.9000	True
3	-0.2230	-1.8400	True
4	-0.0726	-0.5730	True
5	0.0731	0.5750	True
6	-0.0068	-0.0532	True
7	-0.0610	-0.4770	True
8	-0.0157	-0.1220	True
9	0.0418	0.3260	True
10	-0.0767	-0.5980	True
11	0.0383	0.2970	True
12	0.1260	0.9740	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	455914.0884
1	0.0561	455037.557478811

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.0561	0.1177	0.4768
Const.	17.79	9.4970	1.8740

c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
 T Test : Passed  
 Q Statistic : Passed

d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.2 Hasil Peramalan Balik untuk Data Kurs Dollar Amerika

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	8.205	8.205	0	0	13	8.329	8.354,5457	-25,5457	0,31
2	8.231	8.227,6272	3,3728	0,04	14	8.355	8.346,5139	8,4861	0,1
3	8.230	8.520,2544	-20,2544	0,25	15	8.426	8.374,2544	51,7456	0,61
4	8.234	8.247,7385	-13,7385	0,17	16	8.480	8.447,7809	32,2191	0,38
5	8.368	8.252,0192	115,9808	1,39	17	8.480	8.500,8264	-20,8264	0,25
6	8.470	8.393,9180	76,6820	0,91	18	8.474	8.497,7946	-23,7946	0,28
7	8.350	8.493,5214	-143,5214	1,72	19	8.560	8.491,4577	68,5423	0,8
8	8.130	8.361,0572	-231,0572	2,84	20	8.565	8.582,6231	-17,6231	0,21
9	7.960	8.135,4427	-175,4427	2,2	21	8.474	8.583,0753	-109,0753	1,29
10	8.099	7.968,2499	130,7501	1,61	22	8.776	8.486,6854	289,3146	3,3
11	8.285	8.124,5988	160,4012	1,94	23	8.762	8.810,7504	-48,7504	0,56
12	8.334	8.313,2376	20,7624	0,25	24	8.772	8.779,0086	-7,0086	0,08

Tabel 5.2 Hasil Peramalan Balik untuk Data Kurs Dollar Amerika (Lanjutan)

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
25	8.783	8.790,3561	-7,3561	0,08	51	9.105	9.044,4259	60,5741	0,67
26	8.787	8.801,4122	-14,4122	0,16	52	9.195	9.127,0055	67,9945	0,74
27	8.787	8.805,0192	-18,0192	0,21	53	9.275	9.217,8477	57,1523	0,62
28	8.798	8.804,7946	-6,7946	0,08	54	9.205	9.297,2862	-92,2862	1
29	8.785	8.816,4122	-31,4122	0,36	55	9.205	9.218,8644	-13,8644	0,15
30	8.788	8.802,0647	-14,0647	0,16	56	9.155	9.222,7946	-67,7946	0,74
31	8.831	8.805,9630	25,0370	0,28	57	9.155	9.169,9873	-14,9873	0,16
32	8.800	8.851,2088	-51,2088	0,58	58	9.042	9.172,7946	-130,7946	1,45
33	8.838	8.816,0541	21,9459	0,25	59	9.159	9.053,4502	105,5498	1,15
34	8.879	8.857,9281	21,0719	0,24	60	9.319	9.183,3636	135,6364	1,46
35	8.770	8.899,0966	-129,0966	1,47	61	9.355	9.345,7778	9,2222	0,1
36	8.780	8.781,6748	-1,6748	0,02	62	9.385	9.374,8158	10,1842	0,11
37	8.780	8.798,3561	-18,3561	0,21	63	9.462	9.404,4790	57,5210	0,61
38	8.854	8.797,7946	56,2054	0,63	64	9.467	9.484,1178	-17,1178	0,18
39	8.758	8.875,9493	-117,9493	1,35	65	9.483	9.485,0753	-2,0753	0,02
40	8.795	8.770,4047	24,5953	0,28	66	9.472	9.501,6929	-29,6929	0,31
41	8.880	8.814,8720	65,1280	0,73	67	9.460	9.489,1770	-29,1770	0,31
42	8.890	8.902,5669	-12,5669	0,14	68	9.494	9.477,1209	16,8791	0,18
43	8.980	8.908,3561	71,6439	0,8	69	9.478	9.513,7035	-35,7035	0,38
44	8.913	9.002,8477	-89,8477	1,01	70	9.460	9.494,8963	-34,8963	0,37
45	8.933	8.927,0329	5,9671	0,07	71	9.437	9.476,7840	-39,7840	0,42
46	9.040	8.951,9175	88,0825	0,97	72	9.490	9.453,5033	36,4967	0,38
47	9.078	9.063,8021	14,1979	0,16	73	9.424	9.510,7703	-86,7703	0,92
48	9.130	9.097,9281	32,0719	0,35	74	9.541	9.438,0890	102,9110	1,08
49	9.090	9.150,7141	-60,7141	0,67	75	9.580	9.565,3636	14,6364	0,15
50	9.030	9.105,5488	-75,5488	0,84	76	9.625	9.599,9843	25,0157	0,26

Nilai rata-rata kesalahan = 54,79

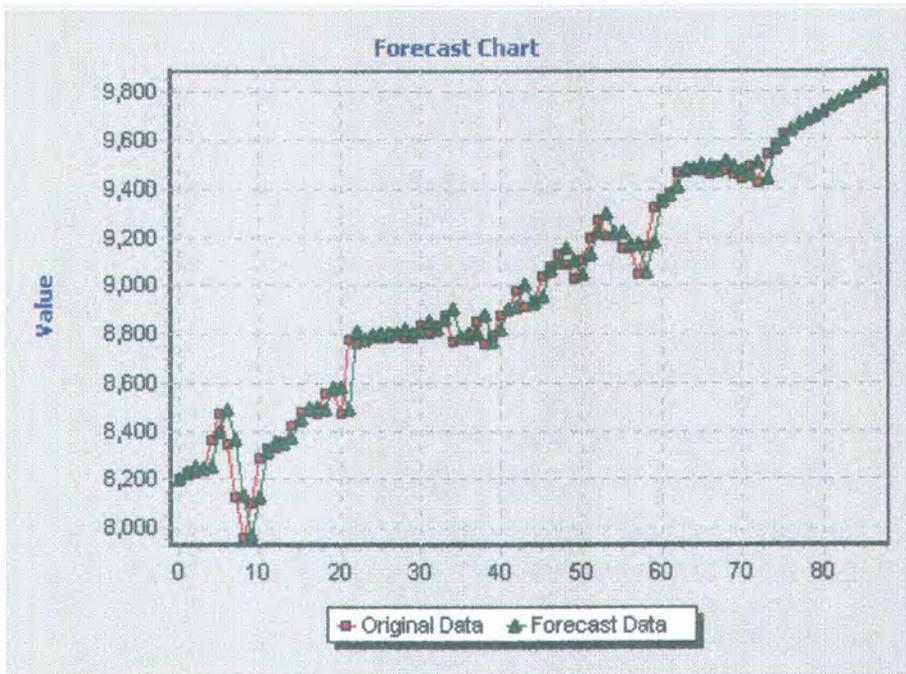
Nilai standard deviasi kesalahan = 54,63

- e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  adalah sebagai berikut :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 76

t	Value
77	9645.32113151763
78	9664.25666471624
79	9683.11440331487
80	9701.96777412545
81	9720.82089970598
82	9739.67401151805
83	9758.52712255708
84	9777.38023355271
85	9796.2333445459
86	9815.08645553896
87	9833.93956653201
88	9852.79267752505

Grafik historis dan hasil peramalan untuk data kurs dollar Amerika adalah sebagai berikut :



Gambar 5.2 Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Kurs Dollar Amerika

### 5.3.1.3 Data-3 (Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.4420	4.0500	False
2	0.1310	1.0200	True
3	0.0368	0.2820	True
4	-0.2170	-1.6600	True
5	-0.1820	-1.3500	True
6	-0.0666	-0.4850	True
7	-0.1550	-1.1200	True
8	-0.2030	-1.4500	True
9	-0.2150	-1.5000	True
10	-0.0322	-0.2190	True
11	0.2070	1.4100	True
12	0.1880	1.2500	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is MA(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	MA(1)	SSR
0	0.1000	873990969.625601
1	0.0947	869099694.544539

2	0.0894	864322317.036794
3	0.0842	859655584.670856
4	0.0790	855096360.682701
5	0.0739	850641618.885764
6	0.0688	846288438.852017
7	0.0638	842034001.347448
8	0.0588	837875584.006363
9	0.0538	833810557.229985
10	0.0489	829836380.295805
11	0.0440	825950597.665046
12	0.0392	822150835.476439
13	0.0345	818434798.215299
14	0.0297	814800265.547602
15	0.0250	811245089.309462
16	0.0204	807767190.643003
17	0.0158	804364557.270243
18	0.0112	801035240.897104
19	0.0067	797777354.74022
20	0.0022	794589071.169632
21	-0.0023	791468619.460935
22	-0.0067	788414283.650836
23	-0.0111	785424400.490456
24	-0.0154	782497357.491073
25	-0.0197	779631591.057325
26	-0.0240	776825584.703201
27	-0.0282	774077867.346444
28	-0.0324	771387011.677233
29	-0.0365	768751632.597294
30	-0.0406	766170385.725791
:	:	:
:	:	:
:	:	:
420	-0.4871	631688606.210346
421	-0.4872	631687735.99398
422	-0.4873	631686885.708062
423	-0.4873	631686054.895158
424	-0.4874	631685243.108228
425	-0.4875	631684449.910395
426	-0.4876	631683674.874712
427	-0.4877	631682917.583952
428	-0.4877	631682177.630381
429	-0.4878	631681454.615556
430	-0.4879	631680748.15011
431	-0.4879	631680057.853553
432	-0.4880	631679383.354076
433	-0.4881	631678724.288351
434	-0.4882	631678080.301347

## Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
MA(1)	-0.4882	0.0011	-440.6000
Cons.	0.0708	3.4040	0.0208

## c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

## Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
T Test : Passed  
Q Statistic : Passed

## d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.3 Hasil Peramalan Balik untuk Data Realisasi  
Ekspor Non Migas Propinsi Daerah Tingkat I Bali

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	30.221	24.407,99	5.813,01	19,24	43	22.815	24.185,11	-1.370,11	6,01
2	26.009	27.245,67	-1.236,67	4,75	44	19.990	23.739,20	-3.749,20	18,76
3	28.837	23.804,34	5.032,66	17,45	45	22.666	22.577,84	88,16	0,39
4	27.891	26.864,74	1.026,26	3,68	46	21.941	24.451,06	-2.510,06	11,44
5	21.171	24.909,00	-3.738,00	17,66	47	27.888	23.182,73	4.705,27	16,87
6	23.211	22.583,30	627,70	2,70	48	23.096	26.704,92	-3.608,92	15,63
7	20.813	24.714,43	-3.901,93	18,75	49	24.037	22.646,31	1.660,69	6,83
8	20.322	22.503,52	-2.181,72	10,74	50	23.693	25.086,89	-1.394,39	5,89
9	19.831	23.343,10	-3.512,10	17,71	51	23.078	23.727,59	-649,59	2,81
10	20.002	22.693,58	-2.691,58	13,46	52	30.636	24.090,92	6.545,08	21,36
11	21.383	23.094,12	-1.711,12	8,00	53	27.826	27.603,03	222,97	0,80
12	25.691	23.572,73	2.118,27	8,25	54	23.994	24.516,87	-522,87	2,18
13	25.079	25.442,06	-363,06	1,45	55	20.162	24.152,73	-3.990,73	19,79
14	27.660	24.230,79	3.429,21	12,40	56	19.789	22.459,91	-2.670,91	13,50
15	25.344	26.082,00	-738,00	2,91	57	19.416	23.104,21	-3.688,21	19,00
16	20.388	24.042,88	-3.654,88	17,93	58	20.896	22.607,61	-1.711,61	8,19
17	21.604	22.623,88	-1.019,88	4,72	59	26.104	23.572,49	2.531,51	9,70
18	25.873	23.910,16	1.962,84	7,59	60	27.381	25.643,79	1.737,21	6,34
19	19.747	25.366,19	-5.619,19	28,46	61	19.902	25.256,05	-5.354,05	26,90
20	21.031	21.664,99	-633,99	3,01	62	23.323	21.794,42	1.528,08	6,55
21	24.121	24.098,54	22,46	0,09	63	26.743	25.154,20	1.588,80	5,94
22	23.123	24.418,99	-1.295,99	5,60	64	21.925	25.183,60	-3.258,60	14,86
23	25.010	23.775,38	1.234,62	4,94	65	28.616	22.817,32	5.798,68	20,26
24	27.486	25.010,71	2.475,29	9,01	66	31.672	27.238,67	4.433,33	14,00
25	29.753	25.616,35	4.136,65	13,90	67	24.665	26.572,17	-1.907,17	7,73
26	25.940	26.427,35	-487,35	1,88	68	28.455	23.477,03	4.977,97	17,49
27	27.539	24.170,12	3.368,88	12,23	69	24.767	26.838,04	-2.071,04	8,36
28	30.117	26.052,55	4.064,45	13,50	70	23.907	23.392,16	514,84	2,15
29	28.578	26.392,10	2.185,90	7,65	71	25.521	24.659,35	861,65	3,38
30	24.337	25.475,08	-1.138,08	4,68	72	24.652	24.828,64	-176,64	0,72
31	22.089	23.852,46	-1.763,46	7,98	73	25.639	24.321,79	1.317,21	5,14
32	21.584	23.547,18	-1.963,18	9,10	74	29.064	25.051,02	4.012,98	13,81
33	21.079	23.449,69	-2.370,69	11,25	75	24.808	26.366,97	-1.558,97	6,28
34	20.549	23.250,76	-2.701,76	13,15	76	26.077	23.647,00	2.430,00	9,32
35	26.431	23.089,15	3.341,85	12,64	77	27.106	25.594,23	1.511,77	5,58
36	27.765	26.039,36	1.725,64	6,22	78	24.412	25.146,00	-734,00	3,01
37	25.984	25.250,40	733,60	2,82	79	21.718	24.049,72	-2.331,72	10,74
38	22.310	24.766,13	-2.456,13	11,01	80	21.254	23.269,78	-2.015,78	9,48
39	23.131	23.209,05	-78,05	0,34	81	20.790	23.424,01	-2.634,01	12,67
40	25.611	24.369,92	1.240,58	4,84	82	22.029	23.122,22	-1.093,22	4,96
41	28.090	25.013,86	3.076,14	10,95	83	23.891	23.874,36	16,64	0,07
42	25.453	25.909,65	-457,15	1,80	84	25.753	24.416,14	1.336,86	5,19

