ABSTRAK

PERAMALAN JUMLAH SURAT JASA POS KILAT KHUSUS DENGAN PENDEKATAN ANALISA FUNGSI TRANSFER DI DAERAH POS DAN GIRO III JAWA TIMUR

Perencanaan mutlak diperlukan untuk mewujudkan tujuan manusia agar efisien dan efektif. Perencanaan banyak digunakan pendekatan berbagai disiplin ilmu sehingga dengan integrasi tersebut akan sangat mendukung terwujudnya perencanaan yang tepat . Sehingga akhirnya berbagai keputusan yang tepat dan bijaksana dapat dihasilkan .

Dalam perencanaan maka salah satu sisi yang penting adalah peramalan . Karena dengan peramalan dapat diketahui bagaimana keadaan di waktu waktu yang akan datang berdasarkan informasi masa lalu. Kebutuhan akan semakin meningkat manakala diinginkan ketidaktergantungan akan faktor ketidakpastian .

Perum Pos Dan Giro sebagai salah satu BUMN tentu ingin mengembangkan usahanya agar lebih maju . Oleh karena itu tentunya dikembangkan pula sistem perencanaan yang baik. Maka dari itu faktor peramalan tentunya juga menjadi penting seiring dengan perencanaan. Dalam tugas akhir ini dikaji satu sisi dari peramalan yang dilakukan oleh Perum Pos Dan giro yaitu peramalan untuk jumlah surat jasa pos kilat khusus .

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 PENDAHULUAN

Teknik-teknik peramalan terbagi dalam dua kategori, yaitu kuantitatif dan kualitatif.Peramalan kuantitatif dapat diterapkan jika dimiliki ketiga syarat berikut:

1. Adanya informasi tentang masa lampau.
2. Informasi itu dapat ditranformasikan ke dalam bentuk data masa lampau.
3. Pola data dimasa lampau dianggap akanberkelanjutan dimasa depan (anggapan kekonstanan atau assumption of constancy).

Dalam peramalan kuantitatif ada dua jenis prosedur yakni prosedur menurut metode formal dan metode nonformal/intuisi.Dasar dari metode formal tentunya yaitu hukum-hukum dalam statistika. Metode intuisi Tentu lebih bersifat subyektif.Misal inflasi tahun depan akan naik 1%. Dalam kenyataan dalam metode intuisi sering juga diguanakan prinsip ekstrapolasi,hanya tidak ada aturan yang standar dandasarnya hanya pengalaman empiris saja.

Dalam tugas akhir ini yang dikaji adalah metode formal, dimana ekstrapolasi dilakukan secara sistematis dan bersifat baku dan ditujukan untuk meminimumkan error(galat) dari ramalan. Pada prinsipnya ada dua untuk metode formal yaitu model kausal (regresi) dan model analisa runtun waktu yang kita kenal dengan analisa time series.Pengkajian dalam tugas akhir ini menggunakan metode analisa time series yang akan dijelaskan lebih lanjut secara terperinci.

Time series adalah sekelompok nilai-nilai pengukuran yang diperoleh, dikumpulkan pada suatu kurun waktu yang berurutan. Time series ini dapat didekati dengan hukum-hukum probabilitas yang disebut Proses Stokastik, artinya setiap nilai dari suatu rangkaian pengamatan pengamatan berasal dari suatu variabel random yang mempunyai fungsi distribusi tertentu. Secara mudah dapat digambarkan dengan jelas sebagai suatu variabel random berdimensi n, $(Z_1, Z_2, \ldots, Z_n)$ dengan fungsi distribusi bersama sebagai berikut $P(Z_1, Z_2, \ldots, Z_n)$.

Pada umumnya, perhatian utama dalam analisis time series bukan pada titik waktu pengamatan t_i, melainkan pada urutan waktu pengamatan. Karena itu, time series yang diamati pada waktu $t_1, t_2, \ldots, t_n$ dapat dicatat sebagai Z_t, dimana t menyatakan urutan (Box and Jenkins, 1976).

2.1 STASIONAIRITAS TIME SERIES

Time series dikatakan stasioner jika bentuk fungsi distribusi bersama (joint distributions) dari pengamatan $Z_t, Z_{t+1}, \ldots, Z_{t+m}$, pada waktu ke t,t+1,t+2,...,t+m sama dengan bentuk fungsi distribusi bersama dari pengamatan $Z_1, Z_2, ..., Z_{t+m}$ pada waktu ke t+k, t+k+1, ..., t+k+m. Dengan kata lain

$$P(Z_t, Z_{t+1}, \ldots, Z_{t+m}) =$$

$$P(Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, \ldots, Z_{t+k+m}) \qquad \ldots(1)$$

untuk k,t dan m sembarang. Dalam Box and Jenkins (1976), series yang memenuhi syarat ini dikatakan bersifat stasioner kuat (Stricktly Stationary).

Jika suatu time series bersifat stasioner kuat, maka μ, σ^2 dan kovarians tidak terpengaruh oleh waktu pengamatan, sehingga

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

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

$$E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) = E(Z_{t+m} - \mu)(Z_{t+k+m} - \mu)$$

$$= \gamma_k$$

dimana t, k dan m sembarang.

Ketiga persamaan ini dapat ditafsirkan bahwa series Z_t akan berfluktuasi disekitar mean μ dengan varian σ^2 tetap. Selanjutnya , γ_k disebut autokovarians lag k, hubungan autokovarians sebagai fungsi dari k ini disebut fungsi autokovarians.

Jika beberapa variabel random mempunyai distribusi normal ganda, maka seluruh informasi tentang distribusinya dapat diterangkan oleh nilai mean, varians dan kovariansnya. Oleh karena itu jika time series yang diamati berasal dari variabel random dengan distribusi normal, maka series tersebut sudah dapat dikatakan stricktly stationary asal mempunyai mean, varians dan kovarians yang sama untuk sembarang waktu pengamatan (Box and Jenkins, 1976).

AUTOKORELASI

Keeratan hubungan antara dua variabel time series yang mempunyai selisih waktu k diukur dengan suatu besaran yang disebut autokorelasi dengan lag k dan didefinisikan sebagai :

$$\rho_k = \frac{E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)}{\sqrt{(E(Z_t - \mu)^2(Z_{t+k} - \mu)^2)}} \qquad \ldots(3)$$

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

untuk proses stationer , maka $\sigma^2 = \gamma_0$ sebab pada waktu ke t+k sama dengan waktu ke t.

Sehingga, autokorelasi pada lag k adalah

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \qquad \ldots(4)$$

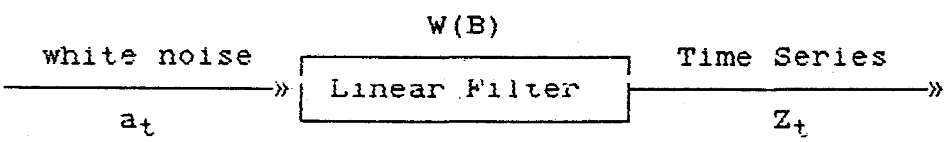
2.2 MODEL STOKASTIK TIME SERIES

Time series dapat dipandang sebagai variabel random shock yang dibangkitkan oleh suatu deret white noise. White noise sendiri adalah suatu deret data yang tidak mempunyai pola apapun dalam deret tersebut. Jadi merupakan variabel random yang bersifat tidak saling berkorelasi dan berdistribusi normal dengan mean (μ) nol dan varians σ^2_a konstan, ditulis $a_t \approx N(0 ; \sigma^2_a)$. Perubahan dari proses white noise a_t menjadi suatu time series Z_t tersebut melalui suatu linear filter dengan fungsi transfer W(B), seperti ditunjukkan dalam gambar 2-1 dan dapat dinyatakan dalam bentuk kombinasi kombinasi linier berikut :

$$Z_t = W(B)\ a_t$$

$$= \mu + a_t + W_1\ a_{t-1} + W_2\ a_{t-2} \ldots\ldots.$$

$$W(B) = (1 + W_1\ B + W_2\ B^2 + W_3\ B^3 + \ldots) \ldots (5)$$



Gambar 2-1 Representasi Time Series Sebagai Hasil Dari Linear Filter.

