PEMODELAN DAN PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN MANCANEGARA DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NILAI TUKAR RUPIAH ATAS DOLLAR AMERIKA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika

DISUSUN OLEH :

NAMA : FAJAR EKA PRASETYO

NIM : 01 611 001

JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2005

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PEMODELAN DAN PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN MANCANEGARA DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NILAI TUKAR RUPIAH ATAS DOLLAR AMERIKA

TUGAS AKHIR

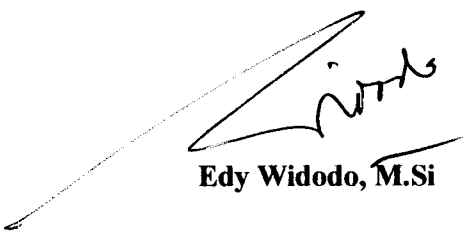
Disusun Oleh :

NAMA : FAJAR EKA PRASETYO

NIM : 01 611 001

Tugas Akhir ini telah disyahkan dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal 22 Oktober 2005

Dosen Pembimbing



Edy Widodo, M.Si

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMODELAN DAN PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN MANCANEGARA DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NILAI TUKAR RUPIAH ATAS DOLLAR AMERIKA

Tugas Akhir

Disusun Oleh

Fajar Eka Prasetyo
01 611 001

Telah Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana jurusan Statistika Fakultas Matematika Dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

Pada tanggal 22 Oktober 2005

Tim Penguji :	**Tanda Tangan**
• **Akhmad Fauzy, M.Si., Ph.D**	.....
• **Herni Utami, M.Si.**	.....
• **Adhitya Ronnie Effendie, M.Sc.**	.....
• **Edy Widodo M.Si.**	.....

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Jaka Nugraha M.Si

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah in :

Nama : Fajar Eka Prasetyo

Instansi : Jurusan Statistika FMIPA UII

Alamat : Jl. Seturan 3 No 75b Jogjakarta

Menyatakan bahwa artikel dengan judul "Pemodelan Dan Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Dengan Mempertimbangkan Nilai Tukar Rupiah Atas Dollar Amerika", tidak dikirimkan ke jurnal/majalah lain selain ke jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang diterbitkan untuk Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini dibuat sejujurnya.

Jogjakarta, 26 Oktober 2005

Fajar Eka Prasetyo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan kebesaran Hati ,karya yang sederhana ini penulis persembahkan untuk

- ✓ Kedua orang tua tercinta, Mamahku Indriyati Puji Astuti , Bapakku Drs. Idris Sahim, MM, serta Adikku Dwi Cahyanto. Semoga kita semua selalu mendapatkan rahmat dan Hidayah dari Allah SWT.
- ✓ Alm. Abah M. Sahim semoga Allah selalu memberikan kebahagian kepadanya
- ✓ Seseorang yang selalu menemaniku .

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur dan terima kasih penulis panjatkan kehadirat Allah SWT tuhan dari sumua makhluk di dunia, atas semua karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pemodelan Dan Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Dengan Mempertimbangkan Nilai Tukar Rupiah Atas Dollar Amerika" dengan baik. Salawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW serta para sahabat, keluarga dan pengikutnya yang tetap istiqomah dijalan-Nya sampai akhir zaman.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapakan terima kasih kepada Bapak Edy Widodo, M.Si. yang telah membimbing penyusun mulai dari menyusun proposal sampai akhir penulisan Tugas Akhir ini dengan semua kebaikan, kesabaran, ketelitian serta kesediannya merupakan sebuah pelajaran yang tak ternilai.

Serta tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam menyusun laporan kerja praktek ini baik secara langsung maupun tidak langsung, antara lain:

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia,
2. Ibu Rohmatul Fajriyah, M.Si, selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia,

PEMODELAN DAN PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN MANCANEGARA DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NILAI TUKAR RUPIAH ATAS DOLLAR AMERIKA

Oleh : Fajar Eka Prasetyo

Dibawah Bimbingan : Edy Widodo, M.Si.

INTISARI

Penelitian ini dilakukan terhadap jumlah wisatawan mancanegara yang masuk ke Indonesia melalui 4 pintu utama yaitu utama kedatangan, yaitu : bandara udara Soekarno-Hatta (Jakarta), Bandara Udara Ngurah Rai (Bali), Bandara Udara Polonia (Medan), kepulauan Batam. Dengan mempertimbangkan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika. Data yang didapat merupakan data sekunder yang didapat dari homepage Badan Pusat Statistik (BPS), homepage Bank Indonesia(BI) serta melalui katalog-katalog BPS. Data yang digunakan adalah data pada periode Januari 1998 sampai Juni 2005. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model yang cocok untuk meramalkan jumlah wisatawan Mancanegara ke Indonesia terhadap nilai tukar rupiah atas dollar Amerika. Metode yang digunakan adalah Fungsi Transfer. Setelah dilakukan berbagai tahapan akhirnya didapatkan model Fungsi Transfer dengan nilai (r,s,b) = (0,0,1) dengan noise ARIMA(0,0,2) atau dalam bentuk persamaan adalah sebagai berikut :

$$y_t = 0.546x_{t-1} - 0.2159a_{t-1} - 0.7546a_{t-2} + a_t$$

Kata Kunci : Wisatawan mancanegara, Nilai Tukar, Fungsi Transfer.

MODEL AND FORECASTING SUM UP THE TOURIST BY CONSIDERING EXCHANGE RATE OF RUPIAH FOR AMERICAN DOLLAR

By : Fajar Eka Prasetyo

Under Tuition : Edy Widodo, M.Si.

ABSTRACT

This research was to amount number of tourist which step into Indonesia passing four main gate : Soekarno-Hatta airport (Jakarta), Ngurah Rai Airport (Bali), Polonia Airport (Medan), Batam Airport, by considering exchange rate Rupiah-to-US Dollar. Raw data were got from statistical center homepage (BPS), Bank Indonesia homepage (BI) and also BPS catalogue from January 1998 until June 2005. The aim of The research to know suitable model in forecasting number of tourist come to Indonesia by considering Rupiah-to-US Dollar exchange rate. To do this we used Transfer Function method. After conducted some steps, finally we got a Transfer Function model with the value (r,s,b) = (0,0,1) and the noise (ARIMA(0,0,2) or equation form :

$y_t = 0.546x_{t-1} - 0.2159a_{t-1} - 0.7546a_{t-2} + a_t$

Keyword : Tourist, Exchange, Transfer Function.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii

SURAT PERNYATAAN iv

HALAMAN PERSEMBAHAN v

KATA PENGANTAR vi

INTISARI viii

ABTRAKSI ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

KETERANGAN SIMBOL xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan masalah 3

1.3 Batasan masalah 3

1.4 Tujuan penelitian 4

1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB II LANDASAN TEORI 6

2.1 Metode Box-Jenkins 6

2.2 Identifikasi 7

2.2.1 Stasioneritas..... 7

2.3 penaksiran dan Pengujian Model 8

2.3.1 Proses Autoregressive 8

2.3.2 Proses Moving Average 9

2.3.3 Proses ARMA..... 10

2.3.4 Proses ARIMA dan Musiman 11

2.3.5 Penaksiran Parameter..... 12

2.3.6 Pengujian Parameter 13

2.3.7 Pemeriksaan Diagnostik..... 14

2.3.7.1 Overfitting..... 14

2.4 Fungsi Transfer 15

2.4.1 Bentuk Dasar Fungsi Transfer..... 16

2.4.2 Identifikasi Bentuk Model..... 18

2.4.2.1 Mempersiapkan Deret Input dan Output 18

2.4.2.2 Pemutihan Deret Input 18

2.4.2.3 "Pemutihan" Deret Output..... 19

2.4.2.3 Perhitungan Korelasi Silang dan Autokorelasi untuk deret Input dan Deret Output yang telah diputihkan..... 20

2.4.2.5 Penaksiran Langsung Bobot Impuls..... 24

2.4.2.6 Penerapan (r,s,b) Untuk Model Fungsi Transfer 24

2.4.2.7 Pengujian Pendahuluan Deret Gangguan 26

2.4.2.8 Penetapan (p_n, q_n) Untuk Model ARIMA

($p_n, 0, q_n$) dari Deret Gangguan 27

2.4.3 Penaksiran Parameter Model 27

2.4.4 Pemeriksaan Diagnostik Pada Model 28

2.4.4.1 Analisis Nilai Sisa : Autokorelasi 28

2.4.4.2 Analisis Nilai Sisa : Korelasi Silang 29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 30

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 30

3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Peubah Penelitian..... 30

3.3 Sumber dan Metode Pengumpulan Data 31

3.4 Identifikasi Data 31

3.5 Kajian Pustaka..... 31

3.6 Metode Analisis Data 32

BAB 1V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN..... 36

4.1 Pengolahan Data..... 36

4.2 Identifikasi Model Fungsi Transfer 36

4.2.1 Mempersiapkan deret Input dan Input 37

4.2.2 Pemutihan Deret Input 40

4.2.3 "Pemutihan" Deret Output 42

4.2.4 Perhitungan Korelasi Silang Untuk Deret Inpu3

Dan Output Yang Telah diputihkan..... 43

4.2.5 Penaksiran Langsung Bobot Respons Impuls 44

4.2.6 Penerapan (r,s,b) untuk Deret Model Fungsi Transfer 45

4.2.7 Pengujian Pendahuluan Deret Gangguan 45

4.2.8 Penetapan (p_n, q_n) Untuk Model ARIMA (p_n,0,q_n) dari Deret Gangguan 46

4.3 Penaksiran Parameter-Parameter Model 48

4.4 Uji Diagnostik Fungsi Transfer 49

4.4.1 Analisis Nilai Sisa : Autokorelasi 49

4.4.2 Analisis Nilai Sisa : Korelasi Silang 52

4.5 Peramalan Menggunakan Model Fungsi Transfer 53

BAB V PENUTUP 55

5.1 Kesimpulan 55

5.2 Saran-saran 56

DAFTAR PUSTAKA 57

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2-1 Konsep Fungsi Transfer 16

3-1 Langkah-langkah Dasar Dalam Pengembangan Model Fungsi Transfer 35

3-2 Skema Yang Memperlihatkan Pendekatan Box-Jenkins 35

4-1 Deret Intput (Xt) 36

4-2 Deret Output (Yt) 37

4-3 Analisis Univariat Deret Input Menggunakan Data Mentah 38

4-4 Analisis Univariat Deret Output Menggunakan data Mentah 39

4-5 Analisis Univariat Setelah Dilakukan Perbedaan Pertama 39

4-6 Nilai Nilai Korelasi Silang Dengan Time Lag 44

4-7 Analisis Univariat Deret Gangguan 46

4-8 Analisis Univariat Deret Residual 50

4-9 Nilai Parsial Autokorelasi Gugus Nilai Sisa 51

4-10 Korelasi Silang Antara Deret Input yang Telah Diputihkan adalah Bebas Dari Komponen Noise 53

DAFTAR TABEL

2-1 Contoh Perhitungan Korelasi Silang 22

4-5 Bobot Respon Impuls Yang Mendefinisikan Fungsi Transfer 44

Keterangan Simbol-Simbol Yang Digunakan Dalam Penelitian Ini :

No	= Nomor
Periode	= Menyatakan bulan dan tahun
Wisman	= Wisatawan mancanegara yang datang ke Indonesia
NT	= Nilai tukar rupiah terhadap dollar
t	= Waktu
WismanDiff	= Deret wisman yang telah dilakukan perbedaan satu kali
NTDiff	= Deret NT yang telah dilakukan perbedaan satu kali
alpa	= Deret NTDiff setelah pemutihan
beta	= Deret WismanDiff setelah pemutihan
v	= Bobot respon impuls
n	= Deret noise
a	= Deret nilai sisa

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Sektor pariwisata merupakan salah satu andalan sumber pemasukan devisa suatu negara. Oleh karena itu pembangunan sektor pariwisata selalu diupayakan peningkatannya. Namun demikian keberhasilan mengelola industri pariwisata suatu negara dipengaruhi oleh beberapa hal. Salah satunya faktor ekonomi suatu negara tersebut. (Katalog BPS).

Sejak dicanangkannya Visit Indonesia Year 1990 hingga tahun 1997 kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia terus meningkat. Namun pada tahun 1998 jumlah wisatawan mancanegara kembali menurun. Setelah mengalami kerusuhan mei dan krisis pada tahun 1998, pariwisata dapat pulih kembali sehubungan dengan relatif redanya suhu politik dan ekonomi di dalam negeri. Kondisi tersebut telah mendorong bertambahnya kunjungan wisatawan mancanegara di tahun 1999 dan tahun 2000. Kedatangan wisatawan mancanegara ke Indonesia pada umumnya melalui 4 pintu utama kedatangan, yaitu : bandara udara Soekarno-Hatta (Jakarta), Bandara Udara Ngurah Rai (Bali), Bandara Udara Polonia (Medan), kepulauan Batam. (Katalog BPS).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa pada tahun 2000 belanja wisatawan mancanegara mencapai 5,7 milyar dollar AS. Selain itu, lama tinggal juga meningkat dibandingkan tahun sebelumnya, yakni dari 9,8 hari menjadi 12,6 hari. Adanya peningkatan yang cukup menggembirakan itu dikarenakan nilai rupiah yang

melemah sehingga harga barang-barang di Indonesia dianggap lebih murah dan dengan tingkat harga yang murah tersebut, para wisatawan yang semula hanya tinggal sebentar memperpanjang waktu wisata mereka. Mereka juga membeli barang lebih banyak karena harga yang murah itu (Ardhika, 2001).

Wisatawan mancanegara dapat menjadi primadona penerimaan pendapatan devisa nasional. Mengalirnya dollar yang dibawa ke Indonesia dapat menjadi sumber pemasukan yang sangat besar. Hal ini dapat memacu pertumbuhan ekonomi nasional yang pada gilirannya dapat meningkatkan standar hidup masyarakat (Samuelson dan Nordhaus, 1992).

Namun demikian, pemodelan kunjungan wisatawan ke Indonesia belum banyak dilakukan. Padahal pemodelan ini akan memberikan signal yang kuat dalam penentuan kebijakan maupun perencanaan segala sesuatunya berkaitan dengan kunjungan wisatawan ini. Pemodelan dapat dilakukan dengan variabel penjelas kurs dolar, *travel warning* maupun intervensi kebijakan dan situasi lain yang relevan (Suharjo, 2002).

Pada pembahasan kali ini akan dilakukan pemodelan kunjungan wisatawan Asing di Indonesia terhadap nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika Serikat dengan data tahun 1990 sampai dengan bulan April 2005. Analisis hubungan antara wisatawan dengan kurs dolar yang merupakan data *time series* tidak baik apabila dilakukan dengan analisis regresi karena harus mengakomodasi adanya kejadian autokorelasi masing-masing variabel dan kemungkinan adanya *Cross correlation* antar kedua variabel (Makridakis,1998; Box, Jenkins dan Reinsel, 1994; dan Wei, 1989).

Bagaimana model fungsi transfer mampu memberikan alternatif pemodelan yang baik antara jumlah wisatawan Mancanegara ke Indonesia dan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika Serikat terutama akibat berubahnya nilai tukar rupiah terhadap dolar yang berubah tajam saat terjadi krisis ekonomi. Maka dengan latar belakang itulah saya mengambil judul tentang "**Pemodelan Dan Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara Dengan Mempertimbangkan Nilai Tukar Rupiah Atas Dollar Amerika**".

I.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang permasalahan diatas, maka diperoleh rumusan permasalahan sebagai berikut :

"Apa model yang cocok untuk meramalkan jumlah wisatawan mancanegara ke Indonesia dengan mempertimbangkan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika ?".

I.3 BATASAN MASALAH

Untuk menganalisa permasalahan dalam penelitian ini, perlu dibuat suatu pembatasan masalah agar persoalan yang dihadapi dapat lebih terarah dapat dicapai pemecahan masalah yang optimal. Beberapa pembatasan masalah yang perlu dibuat, yaitu :

- Variabel jumlah wisatawan mancanegara ke Indonesia yang disebut sebagai deret output
- Variabel nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika yang disebut sebagai deret Input
- Variabel lain yang mungkin ada dianggap konstanta.