Nilai rata-rata kesalahan = 2.260,7239

Nilai standard deviasi kesalahan = 1.552,1288

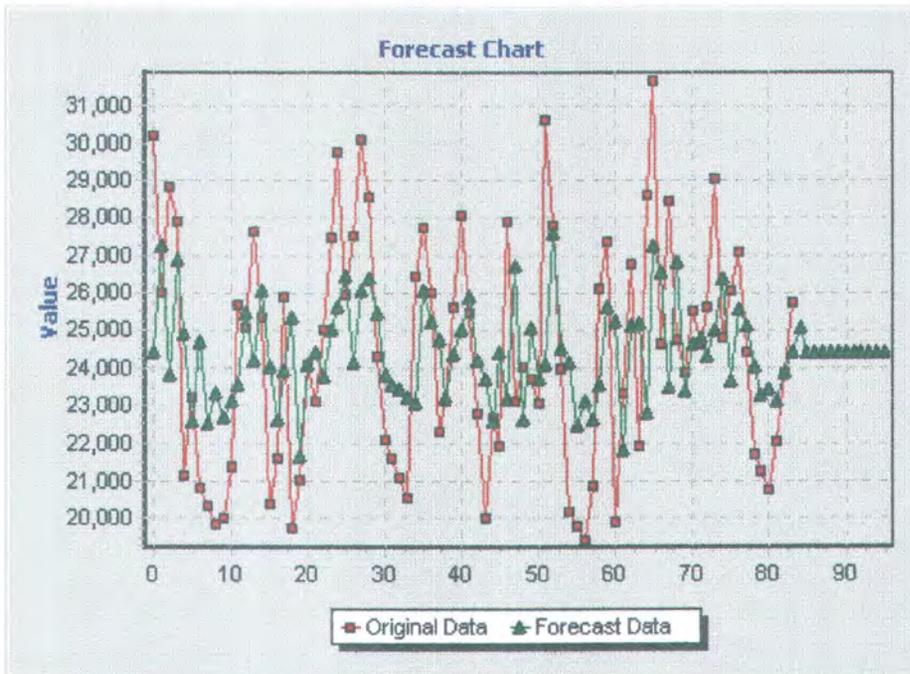
e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  sebagai berikut :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 84

t	Value
85	25060.6135820389
86	24407.9874703659
87	24407.9874703659
88	24407.9874703659

89 24407.9874703659  
 90 24407.9874703659  
 91 24407.9874703659  
 92 24407.9874703659  
 93 24407.9874703659  
 94 24407.9874703659  
 95 24407.9874703659  
 96 24407.9874703659

Grafik historis dan hasil peramalan adalah sebagai berikut :



Gambar 5.3 Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

#### 5.3.1.4 Data-4 (Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.6170	5.2400	False
2	0.3370	2.1500	False
3	0.1610	0.9670	True
4	0.1280	0.7600	True
5	0.1770	1.0400	True
6	0.2580	1.5000	True
7	0.1480	0.8350	True
8	-0.0370	-0.2060	True
9	-0.0666	-0.3710	True
10	0.0532	0.2960	True
11	0.1880	1.0400	True
12	0.2430	1.3300	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	28222484902.5894
1	0.6236	19305261589.8932

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.6236	0.0928	6.7220
Const.	3.847E4	9647.0000	3.9880

c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
 T Test : Passed  
 Q Statistic : Passed

d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.4 Hasil Peramalan Balik untuk Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	71.748	71.748	0	0	24	92.786	100.125,43	-7.339,43	7,91
2	57.132	83.214,26	-26.082,26	45,65	25	86.557	96.332,89	-9.775,89	11,29
3	65.720	74.100,18	-8.380,18	12,75	26	99.009	92.448,68	6.560,32	6,63
4	66.017	79.455,39	-13.438,39	20,36	27	102.017	100.213,35	1.803,65	1,77
5	70.818	79.640,59	-8.822,59	12,46	29	99.408	105.309,15	-5.901,15	5,94
6	74.988	82.634,34	-7.646,34	10,20	28	107.181	102.089,04	5.091,96	4,75
7	92.102	85.234,62	6.867,38	7,46	30	111.035	100.462,16	10.572,84	9,52
8	103.045	95.906,37	7.138,63	6,93	31	117.937	107.712,38	10.224,62	8,67
9	87.188	102.730,07	-15.542,07	17,83	32	130.250	112.016,25	18.233,75	14
10	82.752	92.842,15	-10.090,15	12,19	33	124.538	119.694,25	4.843,75	3,89
11	75.678	90.076,01	-14.398,01	19,03	34	120.003	116.132,43	3.870,57	3,23
12	69.481	85.664,88	-16.183,88	23,29	35	107.432	113.304,54	-5.872,54	5,47
13	81.583	81.800,63	-217,63	0,27	36	100.650	105.465,67	-4.815,67	4,78
14	92.928	89.347,05	3.580,95	3,85	37	88.357	101.236,63	-12.879,63	14,58
15	93.278	96.421,43	-3.143,43	3,37	38	99.468	93.571,10	5.896,90	5,93
16	95.763	96.639,68	-876,68	0,92	39	108.767	100.499,57	8.267,43	7,6
17	89.029	98.189,25	-9.160,25	10,29	40	102.308	106.298,13	-3.990,13	3,9
18	89.520	93.990,14	-4.470,14	4,99	41	103.070	102.270,50	799,50	0,78
19	113.888	94.296,31	19.591,69	17,2	42	108.933	102.745,66	6.187,34	5,68
20	125.319	109.491,42	15.827,58	12,63	43	126.628	106.401,64	20.226,36	15,97
21	118.108	116.619,43	1.488,57	1,26	44	136.802	117.435,68	19.366,32	14,16
22	111.827	112.122,88	-295,88	0,26	45	128.523	123.779,87	4.743,13	3,69
23	98.868	108.206,25	-9.338,25	9,45	46	105.049	118.617,35	-13.568,35	12,92

Tabel 5.4 Hasil Peramalan Balik untuk Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali (Lanjutan)

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
47	86.419	103.979,70	-17.560,70	20,32	60	96.014	102.259,90	-6.245,90	6,51
48	88.833	92.362,63	-3.529,63	3,97	61	100.693	98.345,76	2.347,24	2,33
49	94.170	93.867,92	302,08	0,32	62	184.293	101.263,44	83.029,56	45,05
50	89.502	97.195,90	-7.693,90	8,6	63	107.227	153.393,75	-46.166,75	43,06
51	86.877	94.285,09	-7.408,09	8,53	64	112.603	105.337,84	7.265,16	6,45
53	74.342	101.564,62	-27.222,62	36,62	65	105.782	108.690,14	-2.908,14	2,75
52	101.176	92.648,22	8.527,78	8,43	66	109.973	104.436,78	5.536,22	5,03
54	62.780	84.831,79	-22.051,79	35,13	67	133.494	107.050,15	26.443,85	19,81
55	103.483	77.622,10	25.860,90	24,99	68	143.368	121.717,10	21.650,90	15,1
56	131.102	103.003,20	28.098,80	21,43	69	135.999	127.874,22	8.124,78	5,97
57	118.335	120.225,53	-1.890,53	1,6	70	114.738	123.279,14	-8.451,14	7,37
58	117.002	112.264,43	4.737,57	4,05	71	91.787	110.021,46	-18.234,46	19,87
59	102.291	111.433,22	-9.142,22	8,94	72	83.427	95.709,94	-12.282,947	14,72

Nilai rata-rata kesalahan = 11.197,44

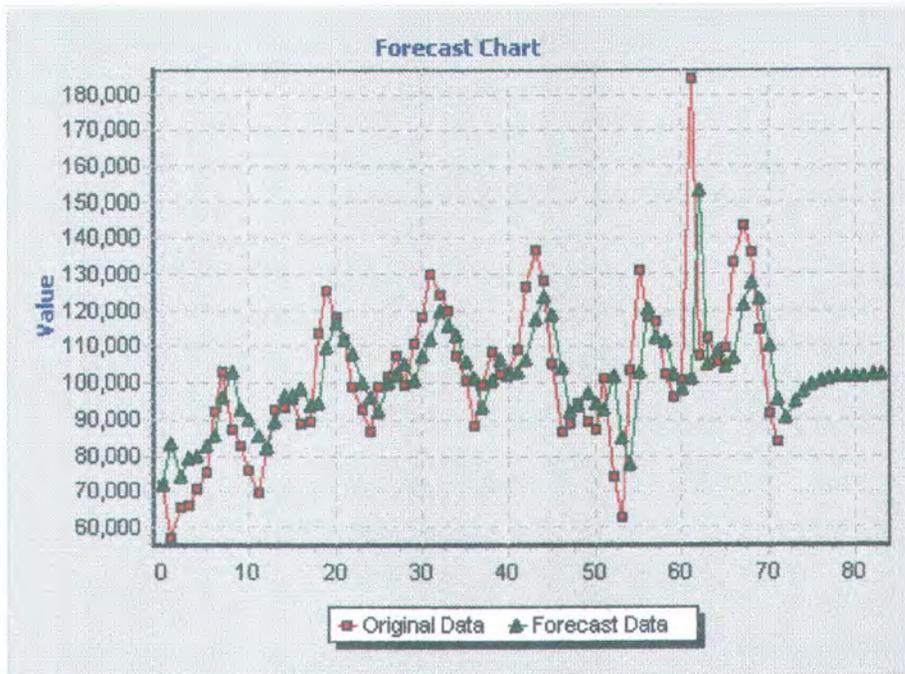
Nilai standard deviasi dari kesalahan = 11.944,83

e. Hasil tahap peramalan dengan  $t = 12$  :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 72

t	Value
73	90496.9155315076
74	94905.490581343
75	97654.5381312628
76	99368.7569766474
77	100437.689469269
78	101104.241862424
79	101519.882790067
80	101779.063287363
81	101940.680023616
82	102041.459093451
83	102104.301724433
84	102143.488395586

Grafik historis dan peramalan untuk data tamu asing pada hotel berbintang di Bali adalah sebagai berikut :



Gambar 5.4 Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Tamu Asing pada Hotel Bintang di Bali

### 5.3.1.5 Data-5 (Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.9720	8.9100	False
2	0.9350	5.0400	False
3	0.8940	3.8000	False
4	0.8470	3.1100	False
5	0.7960	2.6300	False
6	0.7400	2.2700	False
7	0.6800	1.9700	True
8	0.6130	1.7000	True
9	0.5450	1.4600	True
10	0.4730	1.2400	True
11	0.4080	1.0500	True
12	0.3470	0.8780	True

Warning : The series is not stationer  
Generating First Difference ...

Phase I-1. Stationary Test on First Difference Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.2060	1.8700	True
2	0.0794	0.6950	True
3	0.0920	0.8000	True
4	0.0839	0.7240	True

5	0.1070	0.9170	True
6	0.0726	0.6160	True
7	0.1520	1.2900	True
8	0.0149	0.1230	True
9	0.0913	0.7560	True
10	-0.0870	-0.7160	True
11	-0.0640	-0.5240	True
12	-0.0847	-0.6910	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	923.907988191029
1	0.2249	910.30831616261

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.2249	0.1142	1.9697
Const.	0.0064	0.3728	0.0172

c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
T Test : Passed  
Q Statistic : Passed

d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.5 Hasil Peramalan Balik untuk Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	19	19	0	0,00	16	13	15,0064	-2,0064	15,43
2	18	18,3908	-0,3908	2,17	17	13	12,5567	0,4433	3,41
3	18	17,7816	0,2184	1,21	18	13	13,0064	-0,0064	0,05
4	18	18,0064	-0,0064	0,04	19	13	13,0064	-0,0064	0,05
5	18	18,0064	-0,0064	0,04	20	11	13,0064	-2,0064	18,24
6	17,5	18,0064	-0,5064	2,89	21	13	10,5567	2,4433	18,79
7	17,5	17,394	0,106	0,61	22	13	13,4561	-0,4561	3,51
8	17	17,064	-0,5064	2,98	23	13,5	13,0064	0,4936	3,66
9	15	16,894	-1,894	12,63	24	12	13,6189	-1,6189	13,49
10	15	14,5567	0,4433	2,96	25	13	11,6691	1,3309	10,24
11	15	15,0064	-0,0064	0,04	26	13	13,2313	-0,2313	1,78
12	15	15,0064	-0,0064	0,04	27	14,16	13,0064	1,1536	8,15
13	15	15,0064	-0,0064	0,04	28	15	14,4273	0,5727	3,82
14	15	15,0064	-0,0064	0,04	29	15	15,1953	-0,1953	1,30
15	15	15,0064	-0,0064	0,04	30	15	15,0064	-0,0064	0,04

Tabel 5.5 Hasil Peramalan Balik untuk Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali (Lanjutan)

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
31	16	15,0064	0,9936	6,21	58	32,5	32,5064	-0,0064	0,02
32	16	16,2313	-0,2313	1,45	59	31	32,5064	-1,5064	4,86
33	16	16,0064	-0,0064	0,04	60	30	30,6691	-0,6691	2,23
34	16	16,0064	-0,0064	0,04	61	28	29,7816	-1,7816	6,36
35	16	16,0064	-0,0064	0,04	62	30	27,5567	2,4433	8,14
36	16	16,0064	-0,0064	0,04	63	45	30,4561	14,5439	32,32
37	16	16,0064	-0,0064	0,04	64	45	48,3794	-3,3794	7,51
38	16	16,0064	-0,0064	0,04	65	48,5	45,0064	3,4936	7,20
39	16	16,0064	-0,0064	0,04	66	50	49,2934	0,7066	1,41
40	15,5	16,0064	-0,5064	3,27	67	50	50,3437	-0,3437	0,69
41	15,5	15,394	0,106	0,68	68	57	50,0064	6,9936	12,27
42	15,5	15,5064	-0,0064	0,04	69	61	58,5805	2,4195	3,97
43	15,5	15,5064	-0,0064	0,04	70	61	61,9059	-0,9059	1,49
44	16,5	15,5064	0,9936	6,02	71	61	61,0064	-0,0064	0,01
45	16,5	16,7313	-0,2313	1,40	72	61	61,0064	-0,0064	0,01
46	16	16,5064	-0,5064	3,17	73	60	61,0064	-1,0064	1,68
47	15,5	15,894	-0,394	2,54	74	60	59,7816	0,2184	0,36
48	16	15,394	0,606	3,79	75	48	60,0064	-12,0064	25,01
49	16	16,1189	-0,1189	0,74	76	40	45,3081	-5,3081	13,27
50	16	16,0064	-0,0064	0,04	77	38	38,2075	-0,2075	0,55
51	15	16,0064	-1,0064	6,71	78	37	37,5567	-0,5567	1,50
52	16	14,7816	1,2184	7,62	79	30,5	36,7816	-6,2816	20,60
53	16	16,2313	-0,2313	1,45	80	30	29,0448	0,9552	3,18
54	15	16,0064	-1,0064	6,71	81	30	29,894	0,106	0,35
55	16	14,7816	1,2184	7,62	82	30	30,0064	-0,0064	0,02
56	32,5	16,2313	16,2687	50,06	83	30	30,0064	-0,0064	0,02
57	32,5	36,2167	-3,7167	11,44	84	21	30,0064	-9,0064	42,89