Mean (μ) adalah suatu parameter yang menunjukkan tingkat proses itu. W(B) sebagai operator linear yang mentransformasikan a_t ke Z_t, dan dinamakan filter. Sedangkan B adalah operator langkah mundur (Backward shift) yang didefinisikan $B_i a_t = a_{t-i}$ (Box and Jenkins, 1976).

Persamaan (5) merupakan sebuah pernyataan yang menerangkan pembangkitan deret Z_t melalui proses stokastik. Selanjutnya , dari persamaan tersebut dapat diturunkan bentuk-bentuk khusus model stokastik, yaitu model autoregresi AR(p), model moving average MA(q), model campuran (ARMA) dan model-model terintegrasi. Ketiga model yang pertama berlaku bagi time series stasioner, sedangkan model yang terakhir berlaku bagi time series nonstasioner. Penurunan dari persamaan linear umum menjadi bentuk-bentuk khusus ini dijelaskan dalam Box and Jenkins (1976).

2.2.1 MODEL AUTOREGRESI

Model autoregresi dengan ordo p, disingkat BAR(p) atau ARIMA(p,0,0) menyatakan nilai pengamatan pada waktu ke t merupakan hasil regresi dari nilai-nilai pengamatan sebelumnya sepanjang p periode atau ditulis dalam bentuk

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \ldots + \phi_2 Z_{t-p} + a_t \qquad \ldots(6)$$

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} = a_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p) Z_p = \phi(B) Z_t = a_t \qquad \ldots(7)$$

dimana $a_t \approx N(\mu, \sigma_2)$.

Agar persamaan diatas sah sebagai model stasioner, maka model tersebut harus memenuhi suatu syarat yang disebut syarat kestasioneran (Box and Jenkins, 1976).

SYARAT STASIONER MODEL AR (p)

Pada model (7), model $\phi(B)$ dapat dipandang polinomial dalam B. Sehingga dapat dikatakan $\phi(B)=0$ merupakan persamaan karakteristik dalam proses tersebut. Syarat

Kestasioner menghendaki bahwa nilai mutlak dari persamaan Karakteristik harus lebih besar dari satu atau $|B| > 1$.

Misal untuk AR(1)

$$1 - \phi_1 B = 0$$

$$\phi_1 B = 1$$

$$B = \phi_1^{-1}$$

Jika $|B|>1$ maka didapat $|\phi_1|<1$, jadi

$$-1 < \phi_1 < 1 \qquad \ldots(8)$$

Untuk AR(2)

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 = 0$$

harus terletak diluar lingkaran satuan . Jadi

$$\phi_2 + \phi_1 < 1$$

$$\phi_2 - \phi_1 < 1 \qquad \ldots(9)$$

$$-1 < \phi_2 < 1$$

(Box and Jenkins, 1976).

FUNGSI AUTOKORELASI MODEL AR(p).

Jika didefinisikan

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

maka persamaan (2) menjadi

$$\gamma_K = E(Z_t - \mu)(Z_{t+K} - \mu)$$

$$= E(\dot{Z}_t \cdot \dot{Z}_{t+K})$$

Dari persamaan (6)

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \ldots + \phi_p \dot{Z}_{t-p}$$

digandakan dengan $\dot{Z}_{t+K}$,

$$\dot{Z}_t \dot{Z}_{t+K} = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} \dot{Z}_{t+K} + \ldots$$

$$+ \phi_p \dot{Z}_{t-p} \dot{Z}_{t+K} + \dot{Z}_{t+K} a_t$$

$$E(Z_t Z_{t+k}) = E(\phi_1 Z_{t-1} Z_{t+k} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} Z_{t+k} + Z_{t+k} a_t)$$

dimana $E(Z_{t+k} a_t) = 0$ untuk $k \geq 1$

Jadi fungsi autokorelasi dapat dinyatakan

$$\gamma_0 = \phi_1 \gamma_1 + \phi_2 \gamma_2 + \ldots + \phi_p \gamma_p$$

$$\gamma_2 = \phi_1 \gamma_0 + \phi_2 \gamma_1 + \ldots + \phi_p \gamma_{p-1}$$

....

$$\gamma_p = \phi_1 \gamma_1 + \phi_2 \gamma_2 + \ldots + \phi_p \gamma_0$$

Karena $\gamma_k = \gamma_{-k}$ maka persamaan menjadi

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \ldots + \phi_p \gamma_{k-p} \quad \ldots(10)$$

Dengan cara yang sama dan persamaan (4) maka didapat γ_k sebagai berikut :

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \ldots + \phi_p \rho_{k-p} \quad \ldots(11)$$

(Box and Jenkins, 1976).

FUNGSI AUTOKORELASI PARSIAL

Autokorelasi parsial merupakan koefisien terakhir dari suatu persamaan autoregresi, misal pada AR(k), jika ϕ_{kj} (j = 1, 2, ... , k) menyatakan koefisien ke j maka ϕ_{kk} dikatakan sebagai autokorelasi parsial. Dengan demikian untuk untuk k = 1, 2, ..., k , maka ϕ_{11} , ϕ_{22} , ... ,ϕ_{kk}

dimana K adalah lag.

Sedangkan hubungan antara autokorelasi parsial sebagai fungsi dari K disebut fungsi autokorelasi parsial.

Fungsi autokorelasi parsial dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\phi_{KK} = \frac{\text{determinan } A_K}{\text{determinan } R_K} \qquad \ldots(12)$$

$$A_K = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{K-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{K-3} & \rho_2 \\ \vdots & & & & \vdots \\ \rho_{K-1} & \rho_{K-2} & \cdots & \rho_1 & \rho_K \end{bmatrix} \qquad \ldots(13)$$

$$R_K = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{K-2} & \rho_{K-1} \\ \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{K-3} & \rho_{K-2} \\ \vdots & & & & \vdots \\ \rho_{K-1} & \rho_{K-2} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{bmatrix} \qquad \ldots(14)$$

2.2.2 MODEL MOVING AVERAGE

Model moving average berordo q disingkat MA(q) atau ARIMA(0,0,q) model ini dapat ditulis

$$\begin{aligned} Z_t &= a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q} \\ &= (1 - \theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q).a_t \\ &= \theta(B) a_t \end{aligned} \qquad \ldots(15)$$

dimana $a_t \approx N(0,\sigma^2)$

Agar persamaan (15) sah sebagai model untuk time series stasioner, maka persamaan tersebut harus dapat dinyatakan sebagai model autoregresi yang konvergen (mempunyai ordo berhingga). Untuk itu diperlukan batasan-batasan terhadap parameter θi ($i = 1, 2, \ldots, q$) pada persamaan (15). Pembatasan-pembatasan ini dikenal dengan nama syarat invertibilitas model MA(q).

SYARAT INVERTIBEL MODEL MA(q)

Seperti halnya syarat stationer model AR(q). $\theta(B)$ dapat dipandang sebagai polinimial dalam B, sehingga mempunyai persamaan karakteristik : $\theta(B) = 0$. MA(q) dapat dikatakan invertibel jika nilai mutlak akar persamaan kharakteristik lebih besar satu.