- Wisatawan manacanegara ke Indonesia yang datang melalui 4 pintu kedatangan, yaitu : Badara udara Soekarno-Hatta (Jakarta), Bandara Udara Ngurah Rai (Bali), Bandara Udara Polonia (Medan), kepulauan Batam.
- Data yang dianalisis merupakan data deret waktu bulanan yang diambil dari tahun 1990 sampai bulan April tahun 2004
- Penelitian dilakukan untuk mengetahui model yang cocok untuk meramalkan jumlah wisatawan mancanegara ke Indonesia terhadap nilai tukar rupiah atas dollar Amerika.
- Alat analisis yang digunakan adalah fungsi transfer atau MARIMA (*Multivariat Autoregressive Integrated Moving Average)*
- Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah MINITAB 13.

I.4 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan masalah pokok penelitian maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model yang cocok untuk meramalkan tentang jumlah wisatawan Mancanegara ke Indonesia terhadap nilai tukar rupiah atas dollar Amerika.

I.5 MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan dari tujuan yang diingin dicapai dalam penelitian ini, maka diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar. Adapun manfaat penelitian ini adalah :

- Manfaat bagi peneliti

  Penelitian ini diharapkan akan menjadi wahana untuk mengimplementasikan pengetahuan teoritis yang telah didapatkan peneliti khususnya dalam penganalisisan data statistika

- Manfaat bagi ilmu pengetahuan

  Bagaimana model fungsi transfer mampu memberikan alternatif pemodelan yang baik antara jumlah wisatawan Mancanegara ke Indonesia terhadap nilai tukar rupiah atas dollar Amerika Serikat terutama akibat berubahnya nilai tukar rupiah terhadap dolar yang berubah tajam saat terjadi krisis ekonomi.

- Manfaat bagi industri pariwisata

  Sebagai acuan untuk melakukan kebijakan-kebijakan dalam mempersiapkan kedatangan wisatawan mancanegara

- Manfaat bagi Pembaca

  Untuk menambah literatur dan pengetahuan tentang penerapan teori Analisis Fungsi Transfer (Bivariat MARIMA).

BAB II

LANDASAN TEORI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

2.1 Metode Box-Jenkins

Model-model *Autoregressive/Integrated/Moving Avarage* (ARIMA) telah dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976), dan nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA yang diterapkan untuk analisis deret berkala, peramalan dan pengendalian. Model Autoregressif (AR) pertama kali diperkenalkan oleh Yule (1926) dan kemudian dikembangkan oleh Walker (1931), sedangkan model moving average (MA) pertama kali digunakan oleh Slutzky (1937). Akan tetapi Wold-lah (1938) yang menghasilkan dasar-dasar teoritis dari proses kombinasi ARMA. Wold membentuk model ARMA yang dikembangkan pada tiga arah, yaitu : identifikasi, efisien dan prosedur penaksiran (untuk proses AR, MA dan ARMA campuran), perluasan dari hasil tersebut untuk mencakup deret berkala musiman (*seasional time series)* dan pengembangan sederhana mencakup proses-proses non stasioner (ARIMA).

Box dan Jenkins (1976) secara efektif telah berhasil mencapai kesepakatan mengenai informasi relevan yang diperlukan untuk memahami dan memakai model-model ARIMA untuk deret berkala univariat. Dasar dari pendekatan mereka dapat dilihat pada gambar 3-1 yang terdiri dari tiga tahap : identifikasi, penaksiran dan pengujian serta penerapan (Markidakis, 1999).

2.2 Identifikasi

2.2.1 Stasioneritas

Suatu runtun waktu statistik dapat dipandang sebagai suatu realisasi dari suatu proses statistik (stokastik). Biasanya kita tidak mungkin memperoleh realisasi yang lain suatu proses statistik, yaitu tidak dapat mengulangi lagi keadaan untuk memperoleh himpunan observasi serupa seperti yang telah kita kumpulkan.

Dengan demikian sebarang X_t dapat dipandang sebagai suatu realisasi dari sebuah variabel random X_t yang mempunyai distribusi dengan fungsi kepadatan probabilitas (fkp) tertentu, misalnya f(X_t). Setiap X_t, misalnya X_t,.., X_{tr} mempunyai fkp bersama f(X_{t1},...,X_{tr}). Jika suatu proses statistik mempunyai fkp bersama f(X_{t+n_1},...,X_{t+n_m}) yang independent dengan t, sebarang bilangan bulat m dan sebarang pilihan n_1,...,n_m; maka struktur probabilistik tidak berubah dengan berubahnya waktu. Proses seperti ini dinamakan stasioner (Sorjoeti,1987).

Selanjutnya stasioner tersebut dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Stasioner dalam hal mean

   Suatu data runtun waktu dikatakan stasioner dalam hal mean jika tidak ada unsur trend didalam data. Untuk melihat apakah suatu data sudah stasioner dalam hal mean dapat melalui TS PLOT dan ACF.

2. Stasioner dalam hal varians

   Suatu data runtun waktu dikatakan stasioner dalam hal varians, jika struktur dari data waktu ke waktu mempunyai fluktuasi yang konstan, tidak berubah-

ubah. Untuk melihat apakah suatu data sudah stasioner dalam hal varians dapat melalui TS PLOT

Dalam analisis runtun waktu, dipakai asumsi bahwa data yang diolah telah stasioner. Oleh karena itu apabila dalam identifikasi awal kita menemukan indikasi bahwa data tidak stasioner, maka langkah pertama yang kita lakukan adalah membuat agar data tersebut menjadi stasioner. Sehingga asumsi yang digunakan bisa terpenuhi.

Ada dua cara untuk mengatasi ketidakstasioneran data runtun waktu, yaitu dengan :

1. *Differencing*

   Differencing dilakukan apabila ditemukan data tidak stasioner dalam hal mean.

2. Transformasi

   Transformasi dilakukan apabila ditemukan data tidak stasioner dalam hal varians.

2.3 Penaksiran dan Pengujian Model

2.3.1 Proses Autoregressive

Jika series stasioner adalah fungsi linier dan nilai-nilai lampaunya yang berurutan atau nilai series merupakan rata-rata tertimbang nilai-nilai lampunya bersama dengan kesalahan sekarang, maka persamaan itu dinamakan autoregressive. Bentuk umum model ini adalah :

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \ldots + \phi_q X_{t-p} + e_t \qquad (2\text{-}1)$$

Dimana X_t : series yang stasioner

μ' : nilai konstanta,

X_{t-1}, X_{t-2} : nilai lampau series yang bersangkutan,

ϕj : parameter autoregressif ke-j,

e_t : nilai galat pada saat t.

Banyaknya nilai lampau yang digunakan pada model (p) menunjukkan tingkat dari model itu. Jika hanya digunakan satu nilai lampau, maka itu model AR tingkat satu dan dilambangkan dengan AR(1).

Agar model ini stasioner, jumlah koefisien model autoregressive ($\sum_{i=1}^{p} \phi_i$) harus selalu kurang dari 1. Ini merupakan syarat perlu, bukan cukup, sebab masih diperlukan syarat lagi untuk menjamin stasionerity (Mulyono, 2000)

2.3.2 Proses Moving Average

Jika series yang stasioner merupakan fungsi linier dari kesalahan peramalan sekarang dan masa lalu yang berurutan, persamaan itu dinamakan *moving average* model. Bentuk umum model ini adalah :

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \ldots - \theta_q e_{t-p} \qquad (2\text{-}2)$$

Dimana

X_t : series yang stasioner,

μ : nilai konstanta,

e_{t-1}, e_{t-2} : nilai galat peramalan masa lalu,

θj : parameter *moving everage* ke-j,

e_t : nilai galat pada saat t.

terlihat bahwa X_t merupakan rata-rata tertimbang kesalahan sebanyak q periode ke belakang. Banyaknya kesalahan yang digunakan pada persamaan ini (q) menandai tingkat dari model *moving average*. Jika pada model itu digunakan dua kesalahan masa lalu, maka dinamakan model moving average tingkat 2 yang disimbolkan dengan MA(2).

Agar model ini stasioner, jumlah koefisien model ($\sum_{i=1}^{p}\theta_i$) harus selalu kurang dari 1. Ini artinya jika makin kebelakang peranan kesalahan makin mengecil. Hal ini merupakan syarat perlu, bukan cukup, sebab masih diperlukan syarat lagi untuk menjamin stasionerity (Mulyono,2000).

2.3.3 Proses ARMA

Sudah menjadi jelas bahwa model umum ARMA *(p,q)* melibatkan sejumlah besar jenis-jenis model. Proses AR dan MA yang sederhana pun memperlihatkan sejumlah besar ragam. Jadi sudah dapat diduga bahwa apabila dilakukan pencampuran, maka kerumitan proses identifikasinya akan berlipat ganda. Sebuah model umum untuk campuran proses AR(1) murni dan proses MA(1) murni akan dituliskan sebagai berikut (Markidakis,1999) :

ARIMA(1 0 1)

$$(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t$$

Atau (2-3)

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

Apabila nonstasioner ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model umum ARIMA *(p,d,q)* terpenuhi, maka modelnya menjadi ARIMA (1 1 1)

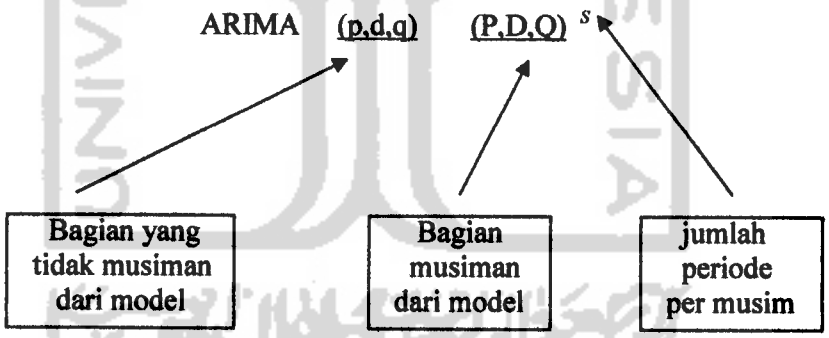
$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t \qquad (2\text{-}4)$$

2.3.4 Proses ARIMA dan Musiman

Masalah musiman kerap kali kita jumpai dalam fenomena kehidupan ekonomi dan kemasryakatan. Musiman berarti kecenderungan mengulangi pola tingkah dalam periode musim, biasanya satu tahun. Karena itu, runtun waktu musiman mempunyai karakteristik yang ditunjukkan oleh adanya korelasi beruntun yang kuat pada jarak semusim, yakni waktu yang berkaitan dengan banyak observasi per periode musim

Kerumitan terakhir yang dapat ditambahkan pada model ARIMA adalah faktor musim. Dengan cara yang sama persis, titik-titik data yang berurutan tersebut mungkin memperlihatkan sifat-sifat AR, MA, campuran ARMA atau campuran ARIMA, sehingga data yang dipisahkan oleh satu musim penuh (yaitu satu tahun) dapat memperlihatkan sifat-sifat yang sama.

Notasi ARIMA dapat diperluas untuk menangani aspek musiman, notasi umum yang singkat adalah:



Secara aljabar adalah sederhana tetapi dapat berkepanjangan, oleh sebab itu untuk tujuan ilustrasi, kita ambil model umum ARIMA $(1\ 1\ 1)(1\ 1\ 1)^{12}$ sebgai berikut :

$$(1-\phi_1 B)(1-\Phi B^{12})(1-B)(1-B^{12})X_t = (1-\theta_1 B)(1-\Theta_1 B^{12})e_t \qquad (2\text{-}5)$$

Proses identifikasi dari model musiman tergantung pada alat-alat statistik yang sudah dikenal – berupa autokorelasi, parsial dan spektrum garis dan pengetahuan tentang sistem yang dipelajari (Markidakis, 1999).

2.3.5 Penaksiran Parameter

Setelah berhasil menetapkan identifikasi model sementara, selanjutnya parameter-parameter AR dan MA, musiman atau tidak musiman harus ditetapkan dengan cara yang terbaik. Sebagai contoh misalnya ARIMA $(1\ 0\ 0)(1\ 0\ 0)^{12}$, diketahui modelnya adalah sebagai berikut :

$$(1-\phi_1 B)(1-\Phi B^{12})X_t = e_t \qquad (2\text{-}6)$$

Kita menginginkan taksiran nilai yang terbaik untuk mencocokkan deret berkala yang sedang dimodelkan.

Terdapat dua cara yang mendasar untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut :

1. Dengan cara mencoba-coba, yaitu menguji beberapa nilai yang berbeda dan memilih satu nilai tersebut (atau sekumpulan nilai, apabila terdapat lebih dari satu parameter yang akan ditaksir) yang meminimumkan jumlah kuadrat sisa (*sum of squared residual*).
2. Perbaikan secara iteratif, yaitu memilih taksiran awal kemudian membiarkan program komputer memperhalus penaksiran tersebut secara iteratif.

Metode terakhir lebih disukai dan telah tersedia algoritma yang sangat kuat(Marquardt, 1963) yang tersedia di bagian pusat komputer untuk melakukan hal tersebut (Markidakis,1999).

2.3.6 Pengujian Parameter

Pengujian parameter dilakukan secara bersama-sama (*overall*) dan secara parsial (sendiri-sendiri). Hipotesisnya dapat dituliskan sebagi berikut :

1. Uji *Overall*

   - Uji hipotesis

     $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \ldots = \rho_k = 0$

     H_1 : minimal ada satu $\rho_k \neq 0$; k = 1,2 ,3,..,k

   - Tingkat Signifikansi (α)

   - Statistik Uji :

     $$x^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \qquad (2\text{-}7)$$

     Dimana :

     x^2 adalah berdistribusi normal

     O_i = frekuensi observasi ke-i, i = 1,2,…,k

     E_i = frekuensi yang diharapkan ke-i, i = 1,2,…,k

   - Daerah Penolakan

     Tolak H_0 jika x^2 hitung > x^2 tabel (α,df) atau

     p-value < α

2. Uji Parsial

   - Uji hipotesis

     H_0 : $\phi_i, \theta_i = 0$, di mana i = 1,2,…

     H_1 : $\phi_i, \theta_i \neq 0$, di mana i = 1,2,…

   - Tingkat Signifikansi (α)

   - Statistik Uji :

$$\text{t} - \text{hitung} = \frac{Coef}{SE(Coef)} \qquad (2\text{-}8)$$

- Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika t hitung > t tabel (α,df) atau

p-value < α

2.3.7 Pemeriksaan Diagnostik

Setelah berhasil menaksir nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan diagnostik untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai. Terdapat tiga cara untuk mendasarkan hal ini (Markidakis,1999) :

1. *Overfitting* model ARIMA untuk membandingkan dengan model lain.
2. Mempelajari nilai sisa (residual) untuk melihat masih terdapat beberapa pola yang belum diperhitungkan.
3. Mempelajari statistik sampling dari pemecahan optimum untuk melihat apakah model tersebut masih dapat disederhanakan

2.3.7.1 Overfitting

Salah satu prosedur pemeriksaan diagnostic yang dikemukakan oleh Box-Jenkins adalah *Overfitting*, yaitu menggunakan beberapa parameter lebih banyak daripada yang diperlukan, atau memilih AR orde kedua bilamana AR orde pertama telah ditetapkan. Ini dapat merupakan prosedur yang berguna meskipun ia memerlukan waktu yang banyak.

Alternatif model lainnya yang akan dicoba haruslah model yang parameternya telah memenuhi syarat dalam uji overall maupun uji parsial.

Dalam *overfitting* terdapat suatu prinsip parsimony, yaitu memilih model yang jumlah parameternya lebih sedikit (Markidakis,1999).

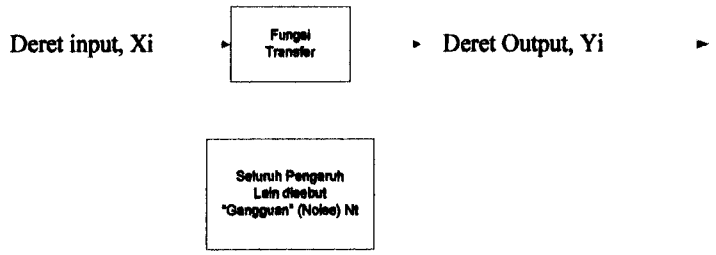
2.4 Fungsi Transfer

Fungsi transfer atau yang bisa juga disenut dengan MARIMA (*Multifariate ARIMA*) merupakan model yang menggabungkan beberapa karakteristik dari model ARIMA univariat dan beberapa karakteristik analisis regresi berganda. Ini merupakan suatu metode yang mencampurkan pendekatan *deret berkala* dengan pendekatan *kausal.*

Pada model fungsi transfer terdapat deret berkala output yang disebut Y_t, yang diperkirakan akan dipengaruhi oleh :

1. Deret berkala input yang disebut X_t
2. Input-input lain yang digabungkan dalam satu kelompok yang disebut "gangguan" (noise), N_t

Seluruh sistem tersebut adalah sistem yang dinamis. Dengan kata lain, deret input Xt memberikan pengaruh kepada deret output melalui fungsi transfer yang mendistribusikan dampak X_t melalui beberapa *periode waktu yang akan datang.* Tujuan pemodelan fungsi transfer adalah untuk menetapkan model yang sederhana yang menghubungkan Y_t dengan X_t dan N_t. Sedangkan tujuan utama pemodelan jenis ini adalah untuk menetapkan peranan indikator penentu (deret input) untuk menetapkan variabel yang dibicarakan (deret output) (Markidakis,1999).