Nilai rata-rata kesalahan = 1,44

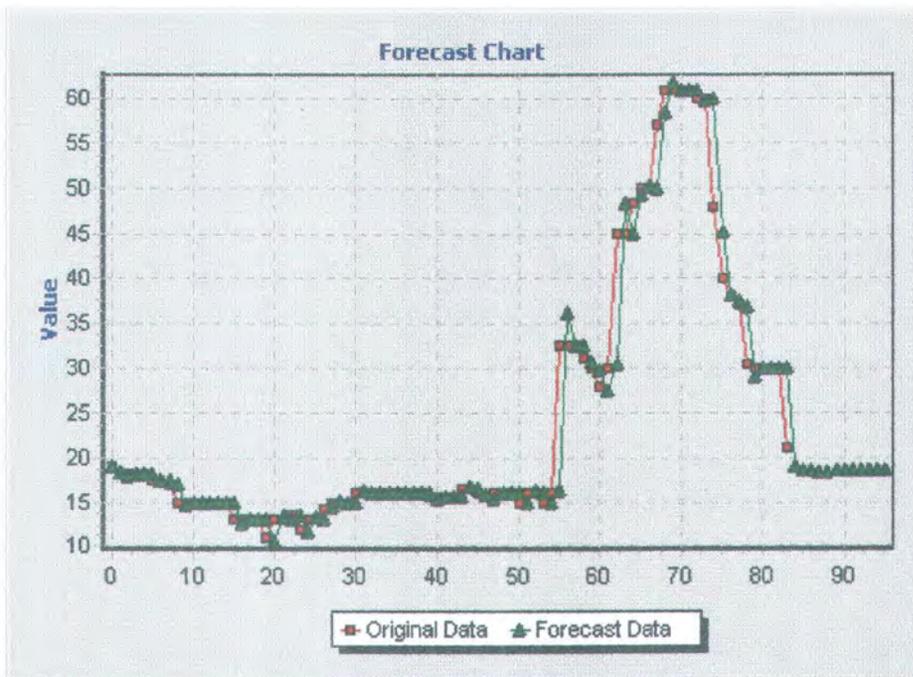
Nilai standard deviasi dari kesalahan = 2,95

e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 84

t	Value
85	18.9826583730107
86	18.5354547729352
87	18.4413163368508
88	18.4265690166348
89	18.4296737813076
90	18.4367928104404
91	18.4448144971202
92	18.4530391576339
93	18.4613094593514
94	18.4695900240643
95	18.4778728965399
96	18.4861562879449

Grafik historis dan hasil peramalan untuk data suku bunga deposito berjangka rupiah 3 bulan adalah sebagai berikut :



Gambar 5.5 Grafik Historis dan Hasil Peramalan untuk Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

### 5.3.1.6 Data-6 (Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.7350	6.2400	False
2	0.6460	3.8000	False
3	0.6100	3.0300	False
4	0.5370	2.3800	False
5	0.4850	2.0000	True
6	0.4140	1.6200	True
7	0.3110	1.1800	True
8	0.3510	1.3000	True
9	0.3820	1.3800	True
10	0.2820	0.9950	True
11	0.2090	0.7290	True
12	0.2390	0.8270	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
-----------	-------	-----

0	0.1000	20.361765859375
1	0.7362	10.6780382176001

## Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.7362	0.0804	9.1580
Const.	1.06	0.3225	3.2810

## c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

## Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis	: Passed
T Test	: Passed
Q Statistic	: Not Passed

## d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.6 Hasil Peramalan Balik Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing di Hotel Berbintang di Bali

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	3,4	3,4	0	0	37	4,1	4,07	0,03	0,73
2	2,8	3,56	-0,76	27,14	38	3,6	4,07	-0,47	13,06
3	2,8	3,11	-0,31	11,07	39	4	3,70	0,3	7,5
4	4,3	3,11	1,12	26,05	40	3,5	4,00	-0,5	14,29
5	3,3	4,22	-0,92	27,88	41	3,5	3,63	-0,13	3,71
6	2,8	3,48	-0,68	24,29	42	3,6	3,63	-0,03	0,83
7	3	3,11	-0,11	3,67	43	3,9	3,70	0,2	5,13
8	2,6	3,26	-0,66	25,38	44	4	3,92	0,08	2
9	2,8	2,97	-0,17	6,07	45	4,1	4,00	0,1	2,44
10	2,9	3,11	-0,21	7,24	46	4,5	4,07	0,43	9,56
11	2,6	3,19	-0,59	22,69	47	3,7	4,37	-0,67	18,11
12	3,1	2,97	0,13	4,19	48	4,3	3,78	0,52	12,09
13	4,4	3,34	1,06	24,09	49	4,71	4,22	0,49	10,4
14	4	4,29	-0,29	7,25	50	4,18	4,52	-0,34	8,13
15	4	4,00	0	0	51	4,4	4,13	0,27	6,14
16	3,9	4,00	-0,1	2,56	52	4,15	4,29	-0,14	3,37
17	3,9	3,92	-0,02	0,51	53	4,07	4,11	-0,04	0,98
18	4	3,92	0,08	2	54	4,75	4,05	0,7	14,74
19	3,7	4,00	-0,03	0,81	55	4,25	4,55	-0,3	7,06
20	3,4	3,78	-0,38	11,18	56	4,33	4,19	0,14	3,23
21	3,6	3,56	0,04	1,11	57	4,71	4,25	0,46	9,77
22	3,6	3,70	-0,1	2,78	58	4,67	4,53	0,14	3
23	3,8	3,70	0,1	2,63	59	4,68	4,50	0,18	3,85
24	3,5	3,85	-0,35	10	60	4,58	4,50	0,08	1,75
25	4,4	3,63	0,77	17,5	61	4,69	4,43	0,27	5,76
26	3,8	4,29	-0,49	12,89	62	4,92	4,51	0,41	8,33
27	4,3	3,85	0,45	10,47	63	4,85	4,68	0,17	3,51
28	3,8	4,22	-0,42	11,05	64	4,57	4,62	-0,05	1,09
29	4	3,85	0,15	3,75	65	4,58	4,42	0,16	3,49
30	3,8	4,00	-0,2	5,26	66	4,7	4,43	0,27	5,74
31	4,1	3,85	0,25	6,1	67	4,47	4,52	-0,05	1,12
32	4	4,07	-0,07	3	68	4,38	4,35	0,03	0,68
33	4,1	4,00	0,09	2,2	69	4,44	4,28	0,16	3,6
34	4,4	4,07	0,33	7,5	70	4,34	4,32	0,01	0,23
35	4,2	4,29	-0,09	2,14	71	4,4	4,25	0,15	3,41
36	4,1	4,15	-0,05	1,22	72	4,17	4,29	-0,12	2,88

Nilai rata-rata kesalahan = 0,28

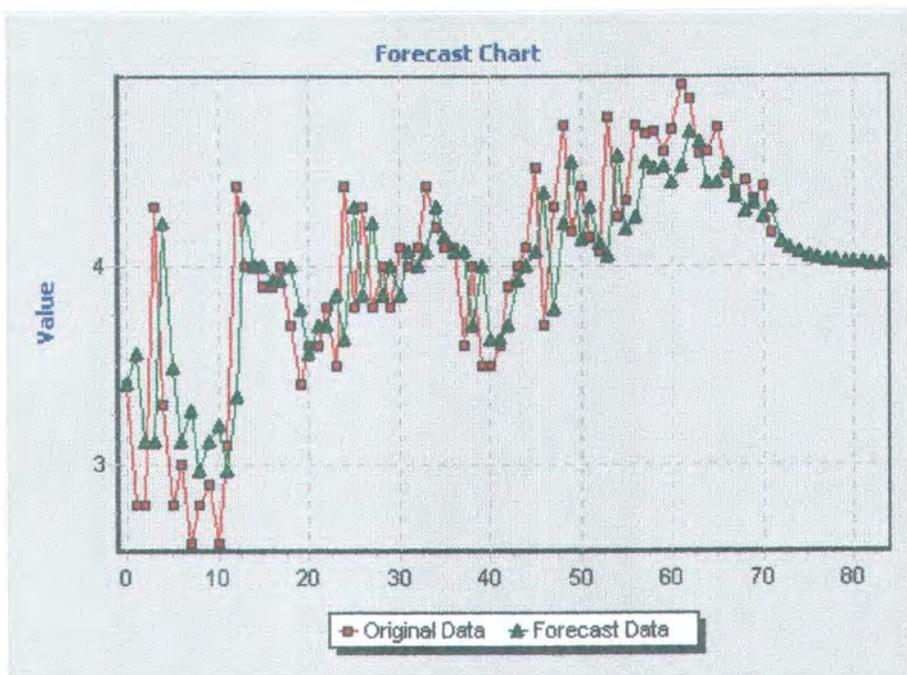
Nilai standard deviasi dari kesalahan = 0,25

e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 72

t	Value
73	4.12789250539638
74	4.09689439248202
75	4.07407463050624
76	4.05727549379524
77	4.04490853770979
78	4.03580440304796
79	4.02910224712794
80	4.02416834669206
81	4.02053617611865
82	4.01786229502886
83	4.01589387423534
84	4.01444478944427

Grafik historis dan hasil peramalan untuk data rata-rata lama menginap tamu asing pada hotel berbintang di Propinsi Daerah Tingkat I Bali adalah sebagai berikut :



Gambar 5.6 Grafik Historis dan Hasil Peramalan untuk Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing di Hotel Berbintang di Bali

### 5.3.1.7 Data-7 (Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

#### a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.2060	1.7500	True
2	0.1540	1.2600	True
3	0.2660	2.1200	False
4	0.1900	1.4300	True
5	0.0319	0.2330	True
6	0.0741	0.5410	True
7	0.1320	0.9630	True
8	0.0150	0.1080	True
9	0.0635	0.4570	True
10	-0.0388	-0.2780	True
11	-0.1400	-1.0000	True
12	-0.0652	-0.4600	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

#### b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	33666228.5998437
1	0.2061	33275363.180743

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.2061	0.1178	1.7493
Const.	2443.5672	372.2908	6.5636

#### c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed

T Test : Passed

Q Statistic : Passed

Result : The model is a good fit

#### d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.7 Hasil Peramalan Balik Data Penyaluran Beras di Propinsi Bali

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	3.211	3.211,00	0,00	0,00	37	2.886	2.935,01	-577,01	24,47
2	2.531	3.105,21	-574,21	22,69	38	2.693	2.929,45	-43,45	1,51
3	2.622	2.965,09	-343,09	13,09	39	3.489	3.038,24	-345,24	12,82
4	2.223	2.983,84	-760,84	34,23	40	2.461	2.998,47	490,53	14,06
5	2.310	2.901,63	-591,63	25,61	41	2.810	3.162,50	-701,50	28,50
6	2.705	2.919,56	-214,56	7,93	42	3.463	2.950,67	-140,67	5,01
7	2.729	3.000,95	-271,95	9,97	43	2.777	3.022,58	440,42	12,72
8	2.845	3.005,89	-160,89	5,66	44	2.889	3.157,14	-380,14	13,69
9	2.848	3.029,80	-181,80	6,38	45	3.124	3.015,78	-126,78	4,39
10	2.514	3.030,41	-516,41	20,54	46	2.937	3.038,86	85,14	2,73
11	2.557	2.967,59	-410,59	16,06	47	3.286	3.087,28	-150,28	5,12
12	3.007	2.970,45	36,55	1,22	48	2.661	3.048,75	237,25	7,22
13	2.592	3.063,18	-471,18	18,18	49	2.802	3.120,67	-459,67	17,27
14	2.869	2.977,66	-108,66	3,79	50	3.574	2.991,88	-189,88	6,78
15	2.770	3.034,74	-264,74	9,56	51	3.153	3.020,93	553,07	15,47
16	2.516	3.014,34	-498,34	19,81	52	3.779	3.180,01	-27,01	0,86
17	3.990	2.962,00	1.028,00	25,76	53	4.053	3.093,26	685,74	18,15
18	2.592	3.265,73	-673,73	25,99	54	3.085	3.222,25	830,75	20,50
19	2.738	2.977,66	-239,66	8,75	55	2.994	3.278,71	-193,71	6,28
20	2.939	3.007,75	-68,75	2,34	56	3.920	3.079,25	-85,25	2,85
21	6.226	3.049,16	3.176,84	51,03	57	3.796	3.060,50	859,50	21,93
22	2.670	3.726,47	-1.056,47	39,57	58	4.232	3.251,31	544,70	14,35
23	2.641	2.993,74	-352,74	13,36	59	4.398	3.225,75	1.006,25	23,78
24	4.164	2.987,76	1.176,24	28,25	60	6.074	3.315,59	1.082,41	24,61
25	2.752	3.301,58	-549,58	19,97	61	2.997	3.349,80	2.724,20	44,85
26	2.934	3.010,63	-76,63	2,61	62	3.193	3.695,15	-698,15	23,29
27	2.850	3.048,13	-198,13	6,95	63	2.784	3.061,12	131,88	4,13
28	2.880	3.030,83	-150,83	5,24	64	2.926	3.122,11	-338,11	12,14
29	2.598	3.037,01	-439,01	16,90	65	3.150	3.017,23	-91,23	3,12
30	3.112	2.978,90	133,10	4,28	66	3.033	3.046,49	103,51	3,29
31	2.870	3.084,81	-214,81	7,48	67	2.949	3.092,64	-59,64	1,97
32	2.399	3.034,95	-635,95	26,51	68	2.998	3.068,53	-119,53	4,05
33	3.182	2.937,89	244,11	7,67	69	2.954	3.051,23	-53,23	1,78
34	3.298	3.099,24	198,76	6,03	70	2.974	3.061,32	-107,32	3,63
35	2.385	3.123,14	-738,14	30,95	71	3.007	3.052,26	-78,26	2,63
36	2.358	2.935,01	-557,01	24,47	72	2.967	3.056,38	-49,38	1,64

Nilai rata-rata kesalahan : 440,80

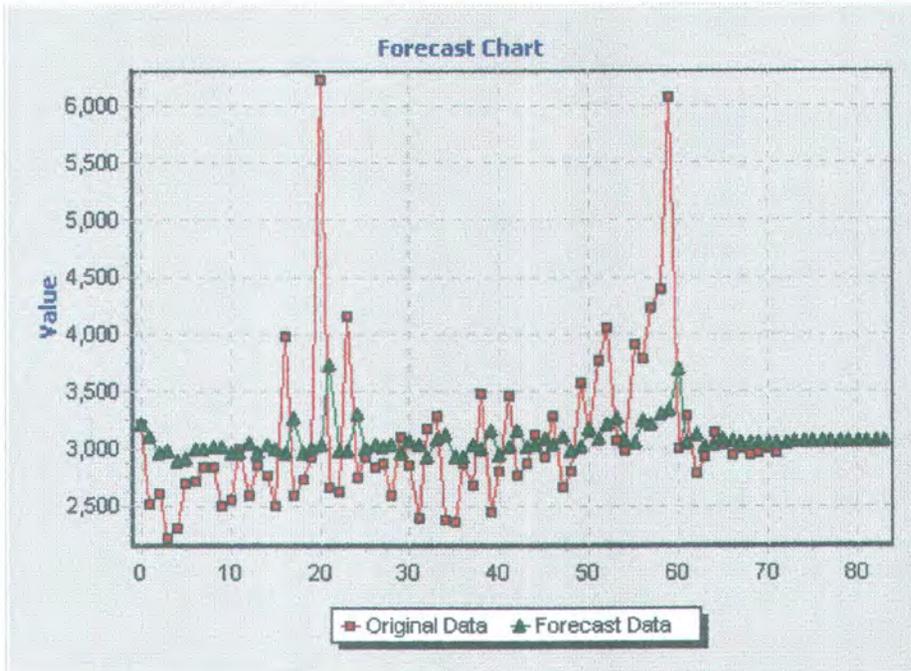
Nilai standard deviasi dari kesalahan : 517,54

e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 12$  :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 72

t	Value
73	3054.93408396006
74	3073.05339149853
75	3076.78697568897
76	3077.55630149667
77	3077.71482536227
78	3077.74749008729
79	3077.75422083573
80	3077.75560774392
81	3077.75589352407
82	3077.75595241067
83	3077.75596454458

Grafik historis dan hasil peramalan data penyaluran beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali adalah sebagai berikut :



Gambar 5.7 Grafik Historis dan Hasil Peramalan untuk Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

### 5.3.1.8 Data-8 (Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \log X$ )

a. Hasil tahap identifikasi :

Phase I-1. Stationary Test on Original Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.9290	9.2900	False
2	0.8700	5.2700	False
3	0.8180	3.9700	False
4	0.7710	3.2600	False
5	0.7280	2.8000	False
6	0.6890	2.4600	False
7	0.6520	2.2000	False
8	0.6170	1.9900	True
9	0.5840	1.8100	True
10	0.5520	1.6600	True
11	0.5220	1.5300	True
12	0.4940	1.4100	True

Warning : The series is not stationer  
Generating First Difference ...