Untuk MA(1)

$$-1 \le \theta_1 \le 1 \qquad \ldots(16)$$

Untuk MA(2)

$$-1 \le \theta_2$$

$$\theta_1 + \theta_2$$

$$\theta_1 - \theta_2 < 1 \qquad \ldots(17)$$

FUNGSI AUTOKORELASI MA(q)

Dari persamaan (14) akan didapatkan fungsi autokovarian

$$\gamma_K = 1 - \theta_K + \theta_1\theta_{K+1} + \ldots + \theta_{K-q}\theta_q \quad , K = 1, 2,$$

$$= (1 + \theta_1^2 + \ldots + \theta_q^2)\,\sigma_a^2 \quad , \quad K = 0$$

$$= 0 \; , \; K > q \qquad \ldots(18)$$

ρ_k didapat dari $\rho_k = \dfrac{\gamma_k}{\gamma_0}$

Sehingga fungsi autokorelasi untuk model MA(q) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \ldots + \theta_{q-k}\theta_q}{1 + \theta_1^2 + \ldots + \theta_q^2} \quad ,k=1,2,\ldots$$

$$= 0 \qquad ,k < q \qquad \ldots(19)$$

2.2.3 MODEL CAMPURAN AUTOREGRESI DAN MOVING AVERAGE

Model ini merupakan gabungan antara model AR(p) dan model MA(q) sehingga disebut ARMA(p q) atau ARIMA(p 0 q), dengan bentuk persamaan

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

$$(1 - \theta_1 B - \ldots - \theta_p B^p) Zt = (1 - \theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q) a_t$$

$$\phi(B) Z_t = \theta(B) a_t \qquad \ldots(20)$$

dimana $a_t \approx N(0,\sigma_2)$

KESTASIONERAN DAN INVERTIBILITAS MODEL ARMA(p,q).

Karena model ini gabungan antara AR(p) dan MA(q) maka syarat stasioner mengikuti model AR(p) dan invertibel mengikuti model MA(q).

Pada umumnya model campuran merupakan model yang sederhana karena mempunyai nilai p dan q yang kecil (Box and Jenkins, 1976), sehingga pembatasan terhadap parameternya dapat ditentukan dengan mudah.

FUNGSI AUTOKORELASI MODEL ARMA (p,q).

Fungsi autokovarian model ARMA(p,q) diperoleh dengan mendefinisikan $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$ dan $\tilde{Z}_{t-k} = Z_{t-k} - \mu$, dari persamaan (20) didapat $\gamma_k = E(\tilde{Z}_t \tilde{Z}_{tk})$

$$\gamma_k = \sum_{i=1}^{p} \phi_i E(Z_t Z_{tk}) + \sum_{i=1}^{q} \theta_j E(a_{t-j} Z_{tk})$$

$E(a_{t-j}Z_{tk}) = 0$ untuk $k \leq q$ sebab a_{t-j} berkorelasi dengan Z_{t-k}.

$E(a_{t-j}Z_{tk}) = 0$ untuk $j = 1, 2, \ldots, q$ dengan demikian persamaan (21) menjadi

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \ldots + \phi_p \gamma_{k-p} \quad ,k$$

Dan fungsi autokorelasinya

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \ldots + \phi_p \rho_{k-p}$$

Persamaan(23) sama dengan struktur fungsi korelasi AR(p) sehingga dapat dikatakan struktur fungsi autokorelasi ARMA(p,q) didominasi pengaruh AR(p) untuk k > q, sedang untuk k = 1, 2, ... , q struktur autokorelasi ARMA(p,q) sangat komplek dan dipengaruhi model MA(q).

2.2.4 MODEL-MODEL TERINTEGRASI

Misal suatu model autoregresi :

$$\phi(B)Z_t = a_t$$

tidak memenuhi syarat stasioner yang disebabkan oleh adanya d akar sama dengan satu. Pada persamaan karakteristik $\phi(B) = 0$,polinomial dapat diuraikan menjadi

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = a_t \qquad \ldots(24)$$

$$\phi(B) \quad \nabla^d \quad Z_t \quad = \quad a_t$$

$\phi(B)$ merupakan operator autoregresi yang telah memenuhi syarat stationer, dan $-^d = (1-B)^d$ (Box and Jenkins, 1976).

Jika dimisalkan bahwa $-^d Z_t = w_t$ maka persamaan (24) tak lain adalah model autoregresi bagi w_t, dimana w_t dikatakan sebagai hasil differensi ordo ke d dari deret Z_t. Sebaliknya Z_t merupakan hasil integrasi dari deret w_t.
Oleh karena itu model persamaan (24) disebut model autoregresi terintegrasi dengan ordo p dan q, disingkat ARI(p d) atau ARIMA(p d 0). Selanjutnya, ^{d} disebut operator diferensi dan d disebut ordo diferensi (Box and Jenkins, 1976).

Model lain yang tak stasioner yaitu moving average terintegrasi (IMA) dan model campuran autoregresi - moving average terintegrasi (ARIMA). Model IMA(p,q) dinyatakan dalam bentuk

$$(1 - B)^d Z_t = \theta(B)a_t \qquad \ldots \quad (25)$$

$$^d \quad Z_t \quad = \quad \theta(B)a_t$$

dimana

$\theta(B) = (1 - \theta_1 B -$ [illegible] $_q \; _q)$

Model ARIMA (p, d, q) dinyatakan sebagai

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = \Theta(B)a_t \quad \ldots (26)$$

$$\phi(B)\nabla^d Z_t = \Theta(B)a_t$$

Karena model-model terintegrasi merupakan model stationer bagi deret $w_t = (1 - B)^d Z_t$, maka karakteristik model ini mengikuti karakteristik model-model stasioner yang telah dibicarakan sebelumnya.

2.2.5 MODEL ARIMA MULTIPLIKATIF

PENGARUH MUSIMAN.

Jika time series Z_t dibangkitkan oleh suatu proses stokastik yang bersifat periodik pada setiap interval waktu tertentu, maka proses tersebut digambarkan sebagai model musiman atau model tersebut dipengaruhi musim. Misal sifat proses tersebut berulang pada setiap s satuan waktu, maka modelnya dinyatakan sebagai berikut :

$$\phi_s(B^s)(1-B^s)^d Z_t = \Theta^s(B^s)a_t$$

$$\phi_s(B^s)\nabla_s{}^d Z_t = \Theta_s(B^s)a_t \quad \ldots (27)$$

dimana $\phi_s(B^s) = 1 - \phi_s B^s - \phi_{2s}B^{2s} + \ldots - \phi_{ps}B^{ps}$

$$\Theta_s(B^s) = 1 - \Theta_s Bs - \Theta_{2s}B^{2s} - \ldots - \Theta_{ps}B^{ps}$$

D : ordo differensi musiman

$_s$: operator differensi musiman

$_sZ_t$: $Z_t - Z_{t-s}$

PERSAMAAN MODEL MULTIPLIKATIF

Model (27) dapat dikatakan pembangkit deret Z_t oleh a_t berlangsung dengan jarak waktu s. Dari hasil diatas didapat persamaan model multiplikatif dengan mensubstitusikan persamaan (26) ke dalam persamaan (27).

$\phi_s(B^s)\phi(B)\,{}_s{}^{Dd}Z_t$ =

$\Theta_s(B^s)\Theta(B)a_t$ ... (28)

(Box and Jenkins, Makridaki's, Wheelwrighs and Mcgee, 1988)

Model diatas dapat disingkat ARIMA (p d q)(P D Q)$_s$.

Untuk d ≥ 1 dan D ≥1 , persamaan tersebut merupakan pernyataan model terintegrasi yang berlaku bagi deret tak stasioner Sedangkan untuk d=0 dan D=0, model tersebut berlaku bagi deret stationer.