Gambar 2-1 Konsep Fungsi Transfer

Metode Fungsi transfer dibagi menjadi 4 tahap, yaitu identifikasi, penaksiran (estimasi), pengujian diagnostik, dan peramalan serta berbagai sub tahap didalamnya.

2.4.1 Bentuk Dasar fungsi Tranfer

Model fungsi transfer bivariat ditulis dalam dua bentuk umum. Bentuk pertama adalah sebagi berikut :

$$Y_t = \upsilon(B)X_t + N_t \qquad (2\text{-}9)$$

Di mana Y_t = deret output (misalnya, jumlah wisatawan),

X_t = deret input (misalnya, biaya nilai tukar rupiah atas dolar AS),

N_t = pengaruh kombinasi dari seluruh faktor yang mempengaruhi Y_t (disebut "gangguan"),

$\upsilon(B) = (\upsilon_0 + \upsilon_1 B + \upsilon_2 B^2 + ... + \upsilon_k B^k)$, di mana k adalah orde fungsi transfer.

Deret input dan output harus transformasikan dengan tepat (untuk mengatasi ragam yang stasioner), dibedakan (untuk mengatasi nilai tengah yang nonstasioner) dan mungkin perlu dihilangkan unsur musimannya (*deseasionalized*) (untuk menyederhanakan model fungsi transfer). Jadi jika X_t dan Y_t (dan juga N_t) pada persamaan (2-11) bukan dalam bentuk data mentah

dan kita akan menggunakan huruf kecil untuk menunjukkan nilai yang telah ditransformasikan tersebut.

Orde dari fungsi transfer adalah k (menjadi orde tertinggi untuk proses pembedaan) dan ini kadang-dakang dapat lebih besar (oleh karena itu tidak terlalu dibatasi). Karena alasan-alasan ini, model fungsi transfer juga ditulis sebagai berikut :

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + n_t,$$

atau (2-10)

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t,$$

di mana

$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - ... - \omega_s B^s,$$

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - ... - \delta_r B^r,$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - ... - \theta_q B^q,$$

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - ... - \phi_p B^p.$$

y_t : nilai Y_t yang telah sitransformasikan dan dibedakan

x_t : nilai X_t yang telah sitransformasikan dan dibedakan

a_t : nilai gangguan acak

r,s,p,q dan b konstanta

Perlu dilihat bahwa yang menjadi pusat perhatian pada persamaan (2-9) adalah (r,s,b) dan (p,q). Mereka ditulis menjadi dua himpunan tersebut untuk menekankan bahwa (r,s,b) menunjukkan pembentukan parameter model fungsi transfer yang menghubungkan y_t dan x_t, sedangkan (p,q) menunjukkan

pembentukan parameter dari model gangguan (noise model). Apabila model tersebut telah diidentifikasikan, dan seluruh parameter telah ditaksir (diestimasi), maka versi peramalan dari persamaan tersebut perlu segera ditetapkan. Apabila persamaan (2-9) seluruhnya dikalikan dengan $\delta(B)$ dan $\phi(B)$, kita dapatkan (Makridakis,1999) :

$$\delta(B)\phi(B)y_y = \phi(B)\omega(B)x_{t-b} + \theta(B)\delta(B)a_t \qquad (2\text{-}10)$$

2.4.2 Identifikasi Bentuk Model

2.4.2.1 Mempersiapkan Deret Input dan Output

Dalam Mempersiapkan deret input dan deret output kita harus memperhatikan tentang kestasioneran. Sehingga apabila data mentah tidak stasioner, maka biasanya data tersebut dibedakan terlebih dahulu (mungkin pertama-tama ditransformasi ke bentuk logaritma) untuk menghilangkan ketidakstasioneran.

Hal lain yang berguna untuk dilakukan pada deret input dan output adalah menghilangkan pengaruh musiman pada kedua deret tersebut. Ini bukan merupakan persyaratan dari fungsi transfer, tetapi hal ini mempunyai pengaruh yang mempu menghasilkan nilai (r,s,b) yang lebih kecil daripada apabila deseasonalisasi tidak dilakukan (Makridakis,1999).

2.4.2.2 Pemutihan Deret Input (X_t)

Dalam memahami fungsi transfer dari suatu sistem, yang mengubah deret input (Xt) menjadi deret output (Yt), akan sangat membantu apabila sistem input tersebut dibuat sesederhana mungkin.

Dengan demikian kita dapat menempatkan suatu input yang terkendali dan memeriksa outputnya secara berulang-ulang sampai sifat asli fungsi transfer tersebut menjadi lebih jelas.

Dalam Fungsi Transfer kita dapat membuat deret input menjadi lebih mudah diatur dengan *pemutihan*. Maksudnya adalah "Hilangkan seluruh pola yang diketahui" supaya yang tertinggal hanyalah "*white noise*". Sebagai contoh, apabila diapat model ARIMA (p_x,0,q_x), maka dapat didefinisikan sebagai:

$$\phi_x(B)x_t = \theta_x(B)\alpha_t \qquad (2\text{-}11)$$

Di mana $\phi_x(B)$ adalah operator autoregresif, $\theta_x(B)$ adalah operator rata-rata bergerak dan α_t adalah galat acak, yaitu *white noise*. Dengan menyusun kembali persamaan (2-8) kita dapat mengubah deret x_t kedalam deret α_t, sebagai berikut :

$$\frac{\phi_t(B)}{\theta_t(B)}x_t = \alpha_t \qquad (2\text{-}12)$$

Inilah yang di maksud pemutihan deret x_t (Makridakis,1999).

2.4.2.3 "Pemutihan" Deret Output (Y_t)

Fungsi Transfer yang kita coba tetapkan adalah, menetapkan x_t ke dalam y_t. Apabila kita menerapkan suatu transformasi pemutihan untuk x_t, seperti pada persamaan (2-11), maka kita harus menerapkan transformasi yang sama terhadap y_t agar dapat mempertahankan integritas hubungan fungsional. Jadi kita mempunyai.

$$\text{Input}\,(x_t) \longrightarrow \text{Fungsi transfer} \longrightarrow \text{Output}\,(y_t)$$

$$\text{Input}\,\left(\frac{\phi_t(B)}{\theta_t(B)}x_t\right) \longrightarrow \text{Fungsi transfer} \longrightarrow \text{Output}\,\left(\frac{\phi_t(B)}{\theta_t(B)}y_t\right)$$

Sekarang, transformasi pada y_t ini tidak harus mengbah y_t menjadi *white noise*. Oleh sebab itu kata "pemutihan" ditulis di dalam tanda kutip untuk mengingatkan kita terhadap kejadian ini (Makridakis,1999).

Deret y_t yang telah "diputihkan" akan disebut deret β_t :

$$\frac{\phi_t(B)}{\theta_t(B)}y_t = \beta_t \qquad (2\text{-}13)$$

2.4.2.4 Perhitungan korelasi silang dan Autokorelasi untuk Deret Input (x_t) dan Deret Output (y_t) yang tealah Diputihkan

Di dalam memodelkan ARIMA univariat koefisien autokorelasi merupakan statistik kunci di dalam membantu menetapkan bentuk model. Di dalam memodelkan MARIMA bivariat (atau fungsi transfer), autokorealsi memerankan peranan kedua untuk koefisien *korelasi-silang*. Terdapat perbedaan yang amat kecil antara korelasi silang dengan korelasi, karena kita berhubungan dengan dua deret x dan y yang terpisah. Dalam runtun waktu, perlu dipelajari hubungan satu deret yang dilambatkan (*lag*) dengan yang lainnya, dan sebaliknya.

Kovarian antara dua variabel X dan Y (tanpa subskrip waktu, yang ditunjukkan dengan huruf t kecil dibawah notasi keduanya) ditetapkan sebagai berikut :

$$C_{XY} = E\{(X-\overline{X})(Y-\overline{Y})\} \qquad (2\text{-}14)$$

di mana C_{XY} : kovarian silang antara variabel X dan Y,

X : nilai variabel X,

Y : nilai variabel Y,

$\overline{X}$: nilai rata-rata variabel X,

$\overline{Y}$: nilai rata-rata variabel Y.

Kita dapat menggunakan bentuk ini untuk menetapkan dua ragam yaitu C_{XX} dan C_{YY}. Sekarang dengan memasangkan subskrip waktu di bawah variabel X dan Y san dengan memisalkan k sebagai *time lag* (beda waktu pada setiap pasangan data), kita dapat menetapkan kovarians silang $C_{XY}(k)$ dan C_{YX}(k), sebagai berikut :

$$C_{XY} = E\{(X_t - \mu_x)(Y_{t+k} - \mu_y)\} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n-k}(X_t - \overline{X})(Y_{t+k} - \overline{Y}) \qquad (2\text{-}15)$$

$$C_{YX} = E\{(Y_t - \mu_y)(X_{t+k} - \mu_x)\} = \frac{1}{n}\sum^{n+k}(Y_t - \overline{Y})(X_{t+k} - \overline{X}) \qquad (2\text{-}16)$$

Di mana k = 0,1,2,3,... Perhatikan bahwa C_{XY}(k) secara umum tidak sama dengan C_{YX}(k) . kovarians silang dapat dengan mudah diganti dengan korelasi silang dengan rumus :

$$r_{XY}(k) = \frac{C_{XY}(k)}{\sqrt{C_{XX}(0)C_{YY}(0)}} = \frac{C_{XY}(k)}{s_x S_Y} \qquad (2\text{-}17)$$

di mana k = 0,±1,±2, ±3,...

Tabel 2-1 Contoh Perhitungan Korelasi Silang

(1) Periode	(2) X_t	(3) $X_t - \overline{X}$	(4) Y_t	(5) $Y_t - \overline{Y}$	(6) $Y_{t+1} - \overline{Y}$	(7) $Y_{t+2} - \overline{Y}$
1	12.77	4.37	22.00	-7.82	19.78	-6.78
2	11.56	3.16	49.60	19.78	-6.78	8.49
3	9.67	1.27	23.04	-6.78	8.49	4.87
4	8.83	0.43	38.31	8.49	4.87	-0.81

5	8.02	-0.38	34.69	4.87	-0.81	-3.34
6	12.25	3.85	29.01	-0.81	-3.34	-5.77
7	4.76	-3.64	26.48	-3.34	-5.77	6.94
8	9.27	0.87	24.05	-5.77	6.94	-15.54
9	3.23	-5.17	36.76	6.94	-15.54	
10	3.66	-4.74	14.28	-15.54		

Sumber : Metode dan Aplikasi Peramalan oleh Makridakis

Dari tabel diatas didapatkan nilai-nilai sebagai berikut :

$\overline{X} = 8.40$ $\overline{Y} = 29.82$ $S_X^2 = 10.905$ $S_Y^2 = 92.893$

Untuk menggambarkan secara cepat tentang bagaimana menghitung korelasi-silang, perhatikan data di tabel 2-1. terdapat hanya 10 pengamatan pada X dan Y. Nilai tengah dihitung di bawah kolom 2 dan 4. penyimpangan dari nilai tengah ini berturut-turut terlihat di kolom 3 dan 5, untuk X dan Y. Kolom 6 memperlihatkan penyimpangan Y untuk kasus di mana k =1 dan kolom 7 memperlihatkan penyimpangan Y untuk kasus di mana k =2. dengan menggunakan persamaan (2-15), kita akan menghitung dua varians $C_{XX}(0)$ dan $C_{YY}(0)$ (atau dinyatakan sebagai S_X^2 dan S_Y^2) sebagai berikut :

$$S_X^2 = C_{XX}(0) = \frac{1}{10}\sum_{t=1}^{10}(X_t - 8.40)^2 = 10.905$$

$$S_Y^2 = C_{YY}(0) = \frac{1}{10}\sum_{t=1}^{10}(Y_t - 29.82)^2 = 92.893$$

Menghitung kovarians-silang pada *time lag* nol (yaitu, k = 0) seperti pada persamaan (2-16) memerlukan pengalian campuran dari kolom 3 dan 5 di tabel 2.1. yaitu :

$$C_{XY}(0) = \frac{63.32}{10} = 6.332$$

Sama halnya, kovarian silang pada *time lag* satu (kovarian antara X_t dan Y_{t+1}) adalah sebagi berikut :

$$C_{XY}(1) = \frac{172.70}{10} = 17.27$$

Dengan menggunakan persamaan (2-17), beberapa kovarians-silang ini dapat diubah menjadi korelasi silang sebagai berikut :

$$r_{XY}(0) = \frac{C_{XY}(0)}{S_X S_Y} = \frac{6.332}{(3.302)(9.638)} = 0.199$$

$$r_{XY}(1) = \frac{C_{XY}(1)}{S_X S_Y} = \frac{17.27}{(3.302)(9.638)} = 0.543$$

$$r_{XY}(0) = \frac{C_{XY}(2)}{S_X S_Y} = \frac{-5.67}{(3.302)(9.638)} = -0.178$$

Jika k = -1, maka persamaan (2-17) dapat digunakan untuk menetapkan persamaan $C_{YX}(1)$ sebagai berikut :

$C_{YX}(1) = C_{XY}(-1) = 0.997$, dan

$r_{XY}(-1) = 0.031$

Untuk korealsi-silang dengan lag *k*, galat standar didekati sebagi berikut :

$$\text{Galat standar dari } r_{XY}(k) = \sqrt{\frac{1}{n-k}} \qquad (2\text{-}18)$$

Apabila *k* negatif, gantilah dengan nilai absolutnya pada sisi kanan persamaan (2-18). Perumusan galat standar ini sangat berguna untuk menentukan korealsi-silang yang signifikan.

Hal terakhir yang perlu diperhatikan pada tahap ini adalah, bahwa autokorelasi yang biasa dapat dihitung untuk deret input maupun output yang telah diputihkan. Untuk deret x_t yang telah diputihkan (dinamakan

deret α_t) seharusnya tidak terdapat beberapa autokorealsi yang signifikan, tetapi pada deret y_t yang "diputihkan" (dinamakan deret β terdapat beberapa pola karena itulah yang kita harapkan dari fungsi transfer (Makridakis,1999).

2.4.2.5 Penaksiran Langsung Bobot Respons Impuls

Setelah kita dapatkan deret input yang telah diputihkan dan menerapkan transformasi pemutihan yang sama untuk deret output kemudian kita menghitung korelasi silang antara kedua deret yang diputihkan tersebut adalah merupakan persoalan yang sederhana untuk memperoleh penaksiran langsung untuk masing-masing bobot respons impuls. Rumusnya adalah sebagai berikut (Makridakis,1999) :

$$\upsilon_k = \frac{r_{\alpha\beta(k)} S_\beta}{S_\alpha} = \frac{C_{\alpha\beta}(k) S_\beta}{S_\alpha^2} \qquad (2\text{-}19)$$

2.4.2.6 Penerapan (*r,s,b*) untuk Model Fungsi Transfer

Tiga parameter kunci di dalam model fungsi transfer adalah (r,s,b), di mana r menunjukkan derejat fungsi $\delta(B)$, s menunjukkan derajat fungsi $\omega(B)$, dan b menunjukkan keterlambatan yang dicatat pada subskrip dari X_{t-b} pada persamaan (2-10). Ini merupakan tugas orang yang meramalkan, untuk menetapkan nilai yang tepat bagi ketiga parameter ini. Tugas ini tidak selalu jelas terlihat.

Parameter b mengkin merupakan yang paling sederhana untuk dihadapi. Apabila korealsi silang yang di uji dan $r_{\alpha\beta}(0) = r_{\alpha\beta}(1) = r_{\alpha\beta}(2) = 0$, tetapi $r_{\alpha\beta}(3) = 0.5$, maka kita mengetahui

bahwa b = . dengan kata lain, terdapat lag absolut sebesar 3 periode sebelum deret input mulai mempengaruhi deret output.