Phase I-1. Stationary Test on First Difference Data

No	ACF	T-Test	Stationarity
1	0.7640	7.6000	False
2	0.6190	4.1800	False
3	0.5180	3.0100	False
4	0.4450	2.3800	False
5	0.3870	1.9600	True
6	0.3410	1.6600	True
7	0.3030	1.4400	True
8	0.2700	1.2600	True
9	0.2440	1.1200	True
10	0.2190	0.9910	True
11	0.1970	0.8840	True
12	0.1790	0.7960	True

Result : The series is stationer

Phase I-2. Finding Model

Result : Candidate Model is AR(1)

b. Hasil tahap estimasi parameter :

Phase II. Estimating Parameter

Iteration	AR(1)	SSR
0	0.1000	0.0283690751239669
1	0.7664	0.000710984451495327

Final Estimation Results

Type	Coef.	Std	T
AR(1)	0.7664	0.0084	91.5075
Const.	0.0023	0.0003	8.9487

c. Hasil tahap pengecekan diagnostik :

Phase III. Diagnostic Checking

Residual Analysis : Passed  
T Test : Passed  
Q Statistic : Not Passed

d. Hasil peramalan balik :

Tabel 5.8 Hasil Peramalan Balik Data Buatan Menggunakan Fungsi  $Y = \log X$

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
1	0,301	0,301	0	0,00	9	1,000	0,9954	0,0046	0,46
2	0,477	0,4576	0,0194	4,07	10	1,041	1,0376	0,0034	0,33
3	0,602	0,6142	-0,0122	2,03	11	1,079	1,0747	0,0043	0,40
4	0,699	0,7001	-0,0011	0,16	12	1,114	1,1104	0,0036	0,32
5	0,778	0,7756	0,0024	0,31	13	1,146	1,1431	0,0029	0,25
6	0,845	0,8408	0,0042	0,50	14	1,176	1,1728	0,0032	0,27
7	0,903	0,8986	0,0044	0,49	15	1,204	1,2013	0,0027	0,22
8	0,954	0,9497	0,0043	0,45	16	1,230	1,2278	0,0022	0,18

Tabel 5.8 Hasil Peramalan Balik Data Buatan Menggunakan Fungsi  $Y = \log X$  (Lanjutan)

T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan		T	Data Asli	Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%				Numerik	%
17	1,255	1,2522	0,0028	0,22	59	1,778	1,7794	-0,0014	0,08
18	1,279	1,2765	0,0025	0,20	60	1,785	1,7857	-0,0007	0,04
19	1,301	1,2997	0,0013	0,10	61	1,792	1,7927	-0,0007	0,04
20	1,322	1,3202	0,0018	0,14	62	1,799	1,7997	-0,0007	0,04
21	1,342	1,3404	0,0016	0,12	63	1,806	1,8067	-0,0007	0,04
22	1,362	1,3596	0,0024	0,18	64	1,813	1,8137	-0,0007	0,04
23	1,380	1,3796	0,0004	0,03	65	1,820	1,8207	-0,0007	0,04
24	1,398	1,3961	0,0019	0,14	66	1,826	1,8277	-0,0017	0,09
25	1,415	1,4141	0,0009	0,06	67	1,833	1,8329	0,0001	0,01
26	1,431	1,4303	0,0007	0,05	68	1,839	1,8407	-0,0017	0,09
27	1,447	1,4456	0,0014	0,10	69	1,845	1,8459	-0,0009	0,05
28	1,462	1,4616	0,0004	0,03	70	1,851	1,8519	-0,0009	0,05
29	1,477	1,4758	0,0012	0,08	71	1,857	1,8579	-0,0009	0,05
30	1,491	1,4908	0,0002	0,01	72	1,863	1,8639	-0,0009	0,05
31	1,505	1,5040	0,0010	0,07	73	1,869	1,8699	-0,0009	0,05
32	1,519	1,5180	0,0010	0,07	74	1,875	1,8759	-0,0009	0,05
33	1,531	1,5320	-0,0010	0,07	75	1,881	1,8819	-0,0009	0,05
34	1,544	1,5425	0,0015	0,10	76	1,886	1,8879	-0,0019	0,10
35	1,556	1,5563	-0,0003	0,02	77	1,892	1,8921	-0,0001	0,01
36	1,568	1,5675	0,0005	0,03	78	1,898	1,8989	-0,0009	0,05
37	1,580	1,5795	0,0005	0,03	79	1,903	1,9049	-0,0019	0,10
38	1,591	1,5915	-0,0005	0,03	80	1,908	1,9091	-0,0011	0,06
39	1,602	1,6017	0,0003	0,02	81	1,914	1,9141	-0,0001	0,01
40	1,613	1,6127	0,0003	0,02	82	1,919	1,9209	-0,0019	0,10
41	1,623	1,6237	-0,0007	0,04	83	1,924	1,9251	-0,0011	0,06
42	1,633	1,6330	0	0,00	84	1,929	1,9301	-0,0011	0,06
43	1,643	1,6430	0	0,00	85	1,934	1,9357	-0,0011	0,06
44	1,653	1,6530	0	0,00	86	1,940	1,9401	-0,0001	0,01
45	1,663	1,6630	0	0,00	87	1,944	1,9469	-0,0029	0,15
46	1,672	1,6730	-0,0010	0,06	88	1,949	1,9494	-0,0004	0,02
47	1,681	1,6812	-0,0002	0,01	89	1,954	1,9551	-0,0011	0,06
48	1,690	1,6902	-0,0002	0,01	90	1,959	1,9601	-0,0011	0,06
49	1,699	1,6992	-0,0002	0,01	91	1,964	1,9651	-0,0011	0,06
50	1,708	1,7082	-0,0002	0,01	92	1,968	1,9701	-0,0021	0,11
51	1,716	1,7172	-0,0012	0,07	93	1,973	1,9734	-0,0004	0,02
52	1,724	1,7244	-0,0004	0,02	94	1,978	1,9791	-0,0011	0,06
53	1,732	1,7324	-0,0004	0,02	95	1,982	1,9841	-0,0021	0,11
54	1,740	1,7404	-0,0004	0,02	96	1,987	1,9874	-0,0004	0,02
55	1,748	1,7484	-0,0004	0,02	97	1,991	1,9931	-0,0021	0,11
56	1,756	1,7564	-0,0004	0,02	98	1,996	1,9964	-0,0004	0,02
57	1,763	1,7644	-0,0014	0,08	99	2,000	2,0021	-0,0021	0,11
58	1,771	1,7707	0,0003	0,02	100	2,004	2,0054	-0,0014	0,07

Nilai rata-rata kesalahan = 0,0015

Nilai standard deviasi kesalahan = 0,0024

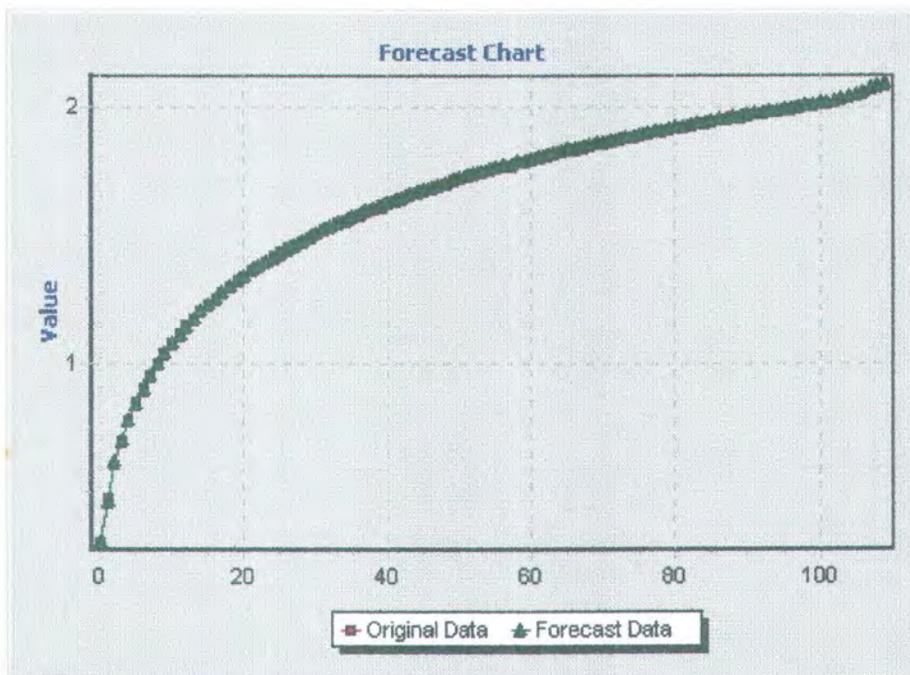
e. Hasil peramalan ke depan dengan  $t = 10$  :

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 100

t	Value
101	2.0093597068838
102	2.01576155962662
103	2.02296216392717
104	2.03077497048851

105	2.03905699880533
106	2.04769866162521
107	2.05661596591796
108	2.06574453531713
109	2.07503502862686
110	2.08444962834133

Grafik data historis dan hasil peramalan data buatan menggunakan fungsi  $Y = \log X$  adalah sebagai berikut :



Gambar 5.8 Grafik Historis dan Hasil Peramalan Data Buatan Menggunakan Fungsi  $Y = \log X$

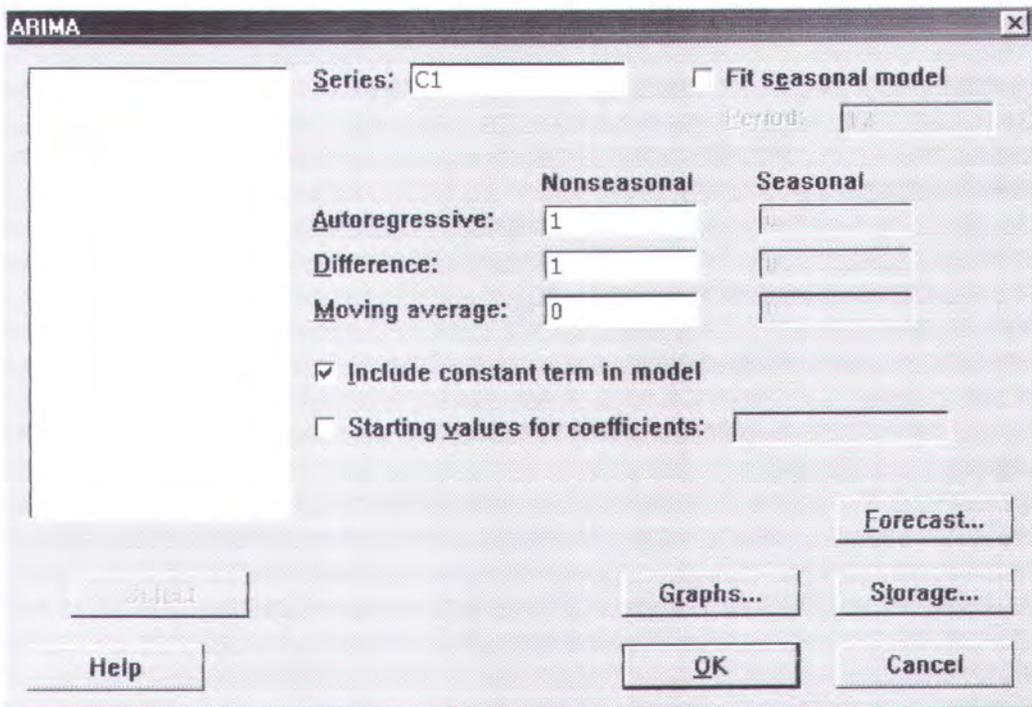
### 5.3.2 UJI COBA PERBANDINGAN DENGAN MINITAB

Tujuan dari uji coba ini adalah untuk membandingkan hasil peramalan yang didapat menggunakan perangkat lunak yang telah dibuat dengan hasil peramalan dari perangkat lunak Minitab. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah perangkat lunak yang dibuat berhasil melakukan peramalan ke depan dengan nilai kesalahan peramalan yang kecil. Hasil peramalan ini juga akan dibandingkan dengan nilai data aslinya. Perbandingan ini akan ditampilkan

dalam bentuk tabel dan grafik untuk tiap-tiap data. Untuk melakukan peramalan dengan Minitab maka perlu dilakukan langkah-langkah seperti berikut :

1. Memasukkan model untuk data

Pada Minitab model untuk data yang akan dianalisis harus dimasukkan oleh pengguna. Untuk memasukkan model suatu data maka pada menu dipilih Stat, kemudian Time Series dan terakhir ARIMA. Jika hal tersebut telah dilakukan maka akan muncul dialog seperti berikut :



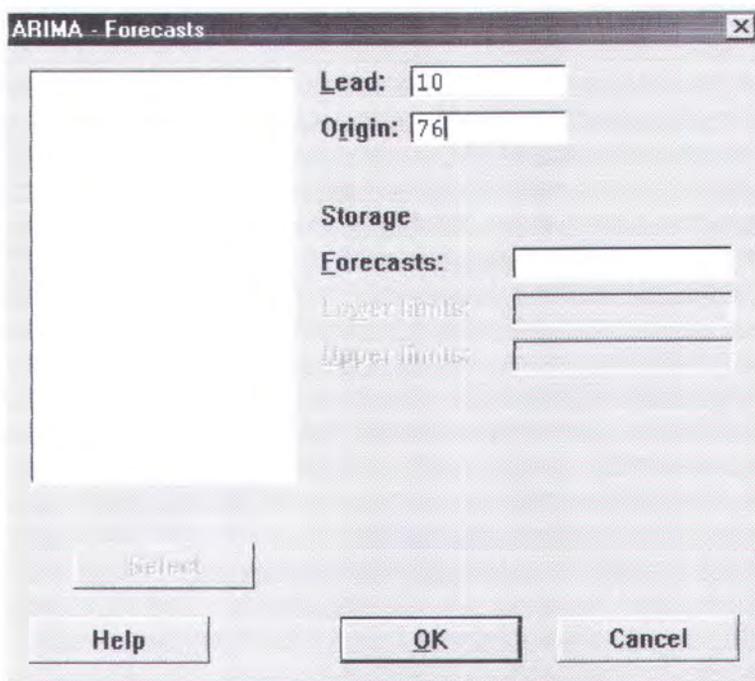
Gambar 5.9 Dialog Model pada Minitab

Series pada dialog di atas digunakan untuk menentukan data yang akan dianalisis. Untuk model *non seasonal* harus dimasukkan tingkat AR, MA dan jumlah *differencing* yang dilakukan. Pilihan Include constant term in model dipilih jika pada model konstanta juga

diperhitungkan. Sedangkan Starting values for coefficients digunakan untuk menentukan nilai awal untuk estimasi parameter.