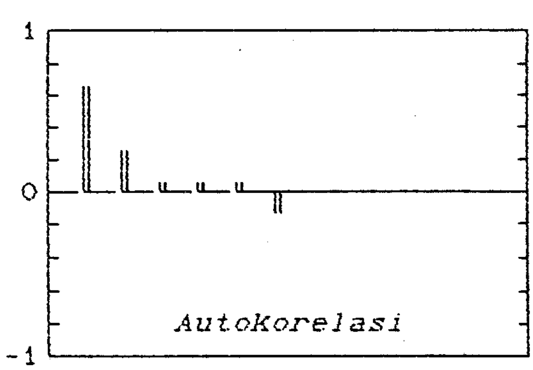
2.3 PERUMUSAN MODEL STOKASTIK TIME SERIES

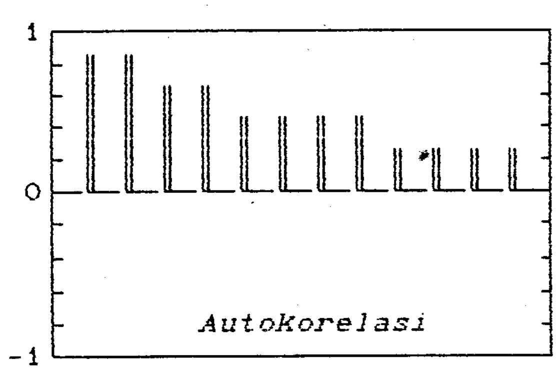
Model-model stokastik yang dibicarakan sebelumnya tak lain adalah suatu alat yang digunakan untuk menerangkan proses stokastik yang membangkitkan time series. Oleh karena itu dengan mengambil n pengamatan Z_1 , Z_2 , ... , Z_n dapat ditarik kesimpulan mengenai populasi time series Z_t . Jika terlebih dahulu dilakukan pendugaan model yang sesuai. Dengan kata lain, nilai ramalan padawaktu yang akan datang baru dapat diketahui jika modelterbentuk.

2.3.1 FUNGSI AUTOKORELASI DAN KESTASIONAIRAN TIME SERIES

Kaitan antara fungsi autokorelasi dan kestasioneran time series, antara lain telah dinyatakan dalam Box and Jenkins (1976). Time series yang bersifat stasioner akan mempunyai bentuk fungsi autokorelasi (Korelogram) yang menurun (menuju ke nol) secara exponensial sejalan dengan bertambahnya lag. Jika deret tersebut semakin dekat ke batas tidak stasioner , maka kecenderungan menurun korelogramnya akan terjadi semakin lambat, dan sebaliknya. Jika deret tersebut semakin jauh dari batas stasioner maka penurunan korelogramnya akan semakin cepat. Korelogram bagi kedua sifat series stasioner tersebut masing-masing dapat dilihat contoh pada Gambar 2-1.

Berdasarkan pernyataan di atas, maka dapat dinyatakan lebih lanjut bahwa bentuk korelogram yang tidak senderung menurun merupakan ciri series tidak stasioner.





Gambar 2-2 Grafik Fungsi Autokorelasi Time Series stationer.

Jika diperhatikan lebih lanjut struktur fungsi autokorelasi bagi deret stasioner, maka akan dijumpai kenyataan bahwa setiap time series mampunyai struktur fungsi autokorelasi yang bersifat khas, sesuai proses yang membangkitkan series tersebut (Box and Jenkins, 1976).

Dijumpai pula bahwa fungsi autokorelasi parsialnya memperlihatkan hubungan antar autokorelasi yang sama. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa karakteristik kedua besaran tersebut merupakan cerminan dari proses stokastik.

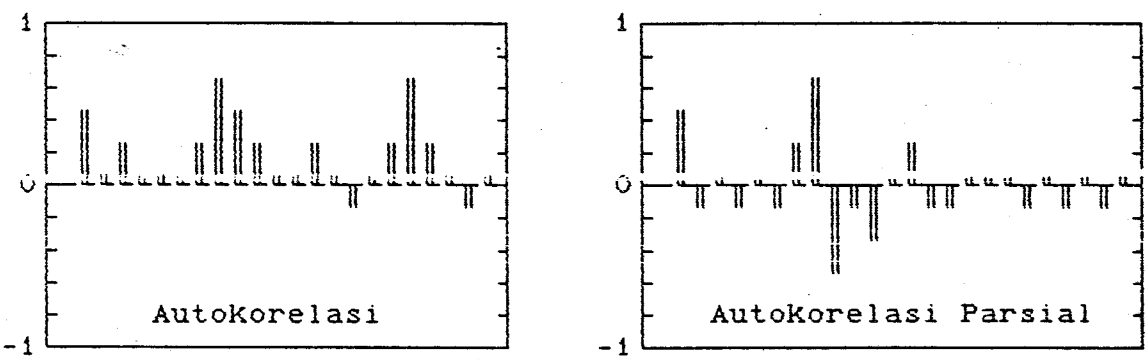
Secara umum, karakteristik fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial untuk ketiga proses stasioner, yaitu AR(p), MA(q) dan ARMA(p q), diberikan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2-1 Karakteristik Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial Proses AR(p), MA(q) dan ARMA(p,q)

Jenis Proses	Autokorelasi	Autukorelasi Parsial
AR(p)	Mengecil (mengekor) menurut persamaan $\rho_K = \phi_1 \rho_{K-1} + \ldots + \phi_p \rho_{K-p}$	Memencil pada lag 1 sampai p kemudian terpotong (cut off).
MA(q)	Memencil pada lag 1 sampai q kemudian terpotong (cut off)	Mengecil sejalan dengan bertambahnya lag (mengekor).
ARMA(p,q)	berpola tak beraturan pada lag 1 sampai q, kemudian mengecil menurut persamaan : $\rho_K = \phi_1 \rho_{K-1} + \ldots + \phi_{K-p} \rho_{K-p}$	mengecil sejalan dengan bertambahnya lag, 'mengekor' (tail off)

Selain dua hal diatas, fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial juga dapat menunjukkan adanya pengaruh musiman dalam proses pembangkit time series.

Pengaruh ini ditandai oleh nilai autokorelasi atau autokorelasi parsial yang memencil secara berulang pada periode-periode musim tertentu.



Gambar 2-3 Grafik ACF Dan PACF Musiman.

2.3.2 PENDUGA AUTOKORELASI dan AUTOKORELASI PARSIAL

PENDUGA AUTOKORELASI.

Autokorelasi yang didefinisikan pada persamaan (4) diduga dengan autokorelasi yang dihitung berdasarkan n pengamatan $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$ Yaitu

$$r_K = \frac{\sum_{t=1}^{n-K} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+K} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n} (Z_t - \bar{Z})^2} \qquad \ldots (29)$$

r_K : fungsi autokorelasi sampel.

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{t=1}^{n} Zt}{n}$$

Untuk ukuran sampel n yang cukup besar, autokorelasi sampel r_K (29) akan mempunyai distribusi normal dengan mean μ nol dan varians $\sigma^2 = V(r_K)$

$$V(r_K) = 1/n\ (1 + 2(r_1^2 + \ldots + r_q^2)),\ K>q, \quad \ldots (30)$$

dimana q ordo dari model moving average yang dihipotesiskan q = 0, 1, ... ,K , sedangkan K adalah konstanta tertentu. Selang Kepercayaan (1-α) bagi ρ_K ialah

$$P(-Z_{½\alpha} S(r_K) \leq \rho_K \leq Z_{½\alpha} S(r_K)) = 1-\alpha .$$

PENDUGA AUTOKORELASI PARTIAL

Parsial autokorelasi ϕKK dapat ditentukan dengan persamaan Yule-Walker yang dirumuskan dalam bentuk matrik sebagai berikut :

$$\begin{vmatrix} 1 & \rho 1 & \rho 2 & \ldots\ldots & \rho K-1 \\ \rho 1 & 1 & \rho 1 & \ldots\ldots & \rho K-2 \\ \rho 2 & \rho 1 & 1 & \ldots\ldots & \rho K-3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho K-1 & \rho K-2 & \rho K-3 & & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \phi K1 \\ \phi K2 \\ \phi K3 \\ \vdots \\ \phi KK \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \rho 1 \\ \rho 2 \\ \rho 3 \\ \vdots \\ \rho K \end{vmatrix}$$

dimana :

K = 1, 2, 3, ...

$\rho 1$, $\rho 2$, $\rho 3$, ... , ρK merupakan Koefisien autokorelasi.

Untuk K = 1 , maka : $\phi_{11} = \rho_1$

Untuk K = 2 , maka :

$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2}$$

Untuk K = 3 , maka :

$$\phi_{33} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 & \rho_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{\rho_1^2 - 2\rho_1\rho_2 + \rho_1\rho_2^2 - \rho_1^2\rho_3 + \rho_3}{1 - 2\rho_1^2 + 2\rho_1^2\rho_2 - \rho_2^2}$$

Nilai estimate ϕKK dapat diperoleh dengan mengganti ρK dengan rK.