Perhatikan dua persamaan (2-9) dan (2-10) dan penetapan

$$\upsilon(B)x_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}x_{t-b} \qquad (2\text{-}20)$$

Apabila penyataan $\upsilon(B), \omega(B), dan \delta(B)$ diperluas dan koefisien-koefisiennya dibandingkan, kita akan mendapatkan hubungan sebagai berikut :

$$\upsilon_j = 0 \text{ untuk } j < b \qquad (2\text{-}21a)$$

$$\upsilon_j = \delta_1\upsilon_{j-1} + ... + \delta_r\upsilon_{j-r} + \omega_0 \text{ untuk } j = b \qquad (2\text{-}21b)$$

$$\upsilon_j = \delta_1\upsilon_{j-1} + ... + \delta_r\upsilon_{j-r} + \omega_1 \text{ untuk } j = b+1,..., b+s \qquad (2\text{-}21c)$$

$$\upsilon_j = \delta_1\upsilon_{j-1} + ... + \delta_r\upsilon_{j-r} \text{ untuk } j > b+s \qquad (2\text{-}21d)$$

Apabila secara intuitif kita berfikir tentang arti (r,s,b), maka nilai b menyatakan bahwa y_t tidak dipengaruhi oleh nilai x_t sampai periode $t+b$. Sedangkan nilai s menyatakan untuk berapa lama deret output (y_t) secara terus menerus mempengaruhi dert input (x_t) dan untuk r menunjukkan bahwa y_t berkaitan dengan nilai-nilai masa lalu.

Tiga prinsip dalam menentukan nilai yang tepat untuk (r,s,b) :

1. Sampai *lag* waktu b, korelasi-silang tidak akan berbeda dari nol secara signifikan.
2. untuk s *time lag* selanjutnya, korealsi silang tidak akan memperlihatkan adanya pola yang jelas.

3. untuk *r time lag* selanjutnya, korealsi silang akan memperlihatkan adanya satu pola yang jeals.

Kenyataan dari persoalan tersebut adalah bahwa jarang untuk menguji diagram korealsi silang dan membuat ketiga nilai (r,s,b) tersebut menampakkan diri secara jelas (Makridakis,1999).

2.4.2.7 Pengujian Pendahuluan Deret Gangguan

Bobot υ diukur secara langsung dan ini memungkinkan dilakukannya perhitungan nilai taksiran pendahuluan dari deret gangguan n_t karena

$$y_t = \upsilon(B)x_t + n_t$$

Maka

$$n_t = y_t - \upsilon_0 x_t - \upsilon_1 x_{t-1} - \upsilon_2 x_{t-2} - \ldots - \upsilon_g x_{t-g} \qquad (2\text{-}22)$$

Di mana g adalah nilai praktis yang dipilih oleh orang yang meramalkan. Fungsi $\upsilon(B)$ mempunyai jumlah suku tak terbatas (Makridakis,1999).

2.4.2.8 Penetapan (p_n,q_n) untuk Model ARIMA $(p_n,0,q_n)$ dari Deret Gangguan

Untuk mengukur deret gangguan kemudian nilai-nilai n_t, di analisis dengan cara ARIMA biasa untuk menemukan apakah terdapat model ARIMA $(p_n,0,q_n)$ yang tepat untuk menjelaskan mereka. Autokorelasi, autokorealsi parsial dan spektrum garis ditetapkan dan selanjutnya nilai p_n dan q_n untuk autoregresif dan proses rata-rata bergerak, berturut-turut, dipilih. Dengan cara ini, fungsi $\phi_n(B)$ dan $\theta_n(B)$ untuk deret gangguan n_t, untuk mendapatkan (Makridakis,1999) :

$$\phi_n(B)n_t = \theta_n(B)a_t \qquad (2\text{-}23)$$

2.4.3 Penaksiran Parameter-parameter Model

Model Fungsi Transfer yang telah ditentukan secara tentatif dapat ditulis sebagai :

$$y_t = \upsilon(B)x_t + n_t \qquad (2\text{-}24)$$

Pada saat ini, kita perlu menaksir parameter-parameter yang telah kita tentukan pada bagian penerapan (r,s,b) yang telah kita bahas sebelumnya.

Dalam melakukan penaksiran parameter kita akan melakukan sesuai dengan persamaan (2-21a) samapai (2-21d) setelah hal ini dilakukan kita akan mendapatkan nilai-nilai dari parameter-parameter yang telah kita tetapkan sebelumnya (Makridakis,1999).

2.4.4 Pemeriksaan Diagnostik Pada Model

Adalah suatu hal yang biasa dalam pemodelan ARIMA untuk mengidentifikasi lebih dari satu bentuk model, memperkirakan parameter pada setiap model dan mengerjakan pemeriksaan diagnostik yang hati-hati untuk menguji validitas (kesahihan) model. Hal yang sama juga dilakukan pada pemodelan fungsi transfer. Bagian yang menarik dalam kasus ini ada dua yaitu : (i) deret nilai sisa akhir a_t, dan (ii) hubungan antara deret a_t ini dengan deret input yang disesuaikan, yang sudah dirancang α_t.

Dalam bentuk singkat prosedur adalah :

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t \qquad (2\text{-}25)$$

Bila kita kalikan persamaan diatas maka kita akan mendapatkan (Makridakis,1999) :

$$\delta(B)\phi(B)y_t = \phi(B)\omega(B)x_{t-b} + \delta(B)\theta(B)a_t \qquad (2\text{-}26)$$

2.4.4.1. Analisis Nilai Sisa (Residu) :Autokorelasi

Autokorelasi pada dasarnya hanya memperlihatkan sebagian kecil dari suatu pola. Begitu juga autokorelasi parsial mendukung pernyaataan bahwa deret a_t pada hakekatnya merupakan noise acak. Adalah memungkinkan menggunakan uji *Box-Pierce* χ^2 dalam menentukan apakah gugus autokorelasi secara signifikan berbeda dengan nol. Untuk deret stasioneritas ARIMA (p,d,q) formulanya adalah (Makridakis,1999) :

$$\chi^2_{(df)} = n\sum_{k=1}^{m} r^2(k) \qquad (2\text{-}27)$$

di mana n = jumlah pengamatan,

m = waktu tunda terbesar yang diperhatikan,

r(k) = autokorealsi untuk waktu tunda k,

df = derajat bebas = m – p – q.

2.4.4.2. Analisis Nilai Sisa : Korelasi Silang

Bagian yang penting dari proses diagnostik adalah membuktikan asumsi bahwa deret input yang telah diputihkan (α_t) adalah bebas dari komponen noise (a_t) acak. Untuk membuktikannya maka perlu dihitung korelasi silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) adalah bebas dari komponen noise (a_t) acak. Gambar 4-12 menunjukkan hasil korelasi

silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) adalah bebas dari komponen noise (a_t) acak. Ternyata tidak terdapat korelasi-silang yang signifikan.

Untuk menguji kesimpulan ini secara formal, kita boleh menggunkan uji χ^2 Box-Pierce sekali lagi. Dengan menggunakan persamaan (2-27), formula yang sesuai untuk uji keterpautan (α_t) dan (a_t), adalah sebagi berikut (Makridakis,1999) :

$$\chi^2_{(m-r-s)} = (N - n^*)\sum_{k=1}^{m} r^2_{\alpha a}(k) \qquad (2\text{-}28)$$

di mana (r,s) = parameter model Fungsi Transfer,

m = lag maksimum,

n* = nilai maksimum (s + b + p_n) dan (p_x), dimana (p_x) ialah jumlah maksimum parameter AR pada model ARIMA dengan deret input,

N = jumlah pengamatan -1.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di perpustakaan Badan Pusat Statistika Yogyakarta serta di Homepage Bank Indonesia. Penelitian dilakukan selama 10 hari, yaitu dari tanggal 18 Juli sampai 30 Juli 2005.

3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Peubah Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang diteliti adalah wisatawan asing ke Indonesia serta perubahan nilai tukar rupiah atas dolar Amerika. Sedangkan definisi operasional peubah variabel tersebut adalah:

- Wisatawan Mancanegara

  Wisatawan mancanegara adalah setiap pengunjung yang mengunjungi suatu negara di luar tempat tinggalnya didorong oleh suatu atau beberapa keperluan tanpa bermaksud memperoleh penghasilan ditempat yang dikunjungi (definisi dari WTO)

- Nilai tukar rupaih atas dolar Amerika

  Rupiah yang diperlukan untuk membeli 1 dolar Amerika (Iskandar Simongkir dan Suseno, 2004).

3.3 Sumber dan Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data kuantitatif. Sedangkan sumber data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh melalui pustaka dan Homepage yang ada di Badan Pusat Statistika Yogyakarta serta melalui Homepage Bank Indonesia. Adapun alamat Homepage kedua instansi tersebut adalah :

- Badan Pusat Statistika : www.bps.go.id
- Bank Indonesia : www.bi.go.id

3.4 Identifikasi Data

Yang menjadi obyek penelitian ini adalah data tentang :

- Jumlah wisatawan mancanegara pada bulan Januari 1990 sampai bulan April 2005 yang masuk melalui 4 pintu utama kedatangan, yaitu : Bandara udara Soekarno-Hatta (Jakarta), Bandara Udara Ngurah Rai (Bali), Bandara Udara Polonia (Medan), kepulauan Batam.
- Nilai Tukar Rupiah atas Dolar Amerika pada bulan Januari 1990 sampai bulan April 2005.

3.5 Kajian Pustaka

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Suharjo, B dengan judul "Model Fungsi Transfer Antara Jumlah Wisatawan Eropa Dengan Kurs Dolar", dan telah diterbitkan dalam Jurnal UMG pada tahun 2002.

3.6 Metode Analisis Data

Beberapa tahapan dalam proses pembentukan fungsi transfer, yaitu :

Tahap I Identifikasi bentuk model, meliputi :

- *Plotting* Input dan Output data time series
- *Prewhitening* deret input
- *Prewhitening* deret output
- Penghitungan korelasi silang dan autokorelasi input dan output yang telah di-*prewhitening*
- Penaksiran langsung bobot respons impuls
- Identifikasi b,r,s untuk model fungsi transfer
- Pengamatan awal pada deret noise
- Identifikasi model ARIMA

Tahap II Penaksiran parameter model fungsi transfer

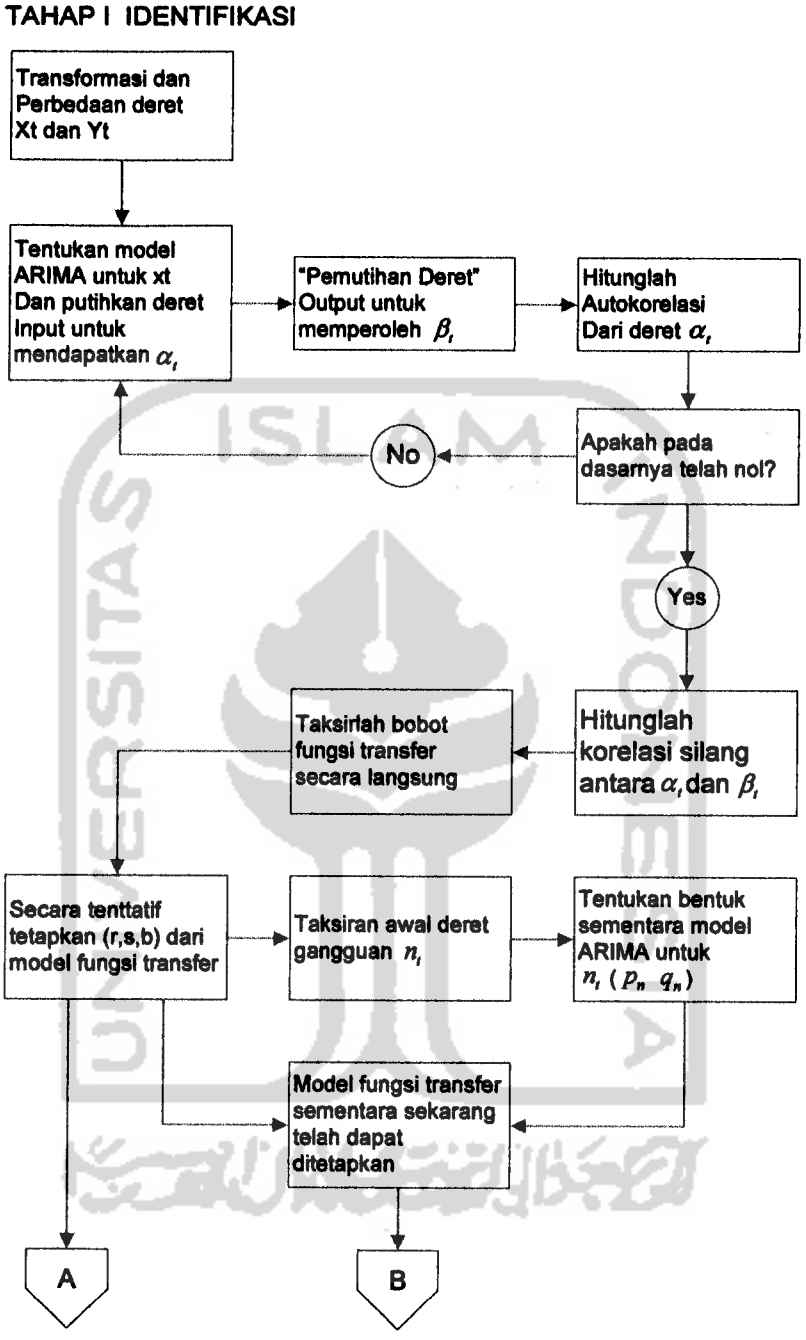
- Taksiran awal nilai parameter
- Taksiran akhir parameter

Tahap III Uji diagnosis model fungsi transfer

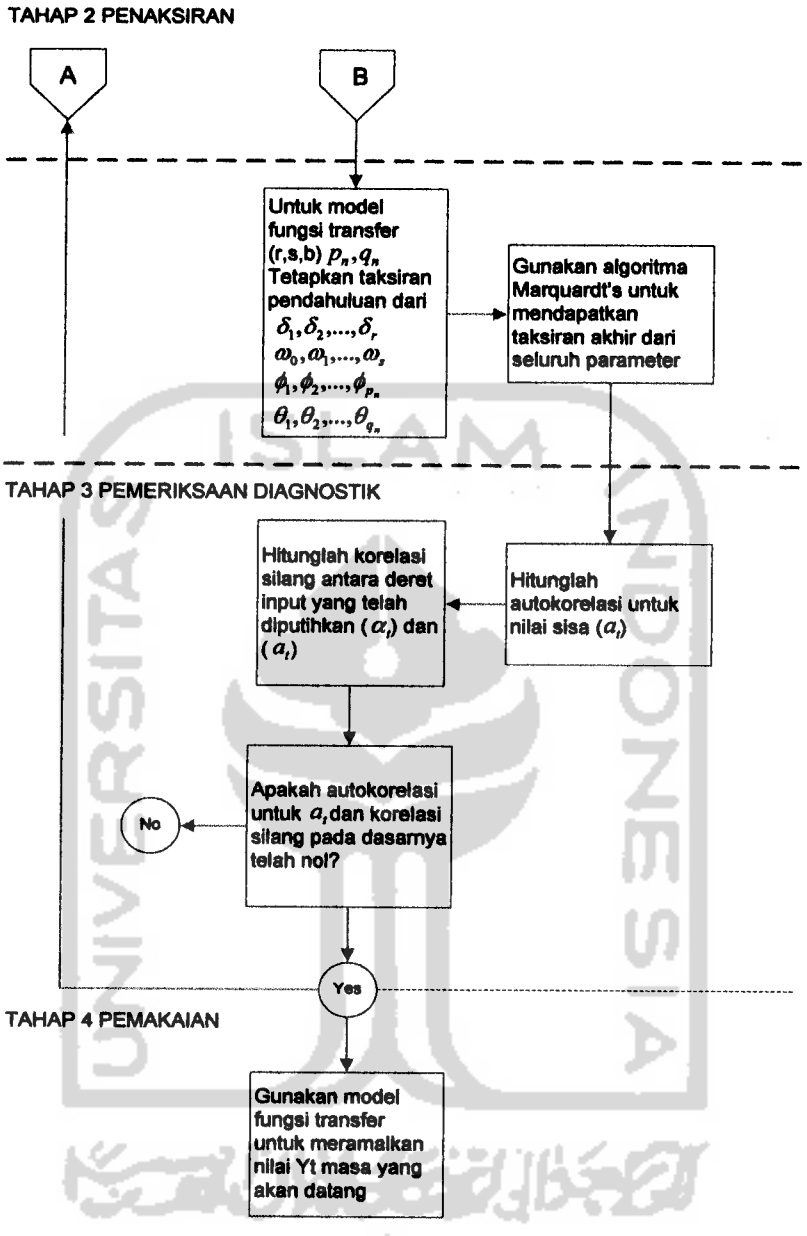
- Perhitungan autokorelasi untuk nilai sisa model b,r,s yang menghubungkan deret input dan output
- Perhitungan korelasi silang antara nilai sisa yang disebutkan dalam point 1 dengan deret gangguan yang telah diputihkan.