## 2. Memasukkan jumlah peramalan

Jika dialog seperti pada gambar 5.9 telah ditampilkan maka untuk memasukkan jumlah peramalan yang diinginkan dapat dilakukan dengan menekan tombol Forecast yang akan menampilkan dialog seperti berikut :



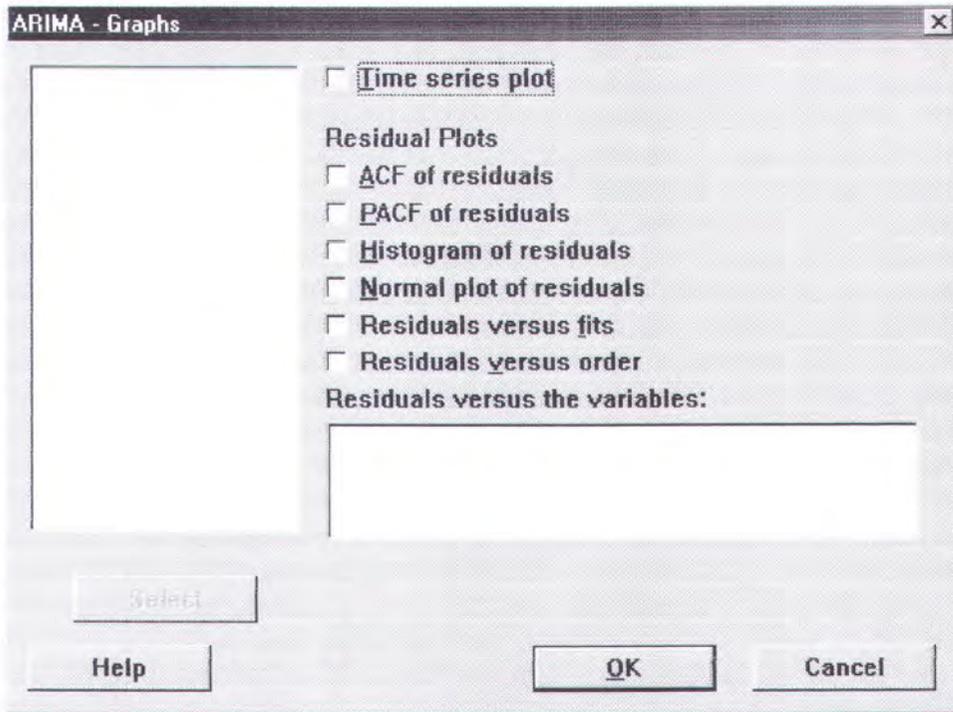
Gambar 5.10 Dialog Peramalan pada Minitab

Lead pada dialog di atas adalah jumlah peramalan yang ingin dilakukan. Sedangkan Origin adalah waktu mulai dari peramalan.

## 3. Menampilkan hasil peramalan

Untuk menampilkan hasil peramalan maka pada dialog seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.9 dipilih Graph, kemudian akan muncul

dialog seperti pada gambar 5.11. Jika hasil peramalan beserta data historis ingin ditampilkan maka pada Time Series Plot dipilih.

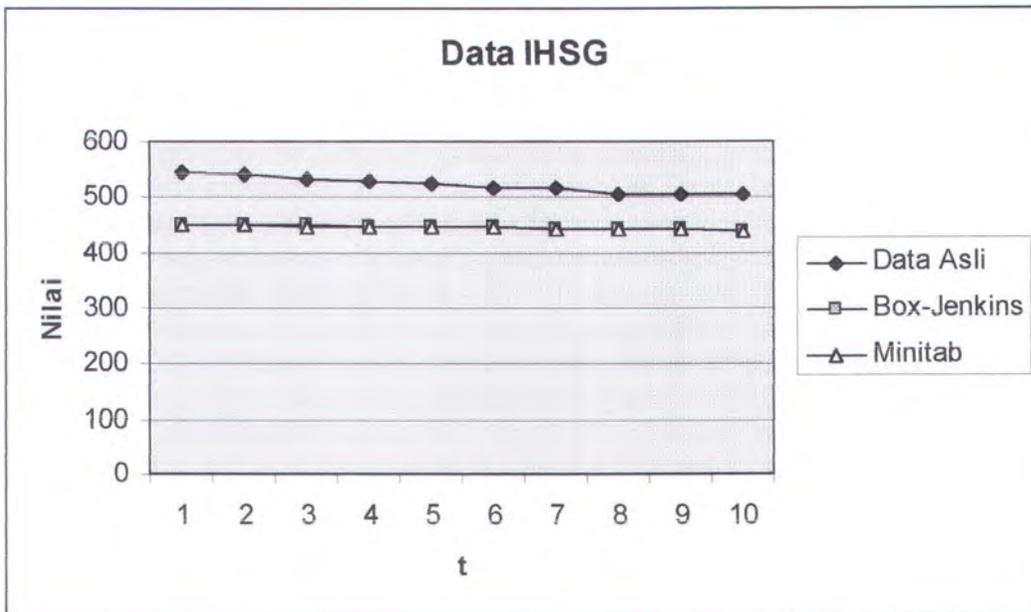


Gambar 5.11 Dialog untuk Menampilkan Grafik

### 5.3.2.1 Data-1 (Data Indeks Harga Saham Gabungan)

Tabel 5.9 Perbandingan Hasil Peramalan untuk Data IHSG

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	544,5130	450,5884	-93,9246	17,25	450,5260	-93,9870	17,26
2.	539,8160	449,3238	-90,4922	16,76	449,1880	-90,6280	16,79
3.	534,5200	448,1249	-86,3951	16,16	447,9130	-86,6070	16,20
4.	530,0020	446,9399	-83,0621	15,67	446,6510	-83,3510	15,73
5.	525,8630	445,7580	-80,1050	15,23	445,3930	-80,4700	15,30
6.	518,8110	444,5767	-74,2343	14,31	444,1350	-74,6760	14,39
7.	516,9590	443,3955	-73,5635	14,23	442,8780	-74,0810	14,33
8.	503,5000	442,2144	-61,2856	12,17	441,6200	-61,8800	12,29
9.	506,8660	441,0332	-65,8328	12,99	440,3620	-66,5040	13,12
10.	505,0090	439,8521	-65,1569	12,90	439,1050	-65,9040	13,05
		Rata-rata		14,77	Rata-rata		14,85

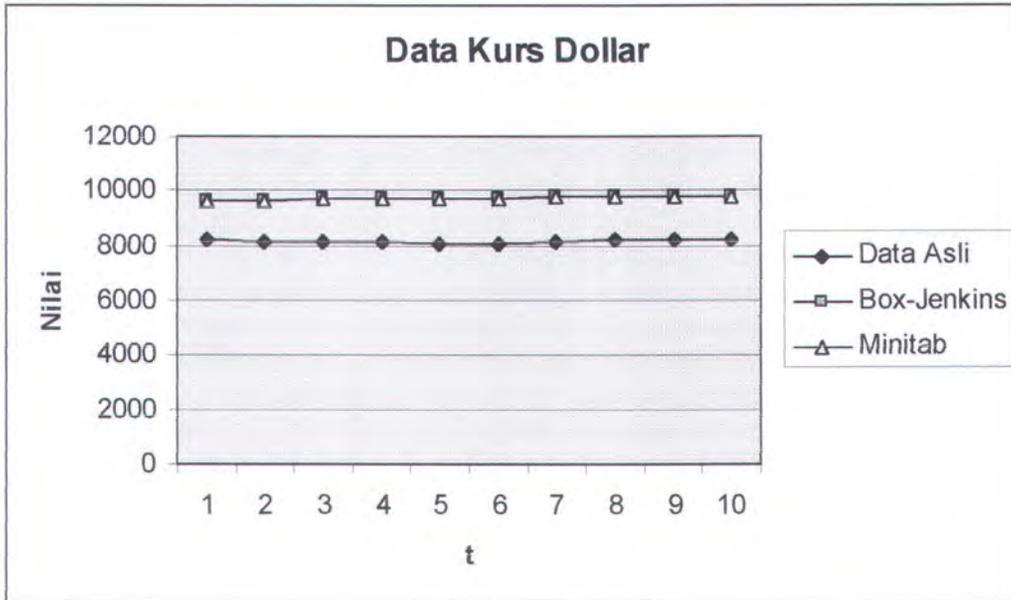


Gambar 5.12 Grafik Hasil Peramalan Data IHSG

### 5.3.2.2 Data-2 (Data Kurs Mata Uang Dollar Amerika)

Tabel 5.10 Perbandingan Hasil Peramalan untuk Data Kurs Dollar Amerika

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	8.207	9.645,3211	-1.438,3211	17,53	9.654,4000	-1.447,4000	17,64
2.	8.170	9.664,2567	-1.494,2567	18,29	9.664,5000	-1.494,5000	18,29
3.	8.107	9.683,1144	-1.576,1144	19,44	9.683,4000	-1.576,4000	19,44
4.	8.105	9.701,9678	-1.596,9678	19,70	9.702,4000	-1.597,4000	19,71
5.	8.090	9.720,8209	-1.630,8209	20,16	9.721,3000	-1.631,3000	20,16
6.	8.090	9.739,6740	-1.649,6740	20,39	9.740,3000	-1.650,3000	20,40
7.	8.115	9.758,5271	-1.643,5271	20,25	9.759,3000	-1.644,3000	20,26
8.	8.192	9.777,3802	-1.585,3802	19,35	9.778,2000	-1.586,2000	19,36
9.	8.190	9.796,2333	-1.606,2333	19,61	9.797,2000	-1.607,2000	19,62
10.	8.230	9.815,0865	-1.585,0865	19,26	9.816,4000	-1.586,4000	19,28
		Rata-rata		19,40	Rata-rata		19,42

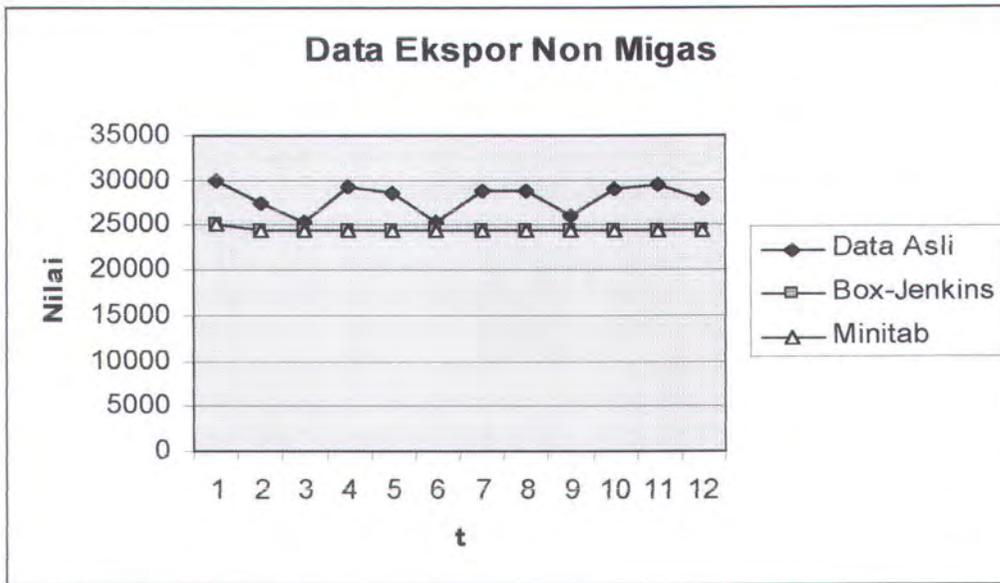


Gambar 5.13 Grafik Hasil Peramalan Data Kurs Mata Uang Dollar Amerika

### 5.3.2.3 Data-3 (Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

Tabel 5.11 Perbandingan Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	30.024	24.985,4831	5.038,5169	16,78	25.138,10	4.885,90	16,27
2.	27.345	24.407,9939	2.937,0061	10,74	24.453,20	2.891,80	10,58
3.	25.234	24.407,9939	826,0061	3,27	24.453,20	780,80	3,09
4.	29.351	24.407,9939	4.943,0061	16,84	24.453,20	4.897,80	16,69
5.	28.452	24.407,9939	4.044,0061	14,21	24.453,20	3.998,80	14,05
6.	25.239	24.407,9939	831,0061	3,29	24.453,20	785,80	3,11
7.	28.812	24.407,9939	4.404,0061	15,29	24.453,20	4.358,80	15,13
8.	28.759	24.407,9939	4.351,0061	15,13	24.453,20	4.305,80	14,97
9.	26.118	24.407,9939	1.710,0061	6,55	24.453,20	1.664,80	6,37
10.	29.123	24.407,9939	4.715,0061	16,19	24.453,20	4.669,80	16,03
11.	29.371	24.407,9939	4.963,0061	16,90	24.453,20	4.917,80	16,74
12.	27.904	24.407,9939	3.496,0061	12,53	24.453,20	3.450,80	12,37
		Rata-rata		12,31	Rata-rata		12,12