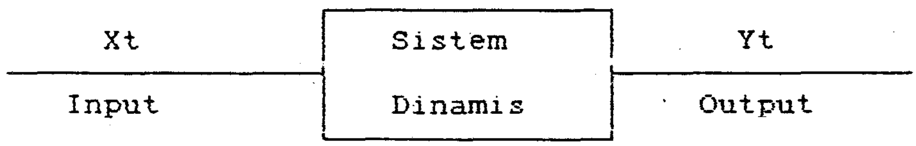
Sedang standar errornya didapat dengan rumus :

$$se(\phi KK) = \sqrt{1/N}$$

2.4 Analisis Fungsi Transfer

2.4.1. Model Fungsi Transfer Linier

Fungsi Transfer merupakan pemodelan suatu deret waktu X_t sebagai variabel input dan deret waktu Y_t sebagai variabel output pada suatu proses yang dinamis. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2-4 Variabel Input Dan Variabel Output Dalam Sistem Dinamis

Kedua variabel X_t dan Y_t ini berada dalam kondisi dinamik, menyebabkan sistem yang mempengaruhinya juga akan berada dalam kondisi dinamis.

Model Fungsi Transfer yang merupakan sistem dinamis pengaruhnya tidak hanya sekedar hubungan linear antara waktu ke-t pada input X dan waktu ke-t pada output Y. Akan tetapi juga merupakan hubungan pada saat t input X dan saat t, t+1, t+2, ... t+k pada output Y. Atau dapat dikatakan, deret input X_t memberikan pengaruh terhadap deret output Y_t dimana pengaruh X_t ini berlangsung sampai beberapa periode waktu mendatang. Pada hubungan seperti ini, dalam fungsi transfer kemungkinan akan timbul *time delay* (waktu senjang) antara variabel input dan variabel output. Dimana pengaruh X_t tampak setelah waktu t pada output Y_t.

Seperti pada Analisis Time Series Univariabel, Konsep dinamis yang terkendali juga berlaku disini. Input dan output harus berapa dalam kondisi stasioner. Kestasioneran untuk kedua variabel ini dilakukan agar mean serta variansi masing-masing variabel tidak dipengaruhi oleh waktu pengamatan.

Proses membuat data menjadi stasioner dalam Fungsi Transfer disebut *prewhitening*. *Prewhitening* ini dapat diartikan usaha untuk menghilangkan seluruh *pattern* (pola) yang ada dalam deret data sehingga deret tersebut menjadi konstan.

Pada variabel input, *prewhitening* dilakukan sampai mendapatkan kondisi input yang *white noise*, atau dengan lain kata mendapatkan operator *prewhitening* yang menyebabkan input *white noise*. Setelah mendapatkan operator *prewhitening* variabel input, operator ini kemudian dikenakan pada deret output. Proses ini disebut *Prewhitening* output. Pada *prewhitening* output tidak harus mengubah deret output menjadi *white noise*, akan tetapi kestasionerannya harus tetap dilakukan.

Dari *prewhitening* input dan *prewhitening* output, akan diperoleh deret α_t untuk input dan β_t untuk output. Kedua deret ini yang digunakan dalam identifikasi model Fungsi Transfer dengan membuat korelasi silangnya.

Model linear Fungsi Transfer secara umum dapat ditulis sebagai :

$$Y_t = V_0X_t + V_1X_{t-1} + V_2X_{t-2} + \ldots$$
$$= (V_0 + V_1B + V^2{}_2B + \ldots) X_t$$
$$= V(B) X_t \qquad (31)$$

Dimana output pada waktu ke t menyatakan jumlah linear dari input pada waktu t, t-1, t-2, ... dengan operator v(B) yang disebut sebagai filter fungsi transfer dan v_0, v_1, v_2, ... merupakan *respon impuls* dari sistem.
Hubungan antara pengamatan t denga pengamatan t-1 adalah :

$$y_t = Y_t - Y_{t-1} = (1 - B) Y_t$$
$$x_t = X_t - X_{t-1} = (1 - B) X_t$$

Hal ini untuk menandakan suatu deret yang di *difference* (pembedaan) dalam usaha untuk mendapatkan deret yang stasioner. Dengan demikian persamaan (31) menjadi :

$$y_t = V(B) x_t$$

deret $V_0 + V_1B + V_2B^2 + \ldots$ infinite, akan konvergen untuk nilai $| B | \leq 1$, maka sistem akan stasioner.

Dari waktu ke waktu, akan ditunjukkan tingkat *steady state* dari output yang diperoleh dari deret input. dengan demikian nilai Y (X) merupakan output dari sistem yang stabil dengan input yang mempunyai nilai tetap X. Hubungan antara Y (X) dan X merupakan hubungan linier. Dimana bila digunakan Y dan X dengan penyimpangan dari dari situasi sebenarnya, maka dapat ditulis suatu hubungan *steady state*

$$Y = g X \qquad (32)$$

dimana g merupakan fungsi pertambahan yang tetap dan Y merupakan fungsi dari X. Dan nilai g ditentukan dari persamaan

$$g = \frac{w_0 - w_1 - \ldots - w_s}{1 - \partial_1 - \ldots - \partial_r} \qquad (33)$$

2.4.2. **Model Dinamik**

Sistem dinamis diskrit sering dinyatakan dalam persamaan linier dengan pembedaan sebagai berikut.

$$(1 + x_1\blacktriangledown + x_2\blacktriangledown^2 + \ldots + x_r\blacktriangledown^r)\ Y_t$$
$$= g\ (1 + h_1\blacktriangledown + h_2\blacktriangledown^2 + \ldots + h_s\blacktriangledown^s)\ X_{t-b} \qquad (34)$$

Model diatas merupakan model fungsi transfer orde (r, s), jika ditulis dalam operator back-ward menjadi :

$$(1 - \partial_1 B - \partial_2 B^2 - \ldots - \partial_r B^r)\ Y_t$$
$$= (w_0 - w_1 B - w_2 B^2 - \ldots - w_s B^s)\ X_{t-b} \qquad (35)$$

atau

$$\partial(B)\ Y_t = w(B)\ X_{t-b}$$

jika nilai $\Omega(B) = w(B)B^b$, maka model menjadi

$$\partial(B)\ Y_t = \Omega(B)\ X_t \qquad (36)$$

Dengan membandingkan persamaan (36) dan persamaan (31) terlihat bahwa fungsi transfer untuk model ini adalah

$$V(B) = \partial^{-1}(B)\Omega(B) \qquad (37)$$

maka fungsi transfer dapat dinyatakan dengan perbandingan antara dua polinomial dalam B.

Suatu model stokastik dinamis dari ARIMA

$$f(B)\, Z_t = \Theta(B)\, a_t$$

dapat digunakan untuk menyatakan deret waktu Z_t dan dengan a_t dengan menggunakan operasi filter linier

$$Z_t = f^{-1}(B)\ \Theta(B)\ a_t$$

dimana a_t adalah *white noise*. Maka model deret waktu dapat dinyatakan sebagai output dari sistem dinamis, yang mana inputnya adalah *white noise*.