Tahap IV Penggunaan model Funsi Transfer untuk peramalan

- Peramalan nilai-nilai yang akan datang dengan menggunakan model fungsi transfer.



Gambar 3-1. Langkah-langkah dasar dalam pengembangan model fungsi transfer. *Sumber : Markidakis: 1999*



Gambar 3-1. (lanjutan)

Selain menggunakan Fungsi Transfer diperlukan juga Analisis Runtun Waktu menggunakan metode Box-Jenkins, adapun tahapan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

Tahap I Identifikasi Model

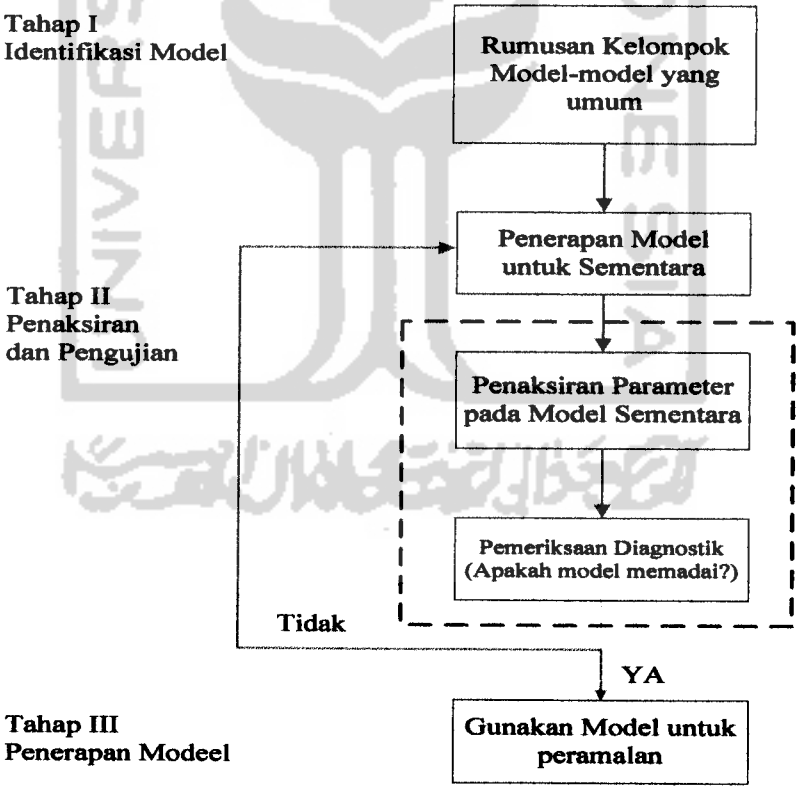
- Rumusan kelompok model-model yang umum

Tahap II Penaksiran dan Pengujian Model

- Penerapan model untuk sementara
- Penaksiran parameter pada model sementara
- Pemeriksaan diagnostik

Tahap III Penerapan Model

- Gunakan model untuk peramalan



Gambar 3-2 Skema yang memperlihatkan pendekatan Box-Jenkins
Sumber : Markidakis: 1999

BAB IV

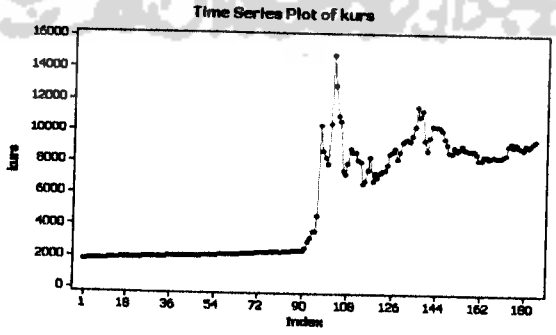
PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Pengolahan Data

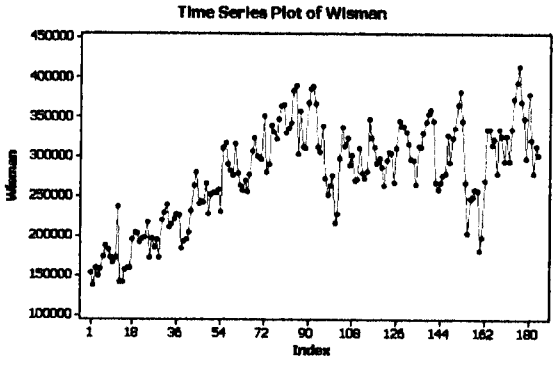
Pengolahan data asli untuk jumlah wisatawan mancanegara sebagai deret output (Y_t) dan Nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika sebagai deret input (X_t) dilakukan dengan menggunkan Microsoft Excel 2003 untuk menghilangkan faktor musiman pada kedua deret tersebut dan menggunakan paket program Minitab 13.0 untuk melakukan analisis selanjutnya.

4.2. Identifikasi Model Fungsi Transfer

Data pada tabel 4.1 pada lampiran, akan digunakan untuk mengilustrasikan proses lengkap analisis fungsi transfer. Deret input (X_t) merupakan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika dan deret output (Y_t) merupakan jumlah wisatawan mancanegara. Pertanyaan yang menarik adalah seberapa jauh perubahan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika mempengaruhi jumlah wisatawan mancanegara ke Indonesia.



Gambar 4-1 Deret Input (Perubahan nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika dari tabel lampiran 2)



Gambar 4-2 Deret Output (jumlah Wisatawan Mancanegara dari tabel lampiran2)

Dari gambar 4-1 dan 4-2 memperlihatkan secara grafis bagaimana deret input dan deret output berfruktuasi setiap waktu, dan informasai tertentu dapat diperoleh secara singkat. Jumlah wisatawan lebih mudah berkembang dari pada nilai tukar. Titik maksimum pada nilai tukar terjadi pada saat titik minimum jumlah wisatawan. Sehingga model regresi linier sederhananya adalah sebagai berikut :

(Jumlah Wisatawan) = $b_0 - b_1$ (Nilai Tukar)

Kemudian adalah menarik untuk mempertanyakan apakah metodologi fungsi transfer yang lebih kompleks dapat memperbaiki hasilnya. Untuk itu dilakukan pembahasan selanjutnya pada bagian ini.

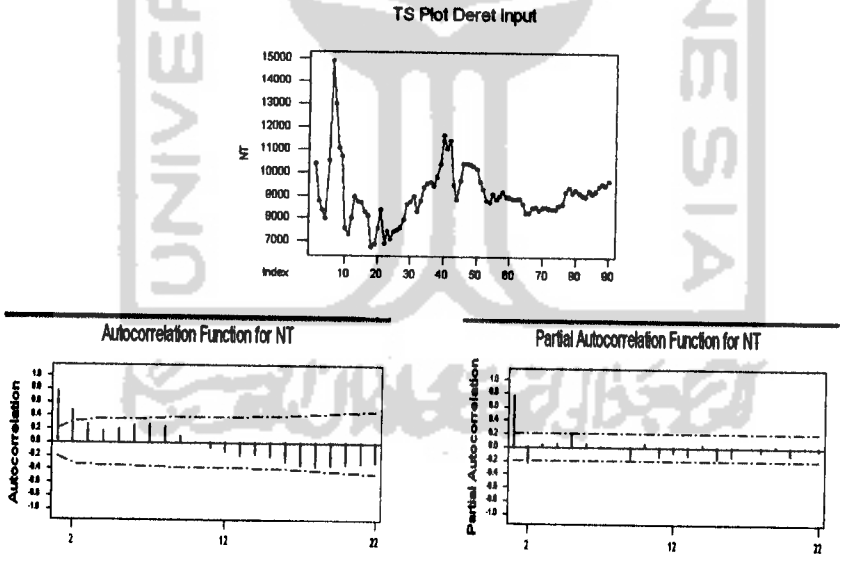
4.2.1. Mempersiapkan Input dan Output Deret Berkala

Dalam mempersiapkan deret input dan output perlu dilihat hasil grafis dari TS plot, ACF dan parsialnya untuk melakukan pengujian pada deret-deret tersebut.

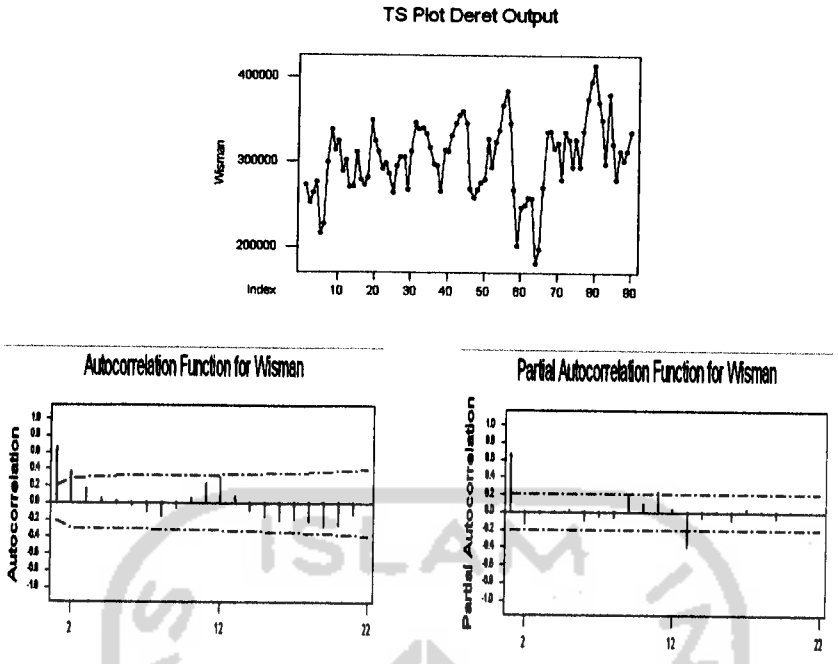
Pada gambar 4-1 dan gambar 4-2 terlihat dengan jelas bahwa adanya perbedaan rata-rata yang sangat jelas dari periode tahun 1990 sampai 1997 dengan periode 1998 sampai 2005. hal ini dikarenakan keadaan

perekonomian bangsa Indonesia yang berubah sangat drastis dengan terjadinya krisis moneter pada sekitar tahun 1997 akhir sampai tahun 1998 sehingga mengakibatkan nilai tukar rupiah atas dollar menurun drastis. Untuk mengatasi bahwa periode yang akan datang sama dengan kondisi sekarang maka perlu dipotongnya selang waktu data penelitian mulai dari periode Januari tahun 1990 sampai dengan Desember tahun 1997. Dengan demikian pada nantinya obyek penelitian ini hanya menggunakan data pada periode Januari tahun 1998 sampai Juni tahun 2005. Adapun data selengkapnya terlampir pada tabel 4.2.

Dari gambar 4-3. dan gambar 4-4 pada TS plot menunjukkan bahwa sudah stabilnya data nilai tukar Rupiah atas Dollar Amerika dan data jumlah Wisatawan Mancanegara. Tetapi terlihat bahwa data belum stasioner dalam hal mean, sehingga perlu dilakukan perbedaan pertama.

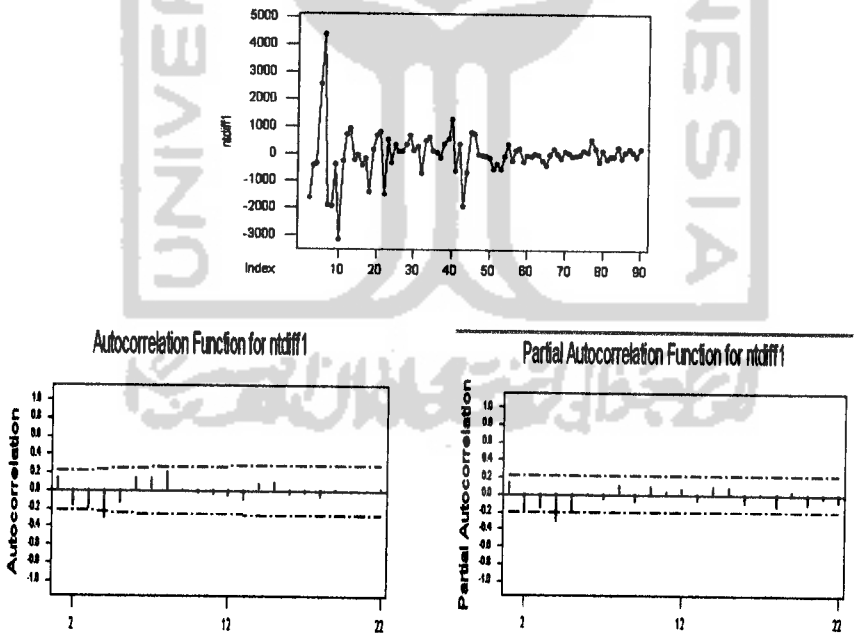


Gambar 4-3 Analisis Univariat deret input menggunakan data mentah



Gambar 4-4 Analisis Univariat deret output menggunakan data mentah

Setelah dilakukan perbedaan pertama, maka analisis univariatnya menunjukkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4-5 Analisis Univariat deret input setelah dilakukan perbedaan pertama

Bila sebuah fungsi transfer memetakan nilai-nilai X terhadap nilai Y, jika pada deret X dilakukan perbedaan maka pada deret Y juga dilakukan hal yang sama, sehingga fungsi transfer akan memetakan x terhadap y. Adapun hasil dari perbedaan pertama dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.2.2. Pemutihan Deret Input

Dalam melakukan pemutihan deret input perlu ditetapkan model ARIMA-nya untuk melakukan penaksiran parameter pada model tersebut. Gambar 4-5 menunjukkan autokorelasi dan parsial keduanya bergerak mendekati nol secara eksponensial dengan parsial yang berubah-ubah tandanya. Sehingga didapat menaksir model awalnya adalah ARIMA (1,0,1). Untuk lebih menyakinkan kita tentang model yang tepatnya, maka perlu dilakukan penaksiran parameter dengan cara coba-coba pada deret gangguan. Adapun beberapa model yang ingin di coba adalah sebagai berikut :

1. ARIMA (1,0,1)

```
Final Estimates of Parameters
Type          Coef      SE Coef         T         P
AR    1     -0.3270       0.4219     -0.77     0.440
MA    1     -0.5250       0.3798     -1.38     0.170

Number of observations:  89
Residuals:     SS =    62556136  (backforecasts excluded)
               MS =     719036  DF = 87

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic
Lag                 12         24         36         48
Chi-Square        20.4       25.2       33.4       42.4
DF                  10         22         34         46
P-Value          0.026      0.287      0.496      0.625
```

2. ARIMA (1,0,2)

```
Final Estimates of Parameters
Type          Coef      SE Coef         T         P
AR    1      0.6389       0.1007      6.35     0.000
MA    1      0.6219       0.1090      5.71     0.000
MA    2      0.3651       0.1127      3.24     0.002

Number of observations:  89
Residuals:     SS =    53375544  (backforecasts excluded)
               MS =     620646  DF = 86
```

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10.8	19.4	27.3	34.1
DF	9	21	33	45
P-Value	0.287	0.557	0.748	0.882

3. ARIMA (2,0,2)

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.5226	0.0469	32.44	0.000
AR	2	-0.9708	0.0447	-21.70	0.000
MA	1	1.6863	0.0338	49.89	0.000
MA	2	-0.9261	0.0317	-29.26	0.000

Number of observations: 89
Residuals: SS = 44185619 (backforecasts excluded)
MS = 519831 DF = 85

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.4	22.9	30.5	37.0
DF	8	20	32	44
P-Value	0.394	0.293	0.541	0.763

Dari ketiga model diatas maka dilakukan Uji overall untuk tiap model. Hasil output diketahui nilai p-value ketiga model adalah:

ARIMA (1 0 1) =0,625, ARIMA (1 0 2) = 0,882 dan ARIMA (2 0 2) = 0,763

Ketiga model diatas memiliki nilai p value > 0.05 maka kita bisa menolak Ho dan menyimpulkan bahwa ketiga model tersebut telah memenuhi syarat.