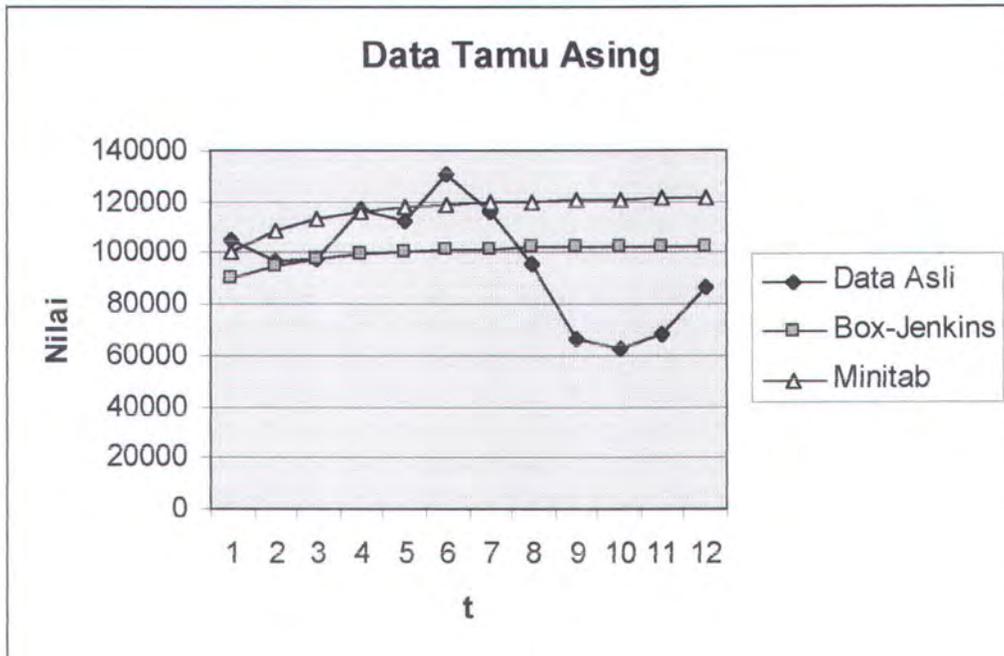


Gambar 5.14 Grafik Hasil Peramalan Data Realisasi Ekspor Non Migas di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

#### 5.3.2.4 Data-4 (Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)

Tabel 5.12 Perbandingan Hasil Peramalan Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	104.967	90.496,9155	14.470,0845	13,79	100.096,00	4.871,00	4,87
2.	96.934	94.905,4906	2.028,5094	2,09	108.797,00	-11.863,00	10,90
3.	97.758	97.654,5381	103,4619	0,11	113.448,00	-15.690,00	13,83
4.	116.925	99.368,757	17.556,2430	15,01	116.042,00	-883,00	0,76
5.	112.207	100.437,689	11.769,3105	10,49	117.590,00	-5.383,00	4,58
6.	130.379	101.104,242	29.274,7581	22,45	118.606,00	11.773,00	9,93
7.	116.430	101.519,883	14.910,1172	12,81	119.352,00	-2.922,00	2,45
8.	95.390	101.779,063	-6.389,0633	6,70	119.961,00	-24.571,00	20,48
9.	66.086	101.940,68	-35.854,6800	54,25	120.500,00	-54.414,00	45,16
10.	62.836	102.041,459	-39.205,4591	62,39	121.004,00	-58.168,00	48,07
11.	68.481	102.104,302	-33.623,3017	49,10	121.490,00	-53.009,00	43,63
12.	86.736	102.143,488	-15.407,4884	17,76	121.967,00	-35.231,00	28,89
		Rata-rata		22,25	Rata-rata		19,46

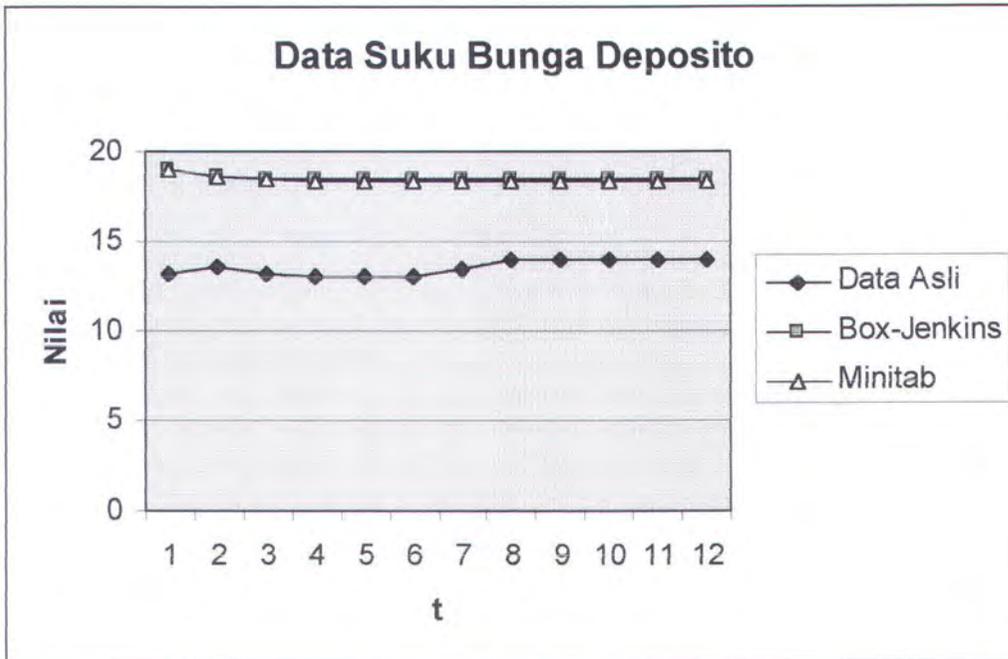


Gambar 5.15 Grafik Hasil Peramalan Data Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali

### 5.3.2.5 Data-5 (Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

Tabel 5.13 Perbandingan Hasil Peramalan Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	13,14	18,9827	-5,8427	44,46	18,9637	-5,8237	44,32
2.	13,50	18,5355	-5,0355	37,30	18,4965	-4,9965	37,01
3.	13,17	18,4413	-5,2713	40,03	18,3828	-5,2128	39,58
4.	13,00	18,4266	-5,4266	41,74	18,3488	-5,3488	41,14
5.	13,00	18,4297	-5,4297	41,77	18,3327	-5,3327	41,02
6.	13,00	18,4368	-5,4368	41,82	18,3206	-5,3206	40,93
7.	13,44	18,4448	-5,0048	37,24	18,3095	-4,8695	36,23
8.	13,97	18,4530	-4,4830	32,09	18,2986	-4,3286	30,98
9.	13,97	18,4613	-4,4913	32,15	18,2877	-4,3177	30,91
10.	13,97	18,4696	-4,4996	32,21	18,2768	4,3068	30,83
11.	13,96	18,4779	-4,5179	32,36	18,2660	-4,3060	30,85
12.	13,96	18,4862	-4,5262	32,42	18,2551	-4,2951	30,77
		Rata-rata		37,13	Rata-rata		36,21

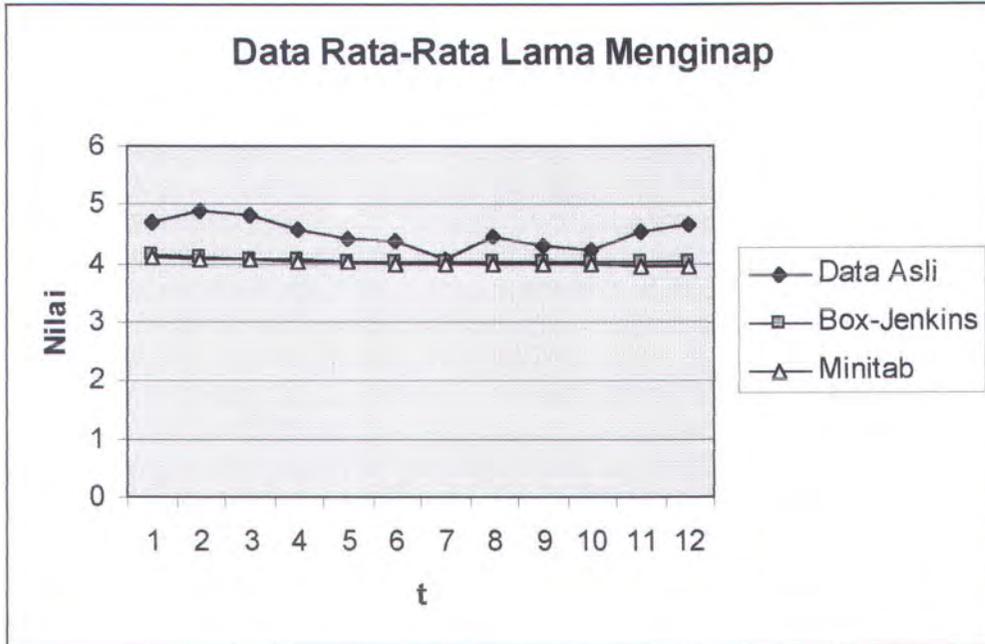


Gambar 5.16 Grafik Hasil Peramalan Data Suku Bunga Deposito Berjangka Rupiah 3 Bulan untuk Bank Pemerintah di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

### 5.3.2.6 Data-6 (Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali)

Tabel 5.14 Perbandingan Hasil Peramalan Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	4,69	4,1279	0,5621	11,99	4,1162	0,5738	12,23
2.	4,88	4,0969	0,7831	16,05	4,0761	0,8039	16,47
3.	4,82	4,0741	0,7459	15,48	4,0462	0,7738	16,05
4.	4,57	4,0573	0,5127	11,22	4,0238	0,5462	11,95
5.	4,42	4,0449	0,3751	8,49	4,0071	0,4129	9,34
6.	4,40	4,0358	0,3642	8,28	3,9947	0,4053	9,21
7.	4,07	4,0291	0,0409	1,00	3,9854	0,0846	2,08
8.	4,46	4,0242	0,4358	9,77	3,9785	0,4815	10,80
9.	4,29	4,0205	0,2695	6,28	3,9733	0,3167	7,38
10.	4,23	4,0179	0,2121	5,02	3,9695	0,2606	6,16
11.	4,54	4,0159	0,5241	11,54	3,9666	0,5734	12,63
12.	4,64	4,0144	0,6256	13,48	3,9644	0,6756	14,56
		Rata-rata		9,88	Rata-rata		10,74

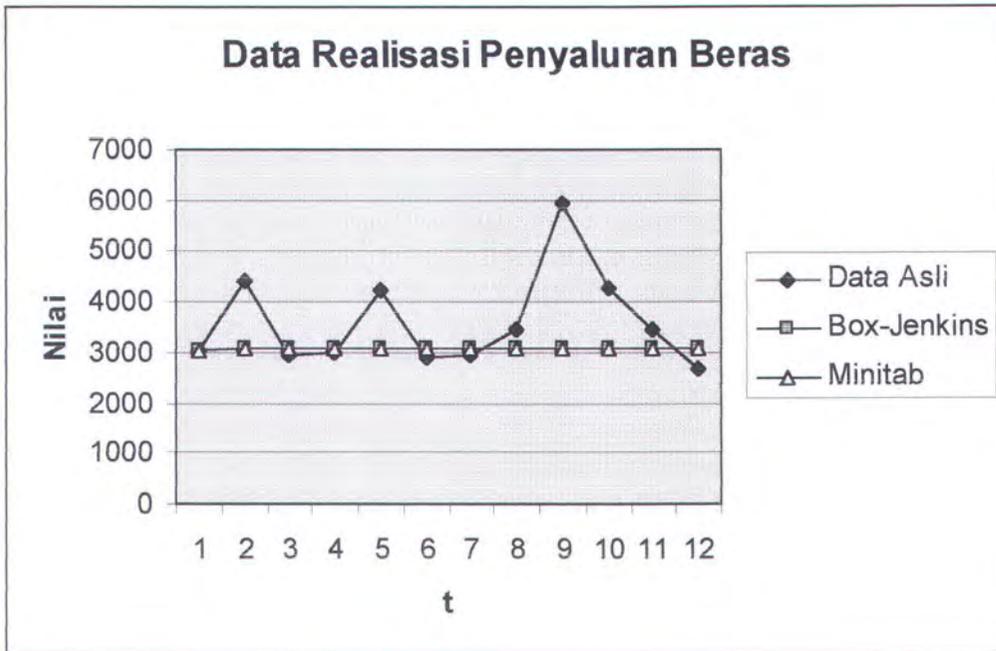


Gambar 5.17 Grafik Hasil Peramalan Data Rata-rata Lama Menginap Tamu Asing pada Hotel Berbintang di Bali

### 5.3.2.7 Data-7 (Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali)

Tabel 5.15 Perbandingan Hasil Peramalan Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	3.024	3.054,9341	-30,9341	1,02	3.055,9000	-31,9000	1,05
2.	4.423	3.073,0534	1.349,9466	30,52	3.074,3400	1.348,6600	30,49
3.	2.956	3.076,7870	-120,7870	4,09	3.078,1700	-122,1700	4,13
4.	2.978	3.077,5563	-99,5563	3,34	3.078,9600	-100,9600	3,39
5.	4.233	3.077,7148	1.155,2852	27,29	3.079,1300	1.153,8700	27,26
6.	2.923	3.077,7475	-154,7475	5,29	3.079,1600	-156,1600	5,34
7.	2.963	3.077,7542	-114,7542	3,87	3.079,1700	-116,1700	3,92
8.	3.464	3.077,7556	386,2444	11,15	3.079,1700	384,8300	11,11
9.	5.922	3.077,7559	2.844,2441	48,03	3.079,1700	2.842,8300	48,00
10.	4.285	3.077,7560	1.207,2440	28,17	3.079,1700	1.205,8300	28,14
11.	3.474	3.077,7560	396,2440	11,41	3.079,1700	394,8300	11,37
12.	2.669	3.077,7560	-408,7560	15,31	3.079,1700	-410,1700	15,37
		Rata-rata		15,79	Rata-rata		15,80

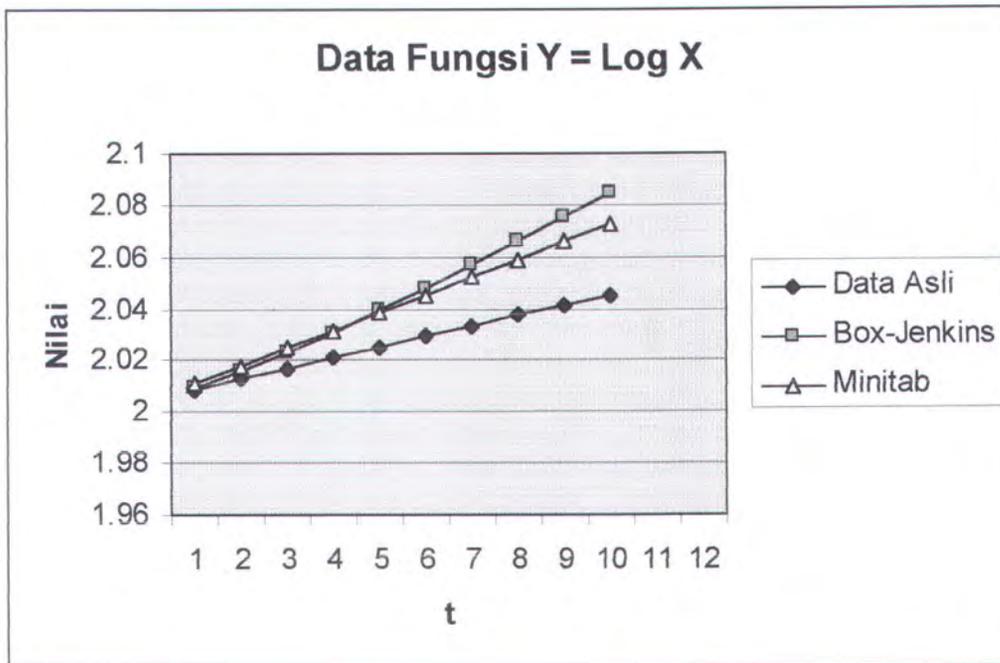


Gambar 5.18 Grafik Hasil Peramalan Data Penyaluran Beras di Propinsi Daerah Tingkat I Bali

### 5.3.2.8 Data-8 (Data Buatan Menggunakan Fungsi $Y = \log X$ )

Tabel 5.16 Perbandingan Hasil Peramalan Data Buatan Menggunakan Fungsi  $Y = \log X$

No	Data Asli	Box Jenkins			Minitab		
		Hasil Peramalan	Kesalahan		Hasil Peramalan	Kesalahan	
			Numerik	%		Numerik	%
1.	2,0086	2,0094	-0,0008	0,04	2,0111	-0,0025	0,12
2.	2,0128	2,0158	-0,0029	0,15	2,0179	-0,0051	0,25
3.	2,0170	2,0230	-0,0059	0,29	2,0246	-0,0076	0,38
4.	2,0212	2,0308	-0,0096	0,47	2,0314	-0,0102	0,50
5.	2,0253	2,0395	-0,0141	0,70	2,0383	-0,013	0,64
6.	2,0294	2,0477	-0,0183	0,90	2,0451	-0,0157	0,77
7.	2,0334	2,0566	-0,0232	1,14	2,0520	-0,0186	0,91
8.	2,0374	2,0657	-0,0283	1,39	2,0588	-0,0214	1,05
9.	2,0414	2,0750	-0,0336	1,65	2,0657	-0,0243	1,19
10.	2,0453	2,0845	-0,0392	1,91	2,0726	-0,0273	1,33
		Rata-rata		0,86	Rata-rata		0,72



Gambar 5.19 Grafik Hasil Peramalan Data Buatan  
Menggunakan Fungsi  $Y = \text{Log } X$

### 5.3.3 EVALUASI UJI COBA

Dari uji coba yang dilakukan yaitu uji coba perangkat lunak dan uji coba perbandingan dengan paket *software* Minitab maka hasil yang didapatkan dapat dianalisis untuk ditarik kesimpulan-kesimpulan.