Kestasioneran dari fungsi transfer yang ternyata sejalan dengan kestasioneran dari model stokastik dari deret waktu, maka kestasioneran ini diperlukan untuk mendapatkan akar-akar karakerisik dari persamaan

$$\partial(B) = 0$$

sebagai contoh untuk model orde satu, maka nilai estimasi parameter ∂_1 adalah

$$-1 < \partial_1 < 1$$

dan untuk orde dua, nilai parameter dari ∂_1 dan ∂_2 adalah :

$$\partial_2 + \partial_1 < 1$$

$$\partial_2 - \partial_1 < 1$$

$$-1 < \partial_2 < 1$$

seandainya persamaan (35) ditulis secara lengkap maka diperoleh :

$$Y_t = \partial_1 Y_{t-1} + \partial_2 Y_{t-2} + \ . \ . \ . \ + \partial_r Y_{t-r} + w_0 X_{t-b} - w_1 X_{t-b-1} - \ . \ . \ . \ - w_s X_{t-b-s} \qquad (38)$$

Model fungsi transfer yang telah didefinisikan pada persamaan (35) disubtitusi dengan :

$$Y_t = V(B)\ X_t \qquad (39)$$

maka diperoleh persamaan :

$$(1 - \partial_1 B - \partial_2 B^2 - \ . \ . \ . \ - \partial_r B^r)(V_0 + V_1 B + \ . \ . \ . \ )$$
$$= (w_0 - w_1 B - \ . \ . \ . \ - w_s B^s) B^b \qquad (40)$$

Dengan memperhatikan koefisien dari pada B diperoleh ketentuan :

$$\begin{aligned}
V_j &= 0 && j < b \\
V_j &= \partial_1 V_{j-1} + \partial_2 V_{j-2} + \ . \ . \ . \ + \partial_r V_{j-r} - w_0 && j = b \\
V_j &= \partial_1 V_{j-1} + \partial_2 V_{j-2} + \ . \ . \ . \ + \partial_r V_{j-r} - w_{j-b} & \\
& \qquad j = b+1,\ b+2,\ . \ . \ . \ ,\ b+s && (41) \\
V_j &= \partial_1 V_{j-1} + \partial_2 V_{j-2} + \ . \ . \ . \ + \partial_r V_{j-r} && j > b+s
\end{aligned}$$

Model fungsi transfer yang telah diberikan pada persamaan terdahulu adalah :

$$Y_t - \partial_1 Y_{t-1} - \partial_2 Y_{t-2} - \ . \ . \ . \ - \partial_r Y_{t-r}$$
$$= w_0 X_{t-b} - w_1 X_{t-b-1} - \ . \ . \ . \ - w_s X_{t-b-s}$$

atau

$$Y_t = \partial^{-1}(B)\ w(B)\ X_{t-b}$$

dimana $\partial(B) = 1 - \partial_1 B - \partial_2 B^2 - \ldots - \partial_r B^r$ dan

$$w(B) = w_0 - w_1 B - \ldots - wB^s$$

Dalam fungsi transfer terdapat deret input (X_t) yang diharapkan akan mempengaruhi deret output (Y_t), serta dipengaruhi oleh deret input lain yang disebut *noise* (N_t). Untuk sistem linier dengan N_t pada output dan mengasumsikan dibangkitkan dengn proses ARIMA yang menjamin bahwa N_t independen dari input X_t. Jika dalam Model Fungsi Transfer digunakan order r dan s untuk parameter ∂, w dan waktu senjang b. Dan penambahan N_t bertujuan untuk membuat estimasi dari parameter p, d, q dari proses ARIMA yang menggambarkan noise at pada output dan untuk memperoleh estimasi parameter ϕ dan Θ dalam model. Model yang menggabungkan antara X_t, Y_t dan N_t dapat ditulis.

$$Y_t = \partial^{-1}(B)\ w(B)\ X_{t-b} + N_t \qquad (42)$$

atau dengan menggunakan model ARIMA

$$Y_t = \partial^{-1}(B)\ w(B)\ X_{t-b} + \Theta(B)\ \phi(B)^{-1}\ a_t \qquad (43)$$

Model ini digunakan bila dalam menguji N_t masih terdapat pola yang dapat diidentifikasi sebagai model stokastik ARIMA. Jika dalam pengujian N_t tidak ditemukan pola lagi, model (42) yang digunakan sebagai model fungsi Transfer.

2.4.3. Korelasi Silang

Dengan cara yang sama pada identifikasi model stokastik yaitu dengan menggunakan autokorelasi, maka untuk mengidentifikasi model fungsi transfer digunakan korelasi silang antara deret input dan deret output.

Sebagai gambaran deret waktu input X_t berhubungan sistem dengan deret waktu output Y_t dari proses stokastik bivariate yang berpasangan (X_t, Y_t). Suatu proses stokastik linier mempunyai mean μ dan autokovariansi g_K, atau ekivalen dengan mean μ dan variansi σ^2 serta autokorelasi r_K. Apabila data dari proses stokastik (X_t, Y_t) tidak stasioner, maka dilakukan pembedaan sehingga proses menjadi stasioner

(x_t, y_t), dimana $x_t = (1 - B)^d X_t$ dan $y_t = (1 - B)^b Y_t$.

Kestasioneran tercapai apabila x_t dan y_t mempunyai mean yang konstan (μ_x, μ_y) serta variansi yang konstan yaitu (σ^2_x, σ^2_y). Jika proses diasumsikan mempunyai distribusi normal, maka mempunyai karakteristik mean μ_x dan μ_y serta matriks kovariansi :

$$\Sigma_{xy} = \begin{bmatrix} g_{xx} & g_{xy} \\ g_{yx} & g_{yy} \end{bmatrix}$$

Koefisien autokovariansi dari masing-masing deret didefinisikan sebagai :

$$g_{xx}(K) = E[(x_t-\mu_x)(x_{t+K}-\mu_x)] = E[(x_t-\mu_x)(x_{t-K}-\mu_x)] \qquad (44)$$

$$g_{yy}(K) = E[(y_t-\mu_y)(y_{t+K}-\mu_y)] = E[(y_t-\mu_y)(y_{t-K}-\mu_y)]$$

Bentuk Kovariansi lain yang dapat disusun ke dalam bentuk matrik adalah Kovariansi silang antara deret waktu x_t dan deret waktu y_t.

$$g_{xy}(K) = E\,[(x_t-\mu_x)(y_{t+K}-\mu_y)] \qquad K = 1,\ 2,\ \ldots$$

$$g_{yx}(K) = E\,[(y_t-\mu_y)(x_{t+K}-\mu_x)] \qquad K = 1,\ 2,\ \ldots \tag{45}$$

Secara umum g_{xy} tidak sama dengan g_{yx}, namun apabila diatur kembali pada persamaan diatas diperoleh :

$$g_{xy}(K) = E[(x_{t-K}-\mu_x)(y_t-\mu_y)] = E[(y_t-\mu_y)(x_{t-K}-\mu_x)]$$

$$= g_{yx}(-K) \tag{46}$$

Koefisien Korelasi silang dari proses bivariate adalah :

$$r_{xy}(K) = g_{xy}(K)\ \{\sigma_x\ \sigma_y\}^{-1} \tag{47}$$

$$K = \pm 1,\ \pm 2,\ \ldots .$$

Dalam model Fungsi Transfer, selain digunakan untuk identifikasi Korelasi silang digunakan untuk melihat apakah *noise* a_t pada model ARIMA sudah *white noise*.
Untuk mengetahui dibuat Korelasi silang antara deret a_t dan α_t yang diperoleh pada waktu melakukan prewhitening input.