Kemudian dari ketiga model diatas yang semua parameternya signifikan hanyalah ARIMA (1 0 2) dan ARIMA (2 0 2). Kemudian dari 2 model diatas yang memiliki nilai MS terkecil adalah ARIMA (2,0,2). Sehingga model yang digunakan untuk melakukan pemutihan deret input adalah ARIMA (2,0,2) atau bisa dituliskan sebagai berikut :

$$\left(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2\right)x_t = (1-\theta_1 B-\theta_2 B)\alpha_t$$

Dengan nilai-nilai parameternya sebagai berikut :

ϕ_1 = 1,5226 ϕ_2 = -0,9708

$\theta_1 = 1{,}6863$ $\theta_2 = -0{,}9261$

sehingga modelnya menjadi:

$$(1 - 1{,}5226B + 0{,}9708B^2)x_t = (1 - 1{,}6863B + 0{,}9261B^2)\alpha_t$$

$$\alpha_t = x_t - 1{,}5226x_{t-1} + 0{,}9708x_{t-2} + 1{,}6863\alpha_{t-1} - 0{,}9261\alpha_{t-2}$$

Tetapkan $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ dan lanjutkan maka akan diperoleh

$$\alpha_3 = x_3 - 1{,}5226x_2 + 0{,}9708x_1 + 1{,}6863\alpha_2 - 0{,}9261\alpha_1$$

$$= -355 - 1{,}5226 * (-425) + 0{,}9708 * (-1625) + 1{,}6863 * 0 - 0{,}9261 * 0$$

$$= -1285{,}45$$

$$\alpha_4 = x_4 - 1{,}5226x_3 + 0{,}9708x_2 + 1{,}6863\alpha_3 - 0{,}9261\alpha_2$$

$$= 515{,}287$$

Himpunan lengkap dari nilai-nilai α_t yang telah diputihkan diperlihatkan pada tabel 4.4 pada lampiran.

4.2.3. Pemutihan Deret Output

Seperti yang ditunjukkan pada sub bab 2.4.2.3, perlu diterapkan transformasi pemutihan yang sama pada deret output dalam rangka menjaga integritas model fungsi transfer. Dengan menggunakan persamaan (2-13) deret y_t dikonversikan menjadi deret β_t, sebagai berikut:

$$(1 - 0{,}1142B - 0{,}3176B^2)y_t = (1 - 0{,}3510B - 0{,}625B)\beta_t$$

$$\beta_t = Y_t - 0{,}1142y_{t-1} - 0{,}3176y_{t-2} + 0{,}351\beta_{t-1} + 0{,}625\beta_{t-2}$$

Tetapkan $\beta_1 = \beta_2 = 0$ dan lanjutkan maka akan diperoleh

$$\beta_3 = Y_3 - 0{,}1142y_2 - 0{,}3176y_1 + 0{,}351\beta_2 + 0{,}625\beta_1$$

$$= 13390 - 0{,}1142 * (10800) - 0{,}3176 * (-20323) + 0{,}351 * 0 + 0{,}625 * 0$$

$$= 20143{,}579$$

$$\beta_4 = Y_4 - 0{,}1142 y_3 - 0{,}3176 y_2 + 0{,}351 \beta_3 + 0{,}625 \beta_2 = -57068{,}548$$

Himpunan lengkap dari nilai-nilai β_t yang telah diputihkan diperlihatkan pada tabel 4.4 pada lampiran

4.2.4. Perhitungan Korelasi Silang Untuk Deret Input Dan Output Yang Telah Diputihkan

Dari nilai-nilai α dan β yang telah diperoleh dari pemutihan deret input (x_t) dan deret output (y_t) diperoleh statistik dasarnya adalah sebagai berikut :

Descriptive Statistics: alpa, beta

Variable	N	Mean	StDev
alpa	87	-36.0	716.4
beta	87	7717	32593

Untuk nilai-nilai korelasi silang dengan *time lag k* = -19 sampai *lag k* = +19 dapat dilihat pada gambar 4-9 berikut ini :

```
          -1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2  0.0  0.2  0.4  0.6  0.8  1.0
           +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
-19   0.033                          XX
-18  -0.059                         XX
-17  -0.080                        XXX
-16  -0.095                        XXX
-15  -0.072                        XXX
-14  -0.036                         XX
-13   0.006                          X
-12   0.023                          XX
-11   0.054                          XX
-10   0.055                          XX
 -9   0.055                          XX
 -8  -0.014                          X
 -7  -0.046                         XX
 -6  -0.008                          X
 -5   0.115                          XXXX
 -4  -0.042                         XX
 -3  -0.020                         XX
 -2   0.119                          XXXX
 -1  -0.006                          X
  0  -0.115                       XXXX
  1   0.012                          X
```

```
 2   0.099          XXX
 3   0.078          XXX
 4  -0.023         XX
 5  -0.033         XX
 6   0.109          XXXX
 7   0.036          XX
 8  -0.070        XXX
 9   0.065          XXX
10   0.064          XXX
11  -0.008          X
12  -0.134        XXXX
13  -0.017          X
14   0.054          XX
15   0.023          XX
16  -0.022         XX
17  -0.022         XX
18   0.021          XX
19  -0.146       XXXXX
```

Gambar 4-9 nilai-nilai korelasi silang dengan *time lag* k = -19 sampai *lag* k = +19. dengan program Minitab 13.0

4.2.5. Penaksiran Langsung Bobot Respons Impuls

Dalam melakukan penaksiran bobot impuls, digunakan persamaan sebagai berikut : 32593,39 / 716,441

$$v_0 = \frac{r_{\alpha\beta}(0)S_\beta}{S_\alpha} = -0.115\ \frac{32593,39}{716,441} = -5,2318$$

Berikut ini adalah tabel bobot respon impuls pada *time lag* ke = 0,1,2,...,19

Tabel 4.5. Bobot Respon Impuls yang Mendefinisikan Fungsi Transfer

k	v		k	v
0	-5,2317		10	2,9116
1	0,5459		11	-0,3639
2	4,5039		12	-6,0961
3	3,5485		13	-0,7734
4	-1,0463		14	2,4566
5	-1,5013		15	1,0463
6	4,9588		16	-1,0009
7	1,6378		17	-1,0009
8	-3,1845		18	0,9554
9	2,9571		19	-6,6420

Sumber : perhitungan dengan Ms. Excel 2003

4.2.6. Penerapan (r,s,b) untuk Model Fungsi Transfer

Parameter *b*, merupakan nilai mutlak penundaan sebelum deret input mulai mempengaruhi deret output adalah mudah untuk ditentukan. Dengan menggunakan korelasi silang (gambar 4-9) atau dengan pembobot impuls (tabel 4.5) yang diperkirakan secara langsung kita akan menentukan bahwa terdapat 1 bulan penundaan sebelum nilai tukar (input) mempengaruhi jumlah wisatawan mancanegera (output). Oleh karena itu b=1

Dengan adanya kesulitan praktik dalam mengartikan prinsip-prinsip petunjuk yang digariskan sebelumnya kita bisa beragumentasi bahwa r + s = 0, karena semua korelasi silang secara signifikan sama dengan nol. Dengan demikian kita bisa menentukan nilai (*r,s,b*) yaitu (0,0,1), sehingga modelnya menjadi :

$$y_t = \omega_0 x_{t-1} + (noise \bmod el)$$

4.2.7. Pengujian Pendahuluan Deret Gangguan

Taksiran bobot impuls yang diperlihatkan dalam tabel 4.5 memungkinkan kita untuk menghitung taksiran awal komponen noise dari model fungsi transfer.

$$n_t = y_t - \upsilon_0 x_t - \upsilon_1 x_{t-1} - \ldots - \upsilon_{19} x_{t-19}$$

Karena digunakan 19 bobot impuls maka akan kehilanagan 20 nilai akibat adanya 20 waktu penundaan (*time lag*). Maka untuk n_{20}, dengan melihat tabel 4-10, diperoleh :

$$n_{20} = y_{20} - \upsilon_0 x_{19} - \upsilon_1 x_{18} - \ldots - \upsilon_{19} x_1$$

$$n_{20} = y_{20} - 5{,}23205 x_{20} + 0{,}546 x_{19} - \ldots + 6{,}64246 x_1$$

Dengan menggunakan tabel tabel deret nilai input dan output yang telah dibedakan, maka diperoleh perhitungan sebagi berikut :

$$n_{20} = -12450 - (5{,}23205 * 521) + (0{,}546 * 690) - ... + (6{,}64246 * (-1625))$$

$$= -1167739$$

begitu juga nilai noise yang lain $n_{21}, n_{22}, n_{23}, ..., n_{89}$, dapat ditentukan. Gugus perkiraan awal komponen noise sepenuhnya diperlihatkan pada tabel 4.6.

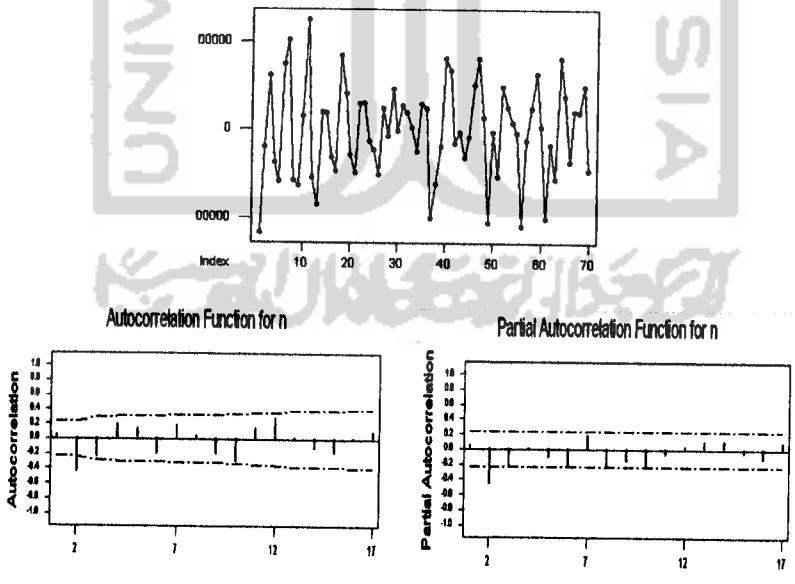
Ringkasan statistik untuk deret noise awal adalah sebagai berikut :

Descriptive Statistics: n

Variable	N	Mean	StDev
n	70	-14617	533438

4.2.8. Penerapan (p_n, q_n) untuk Model ARIMA $(p_n, 0, q_n)$ dari Deret Gangguan (n_t)

Dalam menentukan model Fungsi Transfer selengkapnya, perlu dipilih sebuah model ARIMA untuk suatu deret noise. Gambar 4-10 memperlihatkan analisis dasar untuk *noise* dari tabel 4.2 pada lampiran 1.



Gambar 4-10 Analisis Univariat deret gangguan

Dari gambar di atas dapat diperkirakan bahwa model yang cocok untuk deret gangguan adalah model MA(2) Hal ini dikarenakan pada plot ACF bergerak mendekati nol secara eksponensial, dan hanya terdapat satu autokorelasi partial yang tidak nol. Akan tetapi dalam menetapkan model ARIMA (p_n,0,q_n) pada deret gangguan *(noise),* maka perlu dilakukan penaksiran parameter dengan cara coba-coba pada deret gangguan. Adapun model yang ingin di coba adalah :

1. ARIMA (0,0,2)

```
Final Estimates of Parameters
Type          Coef     SE Coef        T        P
MA   1      0.2159      0.0826     2.61    0.011
MA   2      0.7546      0.0773     9.76    0.000

Number of observations:  70
Residuals:    SS =   12794467168862  (backforecasts excluded)
              MS =    188153928954  DF = 68

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic
Lag              12        24        36        48
Chi-Square     23.9      32.0      41.7      47.8
DF               10        22        34        46
P-Value       0.008     0.077     0.172     0.401
```

2. ARIMA (1,0,2)

```
Final Estimates of Parameters
Type          Coef     SE Coef        T        P
AR   1      0.1353      0.1739     0.78    0.439
MA   1      0.3205      0.1394     2.30    0.025
MA   2      0.6484      0.1225     5.29    0.000

Number of observations:  70
Residuals:    SS =   12740723918590  (backforecasts excluded)
              MS =    190160058486  DF = 67
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic
Lag              12        24        36        48
Chi-Square     26.9      34.5      44.0      50.6
DF                9        21        33        45
P-Value       0.001     0.032     0.095     0.262
```

3. ARIMA (0,0,1)

```
Final Estimates of Parameters
Type          Coef     SE Coef        T        P
MA   1     -0.2583      0.1176    -2.20    0.031
Number of observations:  70
Residuals:    SS =   19174221220698  (backforecasts excluded)
              MS =    277887264068  DF = 69
```

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	53.0	60.2	76.8	88.3
DF	11	23	35	47
P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000

Dari ketiga model diatas maka dilakukan Uji overall untuk tiap model. Hasil output diketahui nilai p-value ketiga model adalah:

ARIMA (0 0 2) = 0,401, ARIMA (1 0 2) = 0,262 dan ARIMA (0 0 1) = 0,00

Hanya dua model diatas yang memiliki nilai p value > 0.05 maka Ho ditolak dan dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (0 0 2) dan ARIMA (1 0 2) tersebut telah memenuhi syarat.

Dalam melakukan perbandingan kita bisa melihat nilai P value dari tiap parameter apakah sudah signifikan atau belum. Dari ketiga model diatas model yang tiap parameternya signifikan hanyalah model ARIMA (0 0 2). Sehingga model yang digunakan untuk melakukan pemutihan deret input adalah ARIMA (0 0 2) atau dapat dituliskan sebagai berikut :

$$n_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) a_t$$

4.3. Penaksiran Parameter-Parameter Model

Model Fungsi Transfer yang telah ditentukan secara tentatif adalah :

$$y_t = \omega_0 x_{t-1} + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B) a_t$$

Berdasarkan persamaan (2-21) sampai (2-21b) didapat nilai dari peramalan dengan model Fungsi Transfer (r,s,b) = (0,0,1) adalah sebagai berikut :

$$\upsilon_0 = 0 \qquad (1)$$

$$\upsilon_1 = \omega_0 \qquad (2)$$

Kemudian didapatkan juga parameter ω_0 dengan persamaan 2

$$\upsilon_1 = \omega_0 = 0{,}5460$$

Maka model taksiran awalnya adalah

$$y_t = 0{,}546x_{t-1} + (1 - 0{,}2159B - 0{,}7546B^2)a_t \qquad (4\text{-}1)$$

4.4. Uji Diagnosa Fungsi Transfer

Dalam melakukan uji diagnosa pada model Fungsi Transfer yang telah terbentuk kemudian disederhanakan sehingga diperoleh :

$$y_t = 0{,}546x_{t-1} - 0{,}2159a_{t-1} - 0{,}7546a_{t-2} + a_t$$

Dengan pengembangan dan pengaturan kembali, a_t dapat diekspresikan sebagai sebuah fungsi dari bermacam-macam nilai y, nilai x dan nilai a sebelumnya. Persamaan deret nilai sisa dapat dimodelkan sebagi berikut :

$$a_t = y_t - 0{,}546x_{t-1} + 0{,}2159a_{t-1} + 0{,}7546a_{t-2} \qquad (4\text{-}2)$$

Dengan data pada table (4-2) didapat deret nilai sisa dengan mengasumsikan suku kesalahan pada bagian sebelumnya (a_1, a_2, a_3) menjadi nol.