#### 5.3.3.1 EVALUASI UJI COBA PERANGKAT LUNAK

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan menggunakan model hasil tahap identifikasi didapatkan bahwa rata-rata kesalahan adalah berbeda untuk tiap-tiap data. Nilai rata-rata kesalahan untuk masing-masing data ditunjukkan pada tabel berikut 5.17.

Dari tabel 5.17 dapat dilihat bahwa nilai maksimum kesalahan berkisar antara 3,30 – 51,03 persen, nilai minimum kesalahan berkisar antara 0,01 – 0,86,

sedangkan nilai rata-rata kesalahan berkisar antara 0,62 sampai dengan 13,36 persen, dengan Data-7 yang memiliki rata-rata kesalahan paling besar.

Tabel 5.17 Nilai Kesalahan Data Menggunakan Model Hasil Identifikasi

Jenis Data	Model	Kesalahan		
		Maksimum (%)	Minimum (%)	Rata-rata (%)
Data-1	AR(1)	3,33	0,01	0,88
Data-2	AR(1)	3,30	0,02	0,62
Data-3	MA(1)	28,46	0,07	9,35
Data-4	AR(1)	45,65	0,26	11,15
Data-5	AR(1)	50,06	0,01	5,32
Data-6	AR(1)	27,99	0,07	7,58
Data-7	AR(1)	51,03	0,86	13,36
Data-8	AR(1)	28,46	0,07	9,35

Untuk melihat apakah model yang didapat melalui proses identifikasi adalah yang terbaik maka nilai kesalahan pada tabel 5.17 dapat dibandingkan dengan nilai kesalahan menggunakan model yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai kesalahan untuk masing-masing data menggunakan model yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Nilai Kesalahan Menggunakan Model yang Ditentukan

Jenis Data	Model	Kesalahan		
		Maksimum (%)	Minimum (%)	Rata-rata (%)
Data-1	MA(1)	7,40	0,13	2,77
	ARIMA(1,1)	53,86	5,96	51,45
Data-2	MA(1)	8,33	0,01	2,31
	ARIMA(1,1)	73,19	8,33	71,22
Data-3	AR(1)	28,94	0,59	9,21
	ARIMA(1,1)	29,67	0,47	11,68
Data-4	MA(1)	51,07	0,49	13,41
	ARIMA(1,1)	66,12	0,07	12,01
Data-5	MA(1)	72,74	5,07	28,75
	ARIMA(1,1)	51,45	0,1	6,68
Data-6	MA(1)	39,05	0,28	10,47
	ARIMA(1,1)	42,39	0,06	8,06
Data-7	MA(1)	50,81	0,03	13,47
	ARIMA(1,1)	44,63	0,41	20,96
Data-8	MA(1)	43,44	0,13	15,98
	ARIMA(1,1)	54,78	0,32	25,09

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kesalahan untuk masing-masing model yang ditentukan adalah berbeda. Untuk Data-1, Data-2,

Data-7 dan Data-8, prosentase rata-rata kesalahan dari model ARIMA(1,1) adalah lebih besar dari model MA(1). Untuk Data-4, Data-5 dan Data-6, prosentase rata-rata kesalahan dari model MA(1) adalah lebih besar dari model ARIMA(1,1). Sedangkan untuk Data-3 model AR(1) yang digunakan memiliki nilai prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil dari model ARIMA(1,1).

Perbandingan antara prosentase rata-rata kesalahan dari model yang didapat menggunakan tahap identifikasi model dengan prosentase rata-rata kesalahan model yang ditentukan dapat dilihat pada tabel 5.19.

Tabel 5.19 Perbandingan Kesalahan antara Model Hasil Identifikasi dengan Model yang Ditentukan

Jenis Data	Model Hasil Identifikasi		Model yang Ditentukan	
	Model	Rata-rata Kesalahan (%)	Model	Rata-rata Kesalahan (%)
Data-1	AR(1)	0,88	MA(1)	2,77
Data-2	AR(1)	0,62	MA(1)	2,31
Data-3	MA(1)	9,35	AR(1)	9,21
Data-4	AR(1)	11,15	ARIMA(1,1)	12,01
Data-5	AR(1)	5,32	ARIMA(1,1)	6,68
Data-6	AR(1)	7,58	ARIMA(1,1)	8,06
Data-7	AR(1)	13,36	MA(1)	13,47
Data-8	AR(1)	9,35	MA(1)	15,98

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk semua data kecuali Data-3, model yang didapat melalui proses identifikasi memiliki nilai prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil daripada model yang ditentukan.

### 5.3.3.2 EVALUASI UJI COBA PERBANDINGAN DENGAN MINITAB

Dari uji coba perbandingan dengan minitab dapat dilihat bahwa hasil peramalan metode Box-Jenkins yang digunakan, memiliki keakuratan yang relatif sama dengan Minitab. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5.20. Prosentase rata-rata kesalahan peramalan menggunakan Box-Jenkins dan Minitab tidak berbeda jauh. Untuk Data-1, Data-2, Data-6 dan Data-7, hasil peramalan dengan metode Box-Jenkins memiliki prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil dari

Minitab. Sedangkan untuk Data-3, Data-4, Data-5 dan Data-8 hasil peramalan dengan Minitab memiliki prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil dari metode Box-Jenkins. Disamping itu hal lain yang dapat diperhatikan bahwa untuk data buatan menggunakan fungsi  $Y = \log x$ , nilai prosentase rata-rata kesalahan untuk metode Box-Jenkins dan Minitab memiliki nilai yang relatif kecil yaitu 0,86 dan 0,72. Sedangkan untuk data riil seperti data suku bunga deposito berjangka rupiah 3 bulan nilai prosentase rata-rata kesalahan untuk metode Box-Jenkins dan Minitab memiliki nilai yang cukup besar yaitu 37,13 dan 36,21.

Tabel 5.20 Perbandingan Prosentase Kesalahan Metode Box-Jenkins dan Minitab untuk Masing-masing Data

Jenis Data	Prosentase Rata-rata Kesalahan	
	Box-Jenkins	Minitab
Data-1	14,77	14,85
Data-2	19,40	19,42
Data-3	12,31	12,37
Data-4	22,25	19,46
Data-5	37,13	36,21
Data-6	9,88	10,74
Data-7	15,79	15,80
Data-8	0,86	0,72

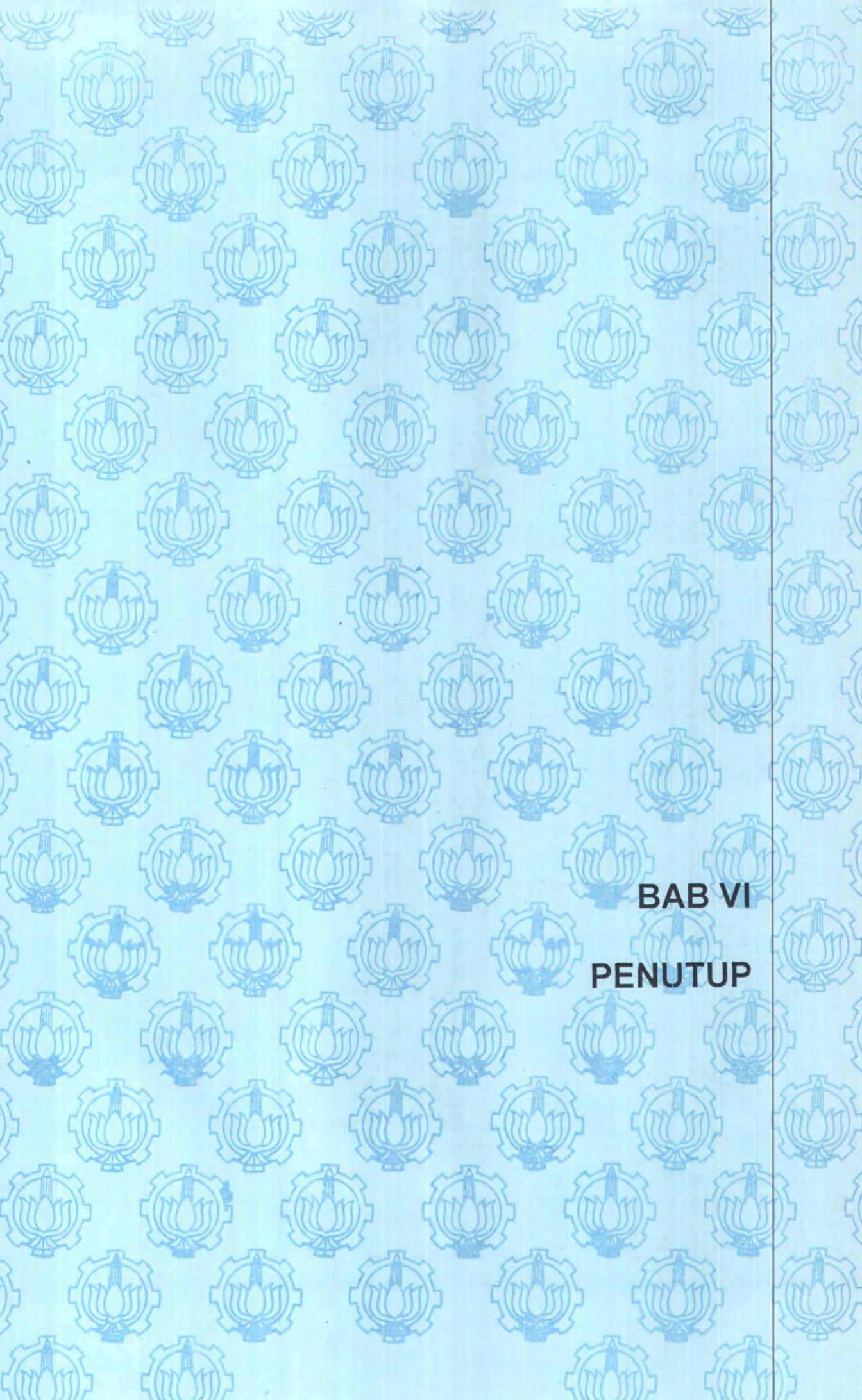
#### 5.3.4 KINERJA PERANGKAT LUNAK

Kinerja dari perangkat lunak yang telah dibuat dapat dilihat dari waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proses. Pada tabel 5.21 berikut ini dapat dilihat perbandingan waktu yang diperlukan dalam uji coba untuk masing-masing data.

Seperti yang dilihat pada tabel di atas, untuk data dengan jumlah data yang paling sedikit yaitu 72 diperlukan 3 detik untuk menyelesaikan keseluruhan proses, sedangkan untuk data dengan jumlah data paling banyak yaitu 100 diperlukan waktu 5 detik, dan waktu rata-rata yang diperlukan adalah 3.5 detik.

Tabel 5.21 Waktu yang Diperlukan dalam Uji Coba  
untuk Masing-masing Data

Jenis Data	Jumlah Data	Waktu (Detik)
Data-1	76	3
Data-2	76	3
Data-3	84	4
Data-4	72	3
Data-5	84	4
Data-6	72	3
Data-7	72	3
Data-8	100	5



**BAB VI**  
**PENUTUP**

## BAB VI

### PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan kemungkinan pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan terhadap perangkat lunak.

#### 6.1 KESIMPULAN

Dari beberapa uji coba yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal seperti berikut :

- Perangkat lunak yang dibangun telah mampu menentukan model yang tepat untuk suatu data *time series* tanpa dibatasi oleh periodisasi waktu dari data tersebut (harian, bulanan, tahunan, dan lain-lain). Hal ini disebabkan karena dalam perangkat lunak terdapat suatu fitur yang berfungsi untuk mengidentifikasi model yang paling tepat dengan mempelajari sifat-sifat fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data itu sendiri.
- Nilai prosentase rata-rata kesalahan yang didapat dari hasil uji coba terhadap tujuh buah data berkisar antara 0,62 – 13,36 persen. Selain itu, dari hasil perbandingan prosentase rata-rata kesalahan model hasil tahap identifikasi dan model yang ditentukan secara eksplisit, hampir semua data dengan menggunakan model hasil tahap identifikasi memiliki nilai prosentase rata-rata kesalahan yang lebih kecil.
- Dari hasil uji coba kinerja perangkat lunak didapatkan hasil sebagai berikut. Untuk data terkecil dengan jumlah 72 diperlukan waktu 3 detik untuk melakukan keseluruhan proses peramalan, untuk data terbesar dengan

jumlah 100 dibutuhkan waktu 5 detik, sedangkan rata-rata waktu yang dihabiskan untuk uji coba seluruh data yang ada adalah 3,5 detik.

- Perbandingan kesalahan peramalan dengan paket *software* Minitab menunjukkan nilai yang hampir sama.