2.4.4. Perumusan model

Kombinasi fungsi transfer dengan *noise* adalah :

$$Y_t = \partial^{-1}(B)\ w(B)\ X_{t-b} + N_t \tag{48}$$

atau

$$y_t = V_0 x_t + V_1 x_{t-1} + \ . \ . \ . \ + n_t$$

jika persamaan (48) dikalikan dengan x_{t-k} untuk $k \geq 0$ diperoleh :

$$x_{t-k}y_t = V_0 x_{t-k}x_t + V_1 x_{t-k}x_{t-1} + \ . \ . \ . \ + x_{t-k}n_t \tag{49}$$

dengan asumsi bahwa x_{t-k} tidak berkorelasi dengan n_t untuk semua nilai k. maka persamaan (49) apabila diekspektasikan menjadi :

$$g_{xy}(k) = V_0 g_{xx}(k) + V_1 g_{xx}(k-1) + \ . \ . \ .$$
$$k = 0,\ 1,\ 2,\ . \ . \ . \tag{50}$$

2.4.4.1. *Prewhitening* Deret Input Dan Output

Identifikasi dapat dilakukan apabila deret input adalah *white-noise* yang stasioner dalam model Autoregresi dan Moving Average. Identifikasi dan model untuk deret input dinyatakan dalam :

$$\phi(B)\ \theta^{-1}(B)\ x_t = \alpha_t \tag{51}$$

dimana x_t dan α_t tidak berkorelasi.

untuk mempertahankan integritas hubungan antara deret input dan output, maka deret output juga dimodelkan sama seperti deret input.

$$\phi(B)\ \theta^{-1}(B)\ y_t = \beta_t \tag{52}$$

Model dari persamaan (47) dapat ditulis :

$$\beta_t = V(B)\ \alpha_t + e_t \qquad (53)$$

e_t adalah model dari deret *noise* yang dimodelkan sebagai : o7 3

$$e_t = \phi(B)\ \theta^{-1}(B)\ n_t \qquad (54)$$

Persamaan (53) jika dikalikan dengan α_{t-K} untuk kedua sisinya dan diekspektasikan diperoleh :

$$g_{\alpha\beta}(K) = V_K\ \sigma_\alpha^2 \qquad (55)$$

dimana $g_{\alpha\beta}(K) = E(\alpha_{t-K}\ \beta_t)$ adalah kovarians silang antara α dan β pada lag K, maka :

$$V_K = \frac{g_{\alpha\beta}(K)}{\sigma^2_\alpha}$$

atau dengan mensubtitusikan korelasi silang diperoleh :

$$V_K = r_{\alpha\beta}(K)\ \sigma_\beta\ (\sigma_\alpha)^{-1} \qquad (56)$$

Dalam praktek korelasi silang dan standart deviasi diestimasi dengan $r_{\alpha\beta}(K)$, s_α dan s_β. Maka persamaan (56) menjadi:

$$V_K = r_{\alpha\beta}(K)\ s_\beta\ (s_\alpha)^{-1} \qquad (57)$$

Memperhatikan dua deret *white noise* yang bebas, maka korelasi silang antara kedua deret *white noise* tersebut diharapkan akan nol dan kesalahan standar diperkirakan $n^{-1/2}$. Bartllet memperluas gagasan untuk dua kasus yang tidak berkorelasi satu diantaranya *white-noise*, dan untuk korelasi silang dengan lag K mempunyai standar deviasi

$$SE\ r_{\alpha\beta}(K) = (n-K)^{-1/2}$$

2.4.4.2. Model Deret *Noise*

Model yang telah diberikan pada persamaan terdahulu adalah :

$$Y_t = V(B)\ x_t + n_t$$

Dengan menggunakan estimasi dari bobot respons impuls V(B) dari fungsi transfer diperoleh estimasi dari deret *noise* yaitu :

$$n_t = \partial(B) Y_t - w(B)\ x_t \qquad (58)$$

Sehingga diperoleh suatu model dari deret *noise* yang beraasal dari deret input output.

2.4.4.3. Menentukan Nilai r, s, b

Konstanta fungsi transfer adalah r, s, b serta p, d, dan q. Untuk nilai r, s dan adalah sebagai berikut :

1. Nilai b menyatakan bahwa Y_t tidak dipengaruhi oleh X_t sampai periode t+b atau

   $Y_t = 0X_t + 0X_{t+1} + \ldots + wX_{t+b}$
2. Nilai s menyatakan untuk seberapa lama deret output (Y_t) terus dipengaruhi oleh nilai X yang baru

   Y_t dipengaruhi oleh (X_{t-b-1}, X_{t-b-2}, . . . , X_{t-b-s})
3. Nilai r menunjukkan bahwa Y_t berkaitan dengan nilai masa lalunya.

   Y_t dipengaruhi oleh (Y_{t-1}, Y_{t-2}, . . . , Y_{t-r})

Dari sini dapat digaris bawahi bahwa nilai (r, s, b) menunjukkan :

1. Sampai lag ke b korelasi silang tidak berbeda dengan nol secara statistik.
2. Untuk s lag selanjutnya, korelasi silang tidak akan menunjukkan pola yang jelas.
3. Untuk r lag selanjutnya , korelasi silang menunjukkan pola yang jelas.

2.4.4.4. Estimasi Parameter

Estimasi parameter dalam perumusan model adalah penting untuk melihat keterkaitan dari pada variabel yang ada dalam model. Dengan mengambil nilai awal X_0, Y_0 dan a_0 yang berguna untuk memilih parameter $(b, \partial, w, \phi, \Theta)$ berturut-turut nilai a_t adalah :

$$a_t = a_t(b\ \partial\ w\ \phi\ \Theta \mid X_0\ Y_0\ a_0) \quad \text{untuk } t > 1$$

dengan mengasumsikan a_t berdistribusi normal, maka pendekatan maksimum likelihood dapat diperoleh dengan meminimumkan kondisi dari jumlahan kuadrat

$$S_0(b\ \partial\ w\ \phi\ \Theta) = \sum_{t=1}^{n} a_t^2\ (b\ \partial\ w\ \phi\ \Theta) \qquad (59)$$

Untuk mendapatkan nilai estimate parameter dari ∂ dan w dengan menggunakan subtitusi dari persamaan (41)

2.4.4.5 Statistik Uji

Uji Statistik dalam model fungsi transfer digunakan untuk menguji residualnya. Model Fungsi Transfer telah sesuai bila :

1. AutoKorelasi dari a yaitu $r_{aa}(K)$ tidak signifikan dengan nol.
2. Korelasi silang yang melibatkan input dan residualnya, dalam hal ini Korelasi silang antara residual a_t dengan α_t secara statistik tidak signifikan.

Untuk pengujian secara Keseluruhan dari model dengan menggunakan dapat uji Chi-kuadrat

$$Q = n \sum_{K=1}^{m} r_{\alpha\beta}(K)^2 \qquad (60)$$

dimana n = jumlah pengamatan

m = lag yang diperhitungkan

nilai dari perhitungan persamaan (60) dibandingkan dengan nilai dari Chi-kuadrat tabel dengan derajat kebebasan (m-p-q-r-s).

2.4.4.6. Peramalan Fungsi Transfer

Dalam meramalkan fungsi transfer deret waktu Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, . . . diperlukan informasi yang dihasilkan dari deret X_t, X_{t-1}, . . . , apabila fungsi transfer telah dimodelkan

$$y_t = \partial^{-1}(B)\ w(B)\ x_{t-b} + \phi^{-1}(B)\ \Theta(B)\ a_t$$
$$b \geq 0$$

dimana *noise* independen tidak tergantung pada input x_t.

Persamaan diatas dapat ditulis

$$y_t = V(B)\ \alpha_t + q(B)\ a_t \qquad (61)$$

maka peramalan $y_t(l)$ dari y_{t+l} adalah :

$$y_t(l) = \sum_{j=0}^{\infty} V_{l+j}\ \alpha_j + \sum_{j=0}^{\infty} q_{l+j}\ a_t$$

$$\begin{aligned} y_t(l) = (y_{t+l}) &= \partial_1(y_{t+l-1}) + \partial_2(y_{t+l-2}) + \cdots + \\ &\partial_{p+r}(y_{t+l-p-r}) + w_0(x_{t+l-b}) + w_1(x_{t+l-b-1}) - \\ &\cdots - w_{p+s}(x_{t+l-b-p-s}) + a_{t+l} - \theta_1(a_{t+l-1}) \\ &- \cdots - \theta_{q+r}(a_{t+l-q-r}) \end{aligned}$$

dimana

$$y_{t+j} \begin{cases} y_{t+j} & j \le 0 \\ y_t(j) & j \ge 0 \end{cases}$$

$$x_{t+j} \begin{cases} x_{t+j} & j \le 0 \\ x_t(j) & j \ge 0 \end{cases}$$

$$a_{t+j} \begin{cases} a_{t+j} & j \le 0 \\ 0 & j \ge 0 \end{cases}$$

dan a_t dihitung dari

$$a_t = y_t - y_{t-1}(1)$$

maka variansi peramalan adalah

$$\begin{aligned} y_{t+l} - y_t(l) = \sum_{i=0}^{l-1} \{V_i\alpha_{t+l-i} + q_i a_{t+l-1}\} + \sum_{j=0}^{\infty} \{(V_{l+j} - \\ V'_{l+j})\ \alpha_{t-j} + (q_{l+j} - q'_{l+j})\ a_{t-j}\} \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned} E\{y_{t+l} - y_t(l)\}^2 = \{V^2_0 + V^2_1 + \cdots + V^2_{l-1}\ \sigma^2_\alpha + \\ \{1 + q^2_1 + \cdots + q_{l-1}{}^2\}\ \sigma^2_a + \end{aligned}$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} \{(V_{l+j} - V_{l+j}^{\cdot})\sigma^2_\alpha + (q_{l+j} - q_{l+j}^{\cdot})\,\sigma^2_a\}$$