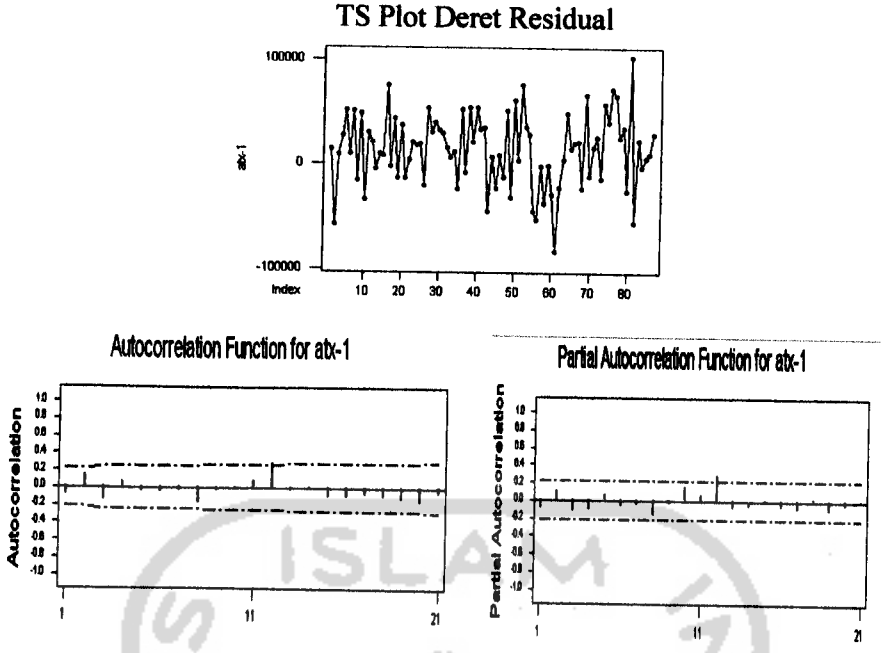
$$a_3 = y_3 - 0{,}546x_2 + 0{,}2159a_2 + 0{,}7546a_1$$

$$= 13390\text{-}(0{,}546*(\text{-}425))+(0{,}2159*0)+(0{,}7546*0) = 13622{,}05$$

Begitu juga kita dapat menghitung $a_4, a_5, ..., a_{90}$. Gugus nilai sisa akhir selengkapnya diperlihatkan pada tabel 4.7 pada lampiran.

4.4.1. Analisis Nilai Sisa (Residual) : Autokorelasi

Nilai – nilai a_t pada tabel 4-11 dianalisis dalam gambar 4-10. pembuatan plot residual (sisa) dan hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4-11. Analisis Univariat deret residual

Plot runtun waktu memperlihatkan adanya fruktuasi yang cenderung konstan dan adanya nilai yang tinggi pada akhir plot. Grafik ACF-nya juga memperlihatkan bahwa data telah telah stasioner dalam hal mean dan variansi. Begitu juga autokorelasi parsial mendukung pernyataan bahwa deret a_t pada hakekatnya merupakan noise acak walaupun terdapat satu parsial yang dapat diperhatikan pada penundaan 12 yang nilainya adalah -0.288 (seperti terlihat pada gambar 4-12). Walaupun demikian, tidak terdapat pola yang jelas dalam autokorelasi atau parsial, dan spektrum garis menguatkan pendapat bahwa residu (sisa) mempunyai tingkah-laku yang masuk akal.

Uji Box-Pierce χ^2 dapat digunakan dalam menetukan apakah gugus autokorelasi secara signifikan berbeda dengan nol. Untuk deret stasioneritas ARIMA (p,d,q) formulanya adalah sebagi berikut:

$$\chi^2_{(df)} = n\sum_{k=1}^{m} r^2(k)$$

Berdasarkan output komputer tentang grafik nilai autokorelasi dari Gusus nilai sisa ditunjukkan pada gambar berikut ini :

```
      -1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2  0.0  0.2  0.4  0.6  0.8  1.0
        +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
 1  -0.088                      XXX
 2   0.092                        XXX
 3  -0.118                     XXXX
 4  -0.112                     XXXX
 5   0.064                        XXX
 6  -0.066                      XXX
 7  -0.050                       XX
 8  -0.164                    XXXXX
 9  -0.039                       XX
10   0.150                        XXXXX
11   0.069                        XXX
12   0.288                        XXXXXXXX
13  -0.087                      XXX
14  -0.055                       XX
15  -0.025                       XX
16  -0.061                      XXX
17  -0.091                      XXX
18   0.022                        XX
19  -0.106                     XXXX
20  -0.051                       XX
21  -0.008                       X
22   0.031                       XX
```

Gambar 4-12. Nilai-nilai Partial Autokorelasi Gugus Nilai Sisa

Untuk residu (a_t) dalam contoh iklan-penjualan, perhitungan yang cocok adalah sebagai berikut :

$$\chi^2_{(14-pn-qn)} = (90-2-r-s-b)\sum_{k=1}^{m} r^2_{aa}(k)$$

di mana (r,s,b) dan (p_n, q_n) merupakan parameter fungsi transfer. Autokorelasi 20 pertama di bawah untuk menghitung χ^2 :

$$\chi^2_{(14\text{-}0\text{-}2)} = 87\,[(-0{,}088)^2 + (0{,}392)^2 + (-0.118)^2 + (-0.112)^2 + (0.064)^2$$
$$+(-0{,}066)^2 + (-0{,}05)^2 + (-0{,}164)^2 + (-0{,}039)^2 + (0{,}15)^2$$
$$+(0{,}069)^2 + (0{,}288)^2 \;=\; 16{,}7258$$

Dengan memperhatikan tabel χ^2, perhatikan bahwa untuk derajat bebas 10 nilainya adalah 18.307. sehingga dapat disimpulkan bahwa deret a_t pada hakekatnya merupakan deret acak. Model fungsi transfer untuk kasus jumlah wisatawan asing dengan nilai tukar benar-benar cocok untuk data tersebut.

4.4.2. Analisis Nilai Sisa : Korelasi Silang

Bagian yang penting dari proses diagnostik adalah membuktikan asumsi bahwa deret input yang telah diputihkan (α_t) bebas dari komponen noise (a_t) acak. Untuk membuktikannya perlu dihitung korelasi silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) bebas dari komponen noise (a_t) acak. Gambar 4-12 menunjukkan hasil korelasi silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) bebas dari komponen noise (a_t) acak. Ternyata tidak terdapat korelasi-silang yang signifikan.

Untuk menguji kesimpulan ini secara formal, perlu digunakan uji χ^2 Box-Pierce sekali lagi. Dengan menggunkan persamaan (2-27), formula yang sesuai untuk uji keterpautan (α_t) dan (a_t), adalah sebagi berikut :

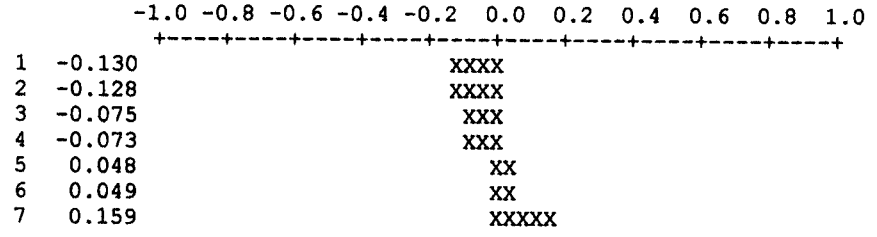
$$\chi^2_{(m-r-s)} = (89-n^*)\sum_{k=1}^{m} r^2_{\alpha a}(k)$$

Perhitungan tersebut menghasilkan :

$$\chi^2_{(7-0-0)} = (89\text{-}2)\,[(-0{,}130)^2 + (-0{,}128)^2 + (-0{,}075)^2 + (-0{,}073)^2 + (0{,}048)^2 + (0{,}049)^2 + (0{,}159)^2\,] = 6{,}4575$$

Dengan menggunkan tabel χ^2, untuk derajat bebas 7 nilainya adalah 14,0671. sehingga dapat disimpulkan bahwa deret input yang telah

diputihkan (α_t) adalah bebas dari komponen noise (a_t) acak. Gambar 4-15 menunjukkan korelasi silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) dengan komponen noise (a_t).



Gambar 4-15. korelasi silang antara deret input yang telah diputihkan (α_t) adalah bebas dari komponen noise (a_t) acak

4.5. Peramalan Menggunakan Model Fungsi Transfer

Dengan mengatur kembali secara sederhana persamaan (4-2) maka didapat model Fungsi Transfer untuk meramalkan jumlah wisatawan mancanegara dengan mempertimbangkan nilai Tukar Rupiah atas Dollar Amerika sebagai berikut :

$$y_t = 0{,}546x_{t-1} - 0{,}2159a_{t-1} - 0{,}7546a_{t-2} + a_t$$

Di mana

$$y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$x_t = X_t - X_{t-1}$$

Sehingga model akhirnya menjadi

$$Y_t = Y_{t-1} + 0{,}546X_{t-1} - 0{,}546X_{t-2} - 0{,}2159a_{t-1} - 0{,}7546a_{t-2} + a_t$$

Dengan menggunakan data yang ada dalam tabel 4.2 pada lampiran kemudian dilakukan peramalan Y_{90} dan perlu ditetapkan unsur kesalahan (a_t)

dalam periode peramalan sama dengan nol. Sehingga akan diperoleh nilai Y_{90} sebagai suatu peramalan sebagai berikut :

$$Y_{90} = Y_{89} + 0{,}546 * X_{89} - 0{,}546 * X_{88} - 0{,}2159 * a_{89} - 0{,}7546 a_{88}$$

$$= 335286 + (0{,}546*9713) - (0{,}546*9495) - (0{,}2159*29293{,}99) - (0{,}7546*9723{,}88)$$

$$= 321742{,}8$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, model fungsi transfer yang cocok untuk meramalkan jumlah wisatawan asing yang datang ke Indonesia dengan mempertimbangkan Nilai Tukar Rupiah atas Dollar Amerika adalah sebagai berikut :

$$Y_t = Y_{t-1} + 0{,}546X_{t-1} - 0{,}546X_{t-2} - 0{,}2159a_{t-1} - 0{,}7546a_{t-2} + a_t$$

di mana :

Y_t = nilai peramalan dari jumlah wisatawan asing pada bulan ke-t,

Y_{t-1} = nilai jumlah wisatawan asing pada saat 1 bulan sebelumnya,

X_{t-1} = nilai Tukar Rupiah atas Dollar amerika pada saat 1 bulan sebelumnya,

X_{t-2} = nilai Tukar Rupiah atas Dollar amerika pada saat 2 bulan sebelumnya,

a_{t-1} = nilai kesalahan pada model fungsi transfer pada saat 1 bulan sebelumnya,

a_{t-2} = nilai kesalahan pada model fungsi transfer pada saat 2 bulan sebelumnya.

Analisis

- Dengan menganggap variabel lain konstan maka setiap penambahan satu orang wisatawan pada satu bulan sebelumnya, maka menyebabkan perubahan jumlah wisatawan pada bulan ke-t sebesar 1 orang

- Dengan menganggap variabel lain konstan maka setiap penambahan satu Rupiah pada satu bulan sebelumnya, maka menyebabkan perubahan jumlah wisatawan pada bulan ke-t sebesar 0,546
- Dengan menganggap variabel lain konstan maka setiap penambahan satu Rupiah pada dua bulan sebelumnya, maka menyebabkan perubahan jumlah wisatawan pada bulan ke-t sebesar -0,546
- Dengan menganggap variabel lain konstan maka setiap penambahan satu satuan pada a_{t-1}, maka menyebabkan perubahan jumlah wisatawan pada bulan ke-t sebesar -0,2159.
- Dengan menganggap variabel lain konstan maka setiap penambahan satu satuan pada a_{t-2}, maka menyebabkan perubahan jumlah wisatawan pada bulan ke-t sebesar -0,7546.
- Secara umum dapat disimpulkan bahwa jumlah wisatawan dipengaruhi oleh jumlah wisatawan bulan sebelumnya dan nilai tukar bulan sebelumnya serta dua bulan sebelumnya.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penambahan data serta penambahan variabel-variabel input.

DAFTAR PUSTAKA

Ardhika, 2001. Harian Kompas.

Astutik, E.P, 2005. *Peramalan Volume Penjualan Produk Utama PT. Sari Husada, Tbk. Jogjakarta.* Skripsi, Jurusan Statistika FMIPA UII, Yogyakarta,

Homepage Bank Indonesia. www.bi.go.id. 10 September 2005.

Homepage Badan Pusat Statistik www.bps.go.id. 10 September 2005.

Katalog BPS. 2003 *Laporan Perekonomian Indonesia 2003.* Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Makridakis, S, Wheelwright SC, Mc Gee VE, 1999. *Metode Dan Aplikasi Peramalan.* edisi revisi yang disempurnakan Jilid I, Binarupa Aksara, Jakarta.

Prasetyo, E.F. 2005. *Peramalan Jumlah Peserta Program Asuransi Dwiguna Dengan Menggunkan Metode Box-Jenkins.* Laporan Kerja Praktek, Jurusan Statistika FMIPA UII, Yogyakarta,

Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D. 1992. *Macroeconomics.* 4 th. ed. New York : Mc. Graw-Hill, Inc.

Simorangkir, I. Suseno. 2004. *Sistem dan Kebijakan Nilai Tukar.* Pusat Pendidikan dan Studi Keperbanksentralan (PPSK) Bank Indonesia. Jakarta.

Soejoeti, Z., 1987. *Analisis Runtun Waktu,* Penerbit Karunia, Universitas Terbuka., Jakarta,

Suharjo, B. 2002. *Model Fungsi Transfer Antara Jumlah Wisatawan Eropa Dengan Kurs Dolar*. http://www.umg.ac.id/journal/3.html. 25 juli 2005.

Widodo, E., 2003 *Modul Praktikum Analisis Runtun Waktu*, Jurusan Statistika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Tabel 4-1 Data Jumlah Wisatawan Mancanegara atau Deret Output (Y_t) dan Data Nilai Tukar Rupaiah atas Dolar Amerika atau Deret Input (X_t)

Periode Januari 1990 - Juli 2005

No	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)		No	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)
1	Jan '90	152761	1808		49	Jan '94	228017	2122
2	Feb '90	138389	1815		50	Feb '94	251932	2136
3	Mar '90	159716	1823		51	Mar '94	254977	2144
4	Apr '90	149826	1829		52	Apr '94	254347	2149
5	Mei '90	158588	1836		53	Mei '94	258210	2155
6	Juni '90	173936	1844		54	Juni '94	230238	2160
7	Juli '90	188192	1849		55	Juli '94	310725	2169
8	Agst '90	182892	1858		56	Ags '94	317462	2175
9	Sep 90	172297	1864		57	Sep 94	290976	2181
10	Okt '90	166757	1872		58	Okt '94	283045	2186
11	Nov '90	172207	1884		59	Nov '94	276856	2193
12	Des '90	236125	1901		60	Des '94	316125	2200
13	Jan '91	142058	1912		61	Jan '95	279462	2207
14	Feb '91	142396	1920		62	Feb '95	263888	2212
15	Mar '91	156904	1932		63	Mar '95	257631	2219
16	Apr '91	160272	1939		64	Apr '95	269601	2227
17	Mei '91	159331	1947		65	Mei '95	255674	2236
18	Juni '91	196226	1954		66	Juni '95	277903	2246
19	Juli '91	204541	1959		67	Juli '95	307268	2256
20	Agst '91	203768	1965		68	Ags '95	324103	2266
21	Sep 91	191527	1968		69	Sep 95	300799	2276
22	Okt '91	196581	1977		70	Okt '95	298863	2285
23	Nov '91	197836	1985		71	Nov '95	297102	2296
24	Des '91	217125	1992		72	Des '95	351345	2308
25	Jan '92	172482	2004		73	Jan '96	279525	2311
26	Feb '92	197499	2010		74	Feb '96	290838	2322
27	Mar '92	184905	2017		75	Mar '96	340144	2336
28	Apr '92	195947	2022		76	Apr '96	331376	2342
29	Mei '92	173149	2027		77	Mei '96	322017	2354
30	Juni '92	219574	2033		78	Juni '96	347865	2342
31	Juli '92	229423	2035		79	Juli '96	364258	2353
32	Ags '92	239447	2034		80	Ags '96	365699	2363
33	Sep 92	210886	2038		81	Sep 96	329513	2340
34	Okt '92	214984	2050		82	Okt '96	336032	2352
35	Nov '92	220891	2059		83	Nov '96	342464	2368
36	Des '92	227697	2062		84	Des '96	383948	2383
37	Jan '93	226163	2066		85	Jan '97	390445	2396
38	Feb '93	183611	2067		86	Feb '97	303538	2406
39	Mar '93	192991	2071		87	Mar '97	358459	2419
40	Apr '93	195991	2074		88	Apr '97	312750	2433
41	Mei '93	204176	2079		89	Mei '97	311180	2440
42	Juni '93	231033	2088		90	Juni '97	367851	2450
43	Juli '93	263698	2096		91	Juli '97	386949	2599
44	Ags '93	280108	2102		92	Ags '97	389490	3035
45	Sep 93	240735	2108		93	Sep 97	366719	3275
46	Okt '93	242841	2106		94	Okt '97	312721	3670
47	Nov '93	241100	2106		95	Nov '97	305674	3648
48	Des '93	266130	2110		96	Des '97	338949	4650