## 6.2 SARAN

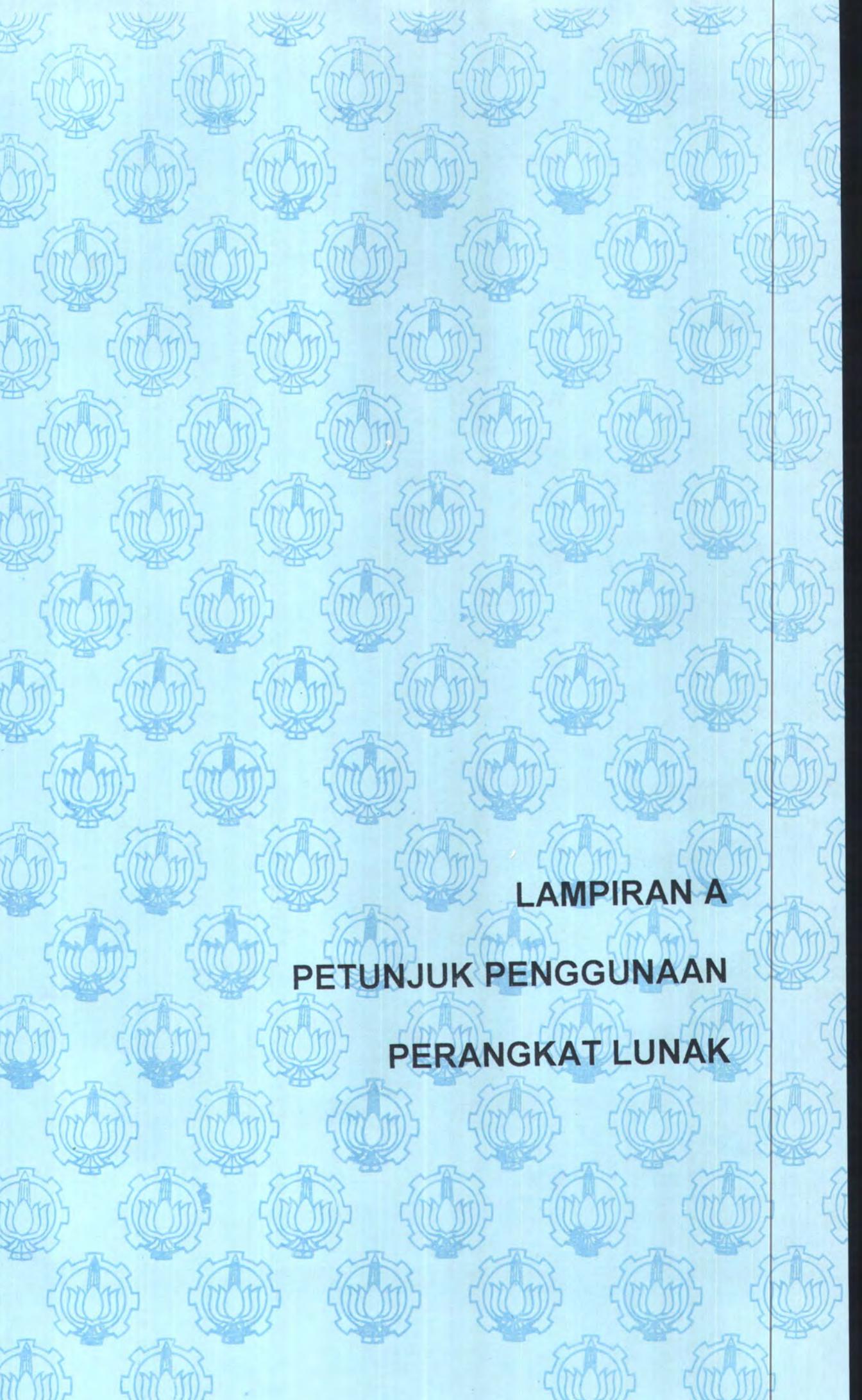
Salah satu saran yang diharapkan akan dapat memperkecil kesalahan peramalan adalah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan pada proses identifikasi model. Hal ini diharapkan akan dapat meningkatkan keakuratan model yang didapat karena jaringan syaraf tiruan itu dapat melalui proses pembelajaran meliputi contoh-contoh data beserta model yang paling tepat, sehingga ketika suatu data baru dianalisis jaringan syaraf tersebut diharapkan akan dapat menentukan model yang paling tepat.



**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- [BOX-94] Box, George E.P., Jenkins, Gwilym M., Reinsel, Gregory C., *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1994.
- [GAY-94] Gaynor, P. E., Kirkpatrick, R.C., *Time Series Modelling and Forecasting in Business and Economics*, McGraw-Hill, Singapore, 1994.
- [GUJ-93] Gujarati, D., Zain, S., *Ekonometrika Dasar*, Penerbit Airlangga, 1993.
- [HAN-98] Hanke, J. E., Reitsch, A. G., *Business Forecasting*, Prentice-Hall International Ltd., London, 1998.
- [MAK-98] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., Hyndman, R. J., *Forecasting: Methods and Applications*, John Willey & Sons Inc., New York, 1998.
- [PAN-83] Pankratz, A., *Forecasting with Univariate Box-Jenkins Models: Concepts and Cases*, John Willey & Sons Inc., Canada, 1983.
- [WAL-95] Walpole, Ronald. C., Myers, Raymond. H., *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Penerbit ITB, Bandung, 1995.
- [YAM-67] Yamane, T., *Statistics: An Introductory Analysis*, Harper & Row, Evanston & London, and John Weatherhill Inc., Tokyo, 1967.



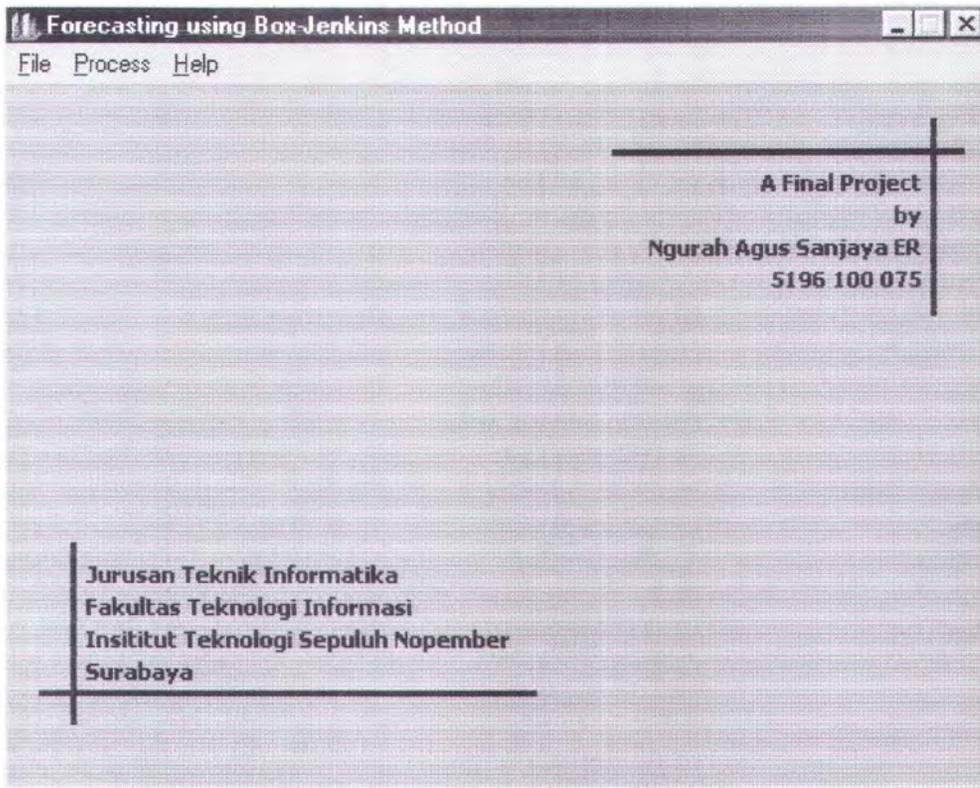
**LAMPIRAN A**  
**PETUNJUK PENGGUNAAN**  
**PERANGKAT LUNAK**

## LAMPIRAN A

### PETUNJUK PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK

#### A1. TAMPILAN UTAMA PROGRAM

Pada tampilan utama program terdapat menu utama seperti diperlihatkan pada gambar A.1. Menu utama dan sub menunya telah dijelaskan sebelumnya pada bab IV.



Gambar A.1. Tampilan Utama Perangkat Lunak

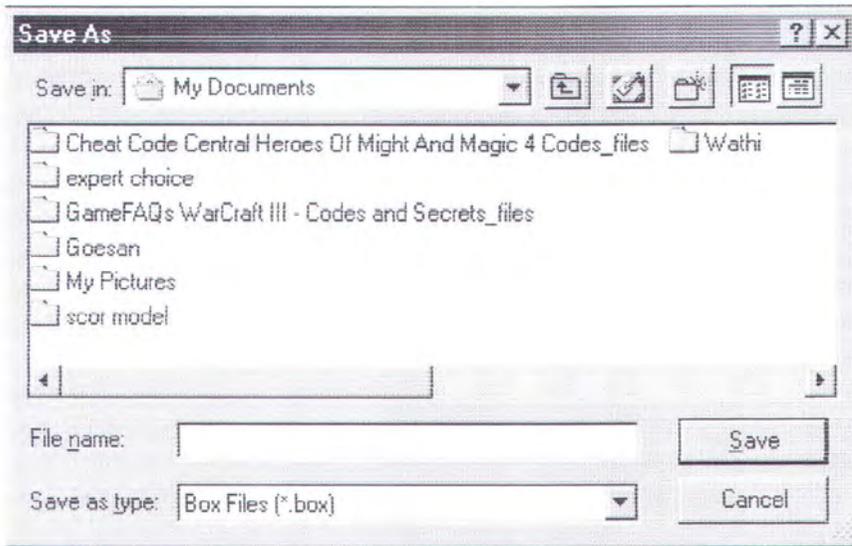
## A2. MEMBUAT FILE DATA BARU

Sebelum melakukan peramalan dengan metode Box-Jenkins, maka hal pertama yang harus dilakukan adalah untuk membuat suatu file data baru. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu *File* dan sub menu *New*. Setelah itu akan muncul form seperti pada gambar A.2.

Number	Value
1	
2	
3	
4	

Gambar A.2. Pembuatan File Data Baru

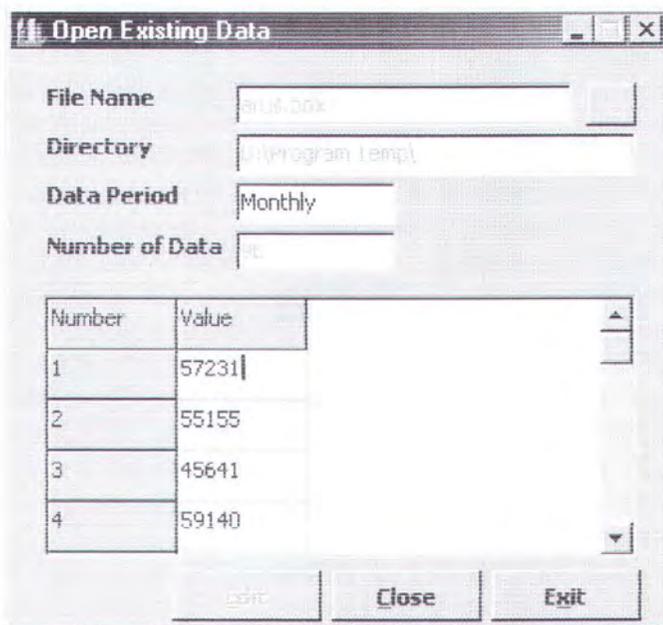
Untuk membuat file data baru maka pada form dimasukkan jumlah data yang akan diolah dan memilih periodisasi dari data (harian, bulanan dan tahunan). Setelah itu tekan tombol *Create* untuk memasukkan nilai-nilai data. Jika telah selesai maka data dapat disimpan dengan menekan tombol *Save*. Dengan menekan tombol *Save* maka akan muncul dialog penyimpanan file seperti pada gambar A.3. Untuk membuat file baru lagi bisa dilakukan dengan menekan tombol *New*.



Gambar A.3. Dialog Penyimpanan File

### A3. MENGEDIT FILE

Jika data yang telah ada ingin diubah maka pilih menu *File* kemudian sub menu *Open* pada form utama. Kemudian akan muncul form seperti pada gambar A.4. Untuk mulai mengubah data tekan tombol *Edit*. Jika telah selesai mengedit dan ingin menyimpan perubahan tekan *Close*, jika tidak maka tekan tombol *Exit*.



Gambar A.4. Mengubah File

#### A.4. PERAMALAN DENGAN METODE BOX-JENKINS

Untuk melakukan tahapan-tahapan metode Box-Jenkins maka pilih menu *Process* dan sub menu *Find Model*. Sebelum melakukan peramalan maka file data harus dipilih terlebih dahulu, kemudian tahap identifikasi dapat dilakukan dengan menekan tombol *Identify*. Estimasi parameter dilakukan dengan menekan tombol *Estimate P.*, pengecekan diagnosis dengan menekan tombol *Diagnostic C.*, dan akhirnya peramalan dengan *Forecast*.

**OPEN DATA**

File Name:

Path:

Period:

Number of Data:

**DATA VALUE**

Number	Value	Forecast	Error	Percent Err.
1	71740	71740.0000	0.0000	0.00
2	57132	83214.2616	-26082.2616	45.65
3	65720	74100.1877	-8300.1877	12.75
4	66017	79455.3920	-13430.3920	20.36
5	70818	79640.5918	-8022.5918	12.46
6	74988	82634.3431	-7646.3431	10.20

**REPORT**

Residual Analysis : Passed  
T Test : Passed  
Q Statistic : Not Passed

Phase IV. Forecasting  
Origin of forecast : 72

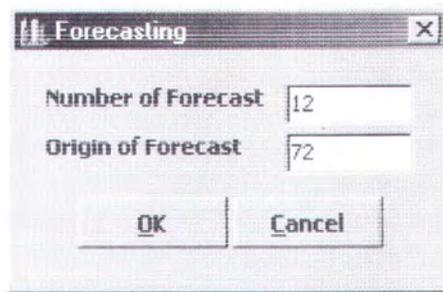
t	Value
73	90496.9155315077
74	94905.4905813431
75	97654.538131263
76	99368.7569766476
77	100437.689469269
78	101104.241862425
79	101519.882790067
80	101779.063287363
81	101940.680023616
82	102041.459093451
83	102104.301724433
84	102143.468395586

Mean of Error : 11197.4417  
Std of Error : 11944.8342  
MAPE : 11.15 %

Buttons: Close, Chart, Print, Save, Exit

Gambar A.5. Pencarian Model

Untuk melakukan peramalan maka jumlah peramalan dan waktu mulai peramalan harus dimasukkan oleh pengguna melalui form seperti pada gambar A.6. Grafik hasil peramalan dan historis dari data dapat dilihat dengan menekan tombol *Chart*. Tombol *Print* digunakan untuk mencetak laporan ke printer. Untuk menyimpan hasil peramalan maka tekan tombol *Save*. Jika ingin melakukan peramalan untuk data yang lain tekan *Close*, jika ingin keluar tekan *Exit*.



Gambar A.6 Pemasukkan Jumlah dan Waktu Peramalan