Lanjutan Tabel 4-1

No	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)	No	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)
97	Jan '98	272860	10375	145	Jan '02	275975	10320
98	Feb '98	252537	8750	146	Feb '02	278903	10189
99	Mar '98	263337	8325	147	Mar '02	326957	9655
100	Apr '98	276727	7970	148	Apr '02	293490	9316
101	Mei '98	215753	10525	149	Mei '02	323091	8785
102	Juni '98	227595	14900	150	Juni '02	336744	8730
103	Juli '98	298592	13000	151	Juli '02	366087	9108
104	Ags '98	337277	11075	152	Ags '02	382758	8867
105	Sep 98	313789	10700	153	Sep 02	345312	9015
106	Okt '98	323637	7550	154	Okt '02	267100	9233
107	Nov '98	288508	7300	155	Nov '02	202698	8976
108	Des '98	301843	8025	156	Des '02	246489	8940
109	Jan '99	269877	8950	157	Jan '03	249747	8876
110	Feb '99	271299	8730	158	Feb '03	257894	8905
111	Mar '99	311089	8685	159	Mar '03	257082	8908
112	Apr '99	278419	8260	160	Apr '03	181466	8675
113	Mei '99	272468	8105	161	Mei '03	198413	8279
114	Juni '99	281539	6726	162	Juni '03	269690	8285
115	Juli '99	348396	6875	163	Juli '03	335040	8505
116	Ags '99	324172	7565	164	Ags '03	335628	8535
117	Sep 99	311722	8386	165	Sep 03	315104	8389
118	Okt '99	291083	6900	166	Okt '03	321941	8495
119	Nov '99	297712	7425	167	Nov '03	279408	8537
120	Des '99	285991	7100	168	Des '03	334637	8465
121	Jan '00	263850	7425	169	Jan '04	325841	8441
122	Feb '00	294901	7505	170	Feb '04	294409	8447
123	Mar '00	305385	7590	171	Mar '04	325718	8587
124	Apr '00	304855	7945	172	Apr '04	293910	8661
125	Mei '00	267028	8620	173	Mei '04	335765	9210
126	Juni '00	311440	8735	174	Juni '04	374166	9415
127	Juli '00	345972	9003	175	Juli '04	394279	9168
128	Ags '00	338712	8290	176	Ags '04	414063	9328
129	Sep 00	339385	8780	177	Sep 04	370222	9170
130	Okt '00	331727	9395	178	Okt '04	349843	9090
131	Nov '00	316401	9530	179	Nov '04	297408	9018
132	Des '00	296792	9595	180	Des '04	379661	9290
133	Jan '01	295210	9450	181	Jan '05	321320	9165
134	Feb '01	264862	9835	182	Feb '05	278927	9260
135	Mar '01	313651	10400	183	Mar '05	312972	9480
136	Apr '01	312127	11675	184	Apr '05	301741	9570
137	Mei '01	329953	11058	185	Mei '05	312475	9495
138	Juni '01	344650	11440	186	Juni '05	335286	9713
139	Juli '01	354044	9525				
140	Ags '01	359278	8865				
141	Sep 01	344953	9675				
142	Okt '01	267803	10435				
143	Nov '01	258358	10430				
144	Des '01	267473	10400				

Tabel 4-2 Data Jumlah Wisatawan Mancanegara atau Deret Output (Y_t) dan Data Nilai Tukar Rupaiah atas Dolar Amerika atau Deret Input (X_t) Periode Januari 1998 - Juli 2005

t	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)		t	Periode	Wisman (Y_t)	NT (X_t)
0	Jan '98	272860	10375		45	Okt '01	267803	10435
1	Feb '98	252537	8750		46	Nov '01	258358	10430
2	Mar '98	263337	8325		47	Des '01	267473	10400
3	Apr '98	276727	7970		48	Jan '02	275975	10320
4	Mei '98	215753	10525		49	Feb '02	278903	10189
5	Juni '98	227595	14900		50	Mar '02	326957	9655
6	Juli '98	298592	13000		51	Apr '02	293490	9316
7	Ags '98	337277	11075		52	Mei '02	323091	8785
8	Sep 98	313789	10700		53	Juni '02	336744	8730
9	Okt '98	323637	7550		54	Juli '02	366087	9108
10	Nov '98	288508	7300		55	Ags '02	382758	8867
11	Des '98	301843	8025		56	Sep 02	345312	9015
12	Jan '99	269877	8950		57	Okt '02	267100	9233
13	Feb '99	271299	8730		58	Nov '02	202698	8976
14	Mar '99	311089	8685		59	Des '02	246489	8940
15	Apr '99	278419	8260		60	Jan '03	249747	8876
16	Mei '99	272468	8105		61	Feb '03	257894	8905
17	Juni '99	281539	6726		62	Mar '03	257082	8908
18	Juli '99	348396	6875		63	Apr '03	181466	8675
19	Ags '99	324172	7565		64	Mei '03	198413	8279
20	Sep 99	311722	8386		65	Juni '03	269690	8285
21	Okt '99	291083	6900		66	Juli '03	335040	8505
22	Nov '99	297712	7425		67	Ags '03	335628	8535
23	Des '99	285991	7100		68	Sep 03	315104	8389
24	Jan '00	263850	7425		69	Okt '03	321941	8495
25	Feb '00	294901	7505		70	Nov '03	279408	8537
26	Mar '00	305385	7590		71	Des '03	334637	8465
27	Apr '00	304855	7945		72	Jan '04	325841	8441
28	Mei '00	267028	8620		73	Feb '04	294409	8447
29	Juni '00	311440	8735		74	Mar '04	325718	8587
30	Juli '00	345972	9003		75	Apr '04	293910	8661
31	Ags '00	338712	8290		76	Mei '04	335765	9210
32	Sep 00	339385	8780		77	Juni '04	374166	9415
33	Okt '00	331727	9395		78	Juli '04	394279	9168
34	Nov '00	316401	9530		79	Ags '04	414063	9328
35	Des '00	296792	9595		80	Sep 04	370222	9170
36	Jan '01	295210	9450		81	Okt '04	349843	9090
37	Feb '01	264862	9835		82	Nov '04	297408	9018
38	Mar '01	313651	10400		83	Des '04	379661	9290
39	Apr '01	312127	11675		84	Jan '04	321320	9165
40	Mei '01	329953	11058		85	Feb '04	278927	9260
41	Juni '01	344650	11440		86	Mar '04	312972	9480
42	Juli '01	354044	9525		87	Apr '04	301741	9570
43	Ags '01	359278	8865		88	Mei '04	312475	9495
44	Sep 01	344953	9675		89	Juni '04	335286	9713

Table 4-3 Perbedaan Pertama Deret Input (x_t) dan Deret Output (y_t)

t	Periode	WismanDiff	NTDiff		t	Periode	WismanDiff	NTDiff
0	Jan '98	0	0		45	Okt '01	760	-77150
1	Feb '98	-1625	-20323		46	Nov '01	-5	-9445
2	Mar '98	-425	10800		47	Des '01	-30	9115
3	Apr '98	-355	13390		48	Jan '02	-80	8502
4	Mei '98	2555	-60974		49	Feb '02	-131	2928
5	Juni '98	4375	11842		50	Mar '02	-534	48054
6	Juli '98	-1900	70997		51	Apr '02	-339	-33467
7	Ags '98	-1925	38685		52	Mei '02	-531	29601
8	Sep 98	-375	-23488		53	Juni '02	-55	13653
9	Okt '98	-3150	9848		54	Juli '02	378	29343
10	Nov '98	-250	-35129		55	Ags '02	-241	16671
11	Des '98	725	13335		56	Sep 02	148	-37446
12	Jan '99	925	-31966		57	Okt '02	218	-78212
13	Feb '99	-220	1422		58	Nov '02	-257	-64402
14	Mar '99	-45	39790		59	Des '02	-36	43791
15	Apr '99	-425	-32670		60	Jan '03	-64	3258
16	Mei '99	-155	-5951		61	Feb '03	29	8147
17	Juni '99	-1379	9071		62	Mar '03	3	-812
18	Juli '99	149	66857		63	Apr '03	-233	-75616
19	Ags '99	690	-24224		64	Mei '03	-396	16947
20	Sep 99	821	-12450		65	Juni '03	6	71277
21	Okt '99	-1486	-20639		66	Juli '03	220	65350
22	Nov '99	525	6629		67	Ags '03	30	588
23	Des '99	-325	-11721		68	Sep 03	-146	-20524
24	Jan '00	325	-22141		69	Okt '03	106	6837
25	Feb '00	80	31051		70	Nov '03	42	-42533
26	Mar '00	85	10484		71	Des '03	-72	55229
27	Apr '00	355	-530		72	Jan '04	-24	-8796
28	Mei '00	675	-37827		73	Feb '04	6	-31432
29	Juni '00	115	44412		74	Mar '04	140	31309
30	Juli '00	268	34532		75	Apr '04	74	-31808
31	Ags '00	-713	-7260		76	Mei '04	549	41855
32	Sep 00	490	673		77	Juni '04	205	38401
33	Okt '00	615	-7658		78	Juli '04	-247	20113
34	Nov '00	135	-15326		79	Ags '04	160	19784
35	Des '00	65	-19609		80	Sep 04	-158	-43841
36	Jan '01	-145	-1582		81	Okt '04	-80	-20379
37	Feb '01	385	-30348		82	Nov '04	-72	-52435
38	Mar '01	565	48789		83	Des '04	272	82253
39	Apr '01	1275	-1524		84	Jan '04	-125	-58341
40	Mei '01	-617	17826		85	Feb '04	95	-42393
41	Juni '01	382	14697		86	Mar '04	220	34045
42	Juli '01	-1915	9394		87	Apr '04	90	-11231
43	Ags '01	-660	5234		88	Mei '04	-75	10734
44	Sep 01	810	-14325		89	Juni '04	218	22811

Tabel 4-4 Deret Input (α_t) Dan Deret Output (β_t) yang telah di Putihkan

t	alpa (α_t)	Beta (β_t)		t	alpa (α_t)	Beta (β_t)
1	0.00	0.00		46	-644.81	-20563.53
2	0.00	0.00		47	-506.91	1129.40
3	-1285.45	20143.58		48	-296.82	1756.71
4	515.29	-57068.55		49	-69.40	-234.06
5	2199.50	-4122.94		50	-254.34	45116.65
6	-2849.17	63988.05		51	-17.73	-18540.28
7	-1626.32	54672.76		52	-327.60	27479.10
8	607.63	1452.03		53	-111.62	27649.75
9	-1917.02	24502.84		54	61.42	42744.47
10	386.73	-14546.03		55	-662.99	41883.89
11	475.13	18353.83		56	-292.98	-10055.27
12	21.48	-17908.79		57	-121.36	-65034.56
13	-1328.38	115.45		58	-378.57	-76872.79
14	-1071.97	43572.49		59	40.95	13449.41
15	-1147.51	-16780.37		60	160.97	-7199.99
16	-493.88	-4818.37		61	325.01	-6380.97
17	-1325.70	12147.96		62	295.71	-9575.80
18	320.04	71663.39		63	-11.75	-86416.52
19	891.81	4893.54		64	-332.00	-20259.23
20	1122.53	1099.51		65	-166.21	47472.66
21	-999.18	-6798.92		66	-146.39	63549.06
22	860.11	11144.43		67	-392.08	18639.50
23	-191.23	-2304.72		68	-503.69	-6540.61
24	210.50	-19117.83		69	-128.84	14834.11
25	-198.29	27883.56		70	-11.94	-31287.68
26	-250.62	19778.68		71	66.15	49549.76
27	64.26	9077.35		72	249.00	10268.35
28	557.45	-27946.21		73	331.28	-23201.60
29	312.40	39908.14		74	435.60	32179.95
30	758.74	49967.67		75	294.41	-18804.78
31	-19.27	14679.51		76	665.30	39732.09
32	1100.63	19183.86		77	290.17	56105.82
33	1050.58	11445.46		78	-152.98	45479.69
34	426.59	74.34		79	208.40	51420.54
35	202.91	-9270.42		80	-148.31	-7271.36
36	-165.81	2262.03		81	-127.19	-1738.39
37	201.36	-25863.76		82	-180.71	-37235.02
38	331.14	41544.43		83	117.02	77516.69
39	1160.42	12267.34		84	-244.36	-27913.49
40	-359.68	24840.39		85	28.95	-43926.98
41	878.03	31137.09		86	229.12	27188.88
42	-1281.90	27701.56		87	206.81	-6668.07
43	-348.18	26775.57		88	138.10	8600.46
44	555.86	7666.96		89	460.91	26902.13
45	145.76	-60919.66				

Tabel 4-5 Bobot Respon Impuls yang Mendefinisikan Fungsi Transfer

t	v
0	-5.2321
1	0.5460
2	4.5041
3	3.5487
4	-1.0464
5	-1.5014
6	4.9591
7	1.6379
8	-3.1847
9	2.9572
10	2.9117
11	-0.3640
12	-6.0965
13	-0.7734
14	2.4568
15	1.0464
16	-1.0009
17	-1.0009
18	0.9554
19	-6.6424

Tabel 4-6 Deret Noise (n)

t	n_t		t	n_t
1	-1167738.83		36	239700.84
2	-203667.72		37	-1001938.99
3	616351.50		38	-613597.48
4	-377861.35		39	-193421.44
5	-581745.85		40	812393.30
6	739253.91		41	675420.29
7	1010561.70		42	-147978.38
8	-578117.11		43	-23911.79
9	-634041.29		44	-312739.69
10	143460.40		45	-80446.51
11	1248900.54		46	510730.52
12	-545846.81		47	815216.60
13	-846666.52		48	132275.04
14	199118.95		49	-1052417.00
15	184957.28		50	-28744.21
16	-315380.47		51	-527006.29
17	-472887.24		52	488831.37
18	844433.27		53	248274.79
19	410276.23		54	80894.96
20	-282325.93		55	-36924.76
21	-488485.06		56	-1089445.06
22	292794.80		57	-123167.75
23	302247.85		58	240713.26
24	-131552.98		59	637541.55
25	-227529.92		60	28133.50
26	-510373.67		61	-1003583.76
27	245455.06		62	-173019.61
28	-72387.62		63	-560338.58
29	462404.92		64	811917.77
30	-16990.76		65	381657.73
31	275897.75		66	-359707.38
32	190438.85		67	207128.44
33	20414.72		68	194449.76
34	-252584.60		69	491514.68
35	287318.16		70	-459719.23

Tabel 4-7. Deret Nilai Sisa (a)

t	a_t
1	13622.05
2	-57839.17
3	8238.69
4	26741.55
5	51712.82
6	8907.02
7	50998.27
8	-15677.34
9	48570.05
10	-33705.69
11	30290.85
12	21015.60
13	-5250.68
14	9005.80
15	7137.82
16	75946.76
17	-2522.25
18	43938.13
19	-13504.31
20	37680.49
21	-14062.79
22	3433.99
23	21003.17
24	17566.19
25	19065.12
26	-20649.22
27	53971.83
28	30539.83
29	39914.36
30	32725.16
31	29259.20
32	15349.68
33	5710.28
34	11198.23
35	-23542.16
36	51946.22
37	-8382.21
38	54518.75
39	20479.26
40	54746.75
41	33553.06
42	34591.36
43	-44804.84
44	6569.32

t	a_t
45	-23273.69
46	8450.80
47	-12766.12
48	51746.29
49	-31636.73
50	62003.48
51	3456.40
52	76907.09
53	35677.05
54	28422.35
55	-45234.52
56	-52839.65
57	-1610.73
58	-36942.90
59	-1009.48
60	-28922.89
61	-82623.85
62	-22589.49
63	4268.19
64	49222.20
65	14315.73
66	19693.46
67	21971.18
68	-22986.61
69	66822.71
70	-11675.36
71	16484.81
72	26054.57
73	-13819.82
74	58491.67
75	40301.16
76	72839.91
77	66056.25
78	25298.18
79	35015.19
80	-25741.53
81	103157.18
82	-55642.44
83	23504.46
84	-2920.04
85	5754.91
86	9723.88
87	29293.99