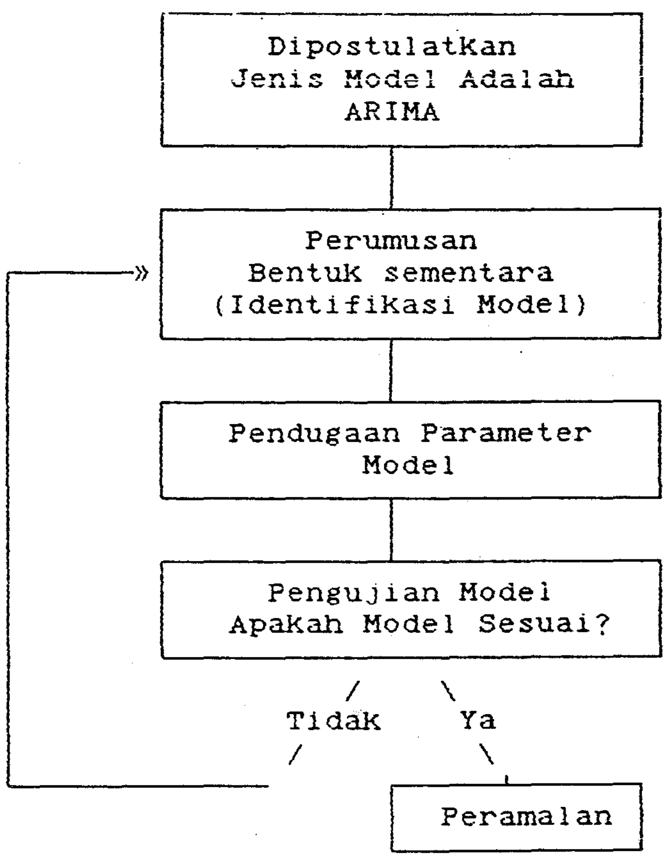
akan minimum jika $V_{l+j}^{\cdot} = V_{l+j}$ dan $q_{l+j}^{\cdot} = q_{l+j}$ maka varians dari peramalan selang l tahap kedepan adalah :

$$\begin{aligned} Var(l) &= E\,(y_{t+l} - y_t(l))^2 \\ &= \sigma^2_\alpha \sum_{j=0}^{l-1} V^2_j + \sigma^2_a \sum_{j=0}^{l-1} q^2_j \end{aligned} \tag{62}$$

BAB 3
METODOLOGI

3.1 METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode analisis time series, dengan menerapkan metode perumusan model stokastik yang dikembangkan oleh Box and Jenkins (1976), atau lebih dikenal dengan nama perumusan model ARIMA. Metode ini pada dasarnya mempunyai tiga tahapan, yaitu identifikasi, pendugaan parameter dan pengujian model. Dalam algoritma dilukiskan sebagai berikut :



Gambar 3-1 Metode Perumusan Model ARIMA

Dari interaksi antara teori dan praktek, digunakan general model untuk selanjutnya dipertimbangkan, yaitu dengan mengambil n pengamatan Z_1, Z_2, ... ,Z_n sebagai sampel, dipostulatkan bahwa model stokastik bagi deret Z_t ialah ARIMA(p d q)(P Q D)$_s$.

3.1.1 TAHAP IDENTIFIKASI

Identifikasi, disini sebagai langkah awal untuk mengestimate parameter-parameter dari model secara sederhana, yaitu digunakan fungsi autokorelasi dan fungsi korelasi parsial. Untuk mempermudah permasalahan, maka dibuat grafik dari kedua fungsi tersebut.

PEMERIKSAAN KESTASIONAIRAN TIMESERIES.

Sifat kestasioneran time series diperiksa melalui korelogram sampel bersama-sama plot data pengamatan Z_1, Z_2, ..., Z_n.

Seperti telah dinyatakan sebelumnya, time series dikatakan stasioner jika korelogramnya cenderung menurun (menuju nol), dan dikatakan tidak stasioner jika korelogramnya tidak cenderung menurun. Akan tetapi, karena struktur autokorelasi sampel ada kemungkinan menyimpang dari struktur teoritis tersebut, maka suatu time series yang mempunyai korelogram sampel yang menurun secara perlahan-lahan dapat dianggap sebagai time series yang tidak stasioner *(Box and Jenkins, 1976)*. Dengan kata lain, time series dapat dipastikan stasioner hanya jika kecenderungan menurun dari korelogram sampelnya terjadi secara cepat. Plot dat pengamatan dalam masalah ini, digunakan untuk membantu memastikan sifat kestasioneran time series.

Jika data yang dianalisis bersifat tidak stasioner atau ada bentuk / pola deterministik maka dicoba melakukan adiferensi, baik diferensi jangka pendek (diferensi reguler) ataupun diferensi jangka panjang (diferensi musiman). Diferensi musiman ini dilakukan jika ketidakstasioneran data tersebut disebabkan oleh pengaruh musiman, misalnya setelah lag 2 atau 3 kali periode musim masih ada nilai autokorelasi sampel yang berbeda nyata dengan nol atau lambat turun menuju nol sejalan dengan bertambahnya lag.

Selanjutnya, ordo diferensi ditentukan dengan menghitung banyaknya diferensi yang perlu dilakukan untuk membuat series Z_t menjadi stasioner. Misalnya w_t adalah series stasioner yang berasal dari Z_t , setelah melakukan diferensi reguler sebanyak d kali dan diferensi musiman sebanyak D kali dengan panjang periode musiman s, maka antara Z_t dan w_t terdapat hubungan sebagai berikut

$$w_t = \nabla^D{}_s \nabla^d Z_t$$

sedangkan $\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ dan $\nabla_s Z_t = Z_t - Z_{t-s}$.

Jika cara diferensi tidak dapat menghasilkan series yang stasioner, maka dilakukan trasformasi. Kemudian diikuti diferensi sampai mendapatkan series yang stasioner.

IDENTIFIKASI SERIES STASIONER

Setelah didapat w_t yang stasioner, ditentukan jenis model yang kira-kira sesuai bagi series stasioner tersebut. Hal ini dimaksudkan apakah model tersebut AR murni, MA murni, model campuran atau model yang bersifat multiplikatif.

Mengingat bahwa model-model AR, MA atau model campuran tersebut masing-masing mempunyai struktur autokorelasi dan autokorelasi parsial yang bersifat khas, maka identifikasi model bagi ~~series~~ wt dapat dilakukan dengan memeriksa karakteristik fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial secara bersama-sama. Karakteristik kedua besaran ini, secara teoritis disajikan pada Tabel 2-1.

Dari Tabel 2-1, selanjutnya dapat ditentukan ordo dari masing-masing jenis model di atas. Dalam hal ini, ordo autoregresi ditentukan dari autokorelasi parsial dan ordo moving average ditentukan dari autokorelasi sampel, sedangkan ordo model campuran ditentukan dari keduanya.

PENENTUAN KONSTANTA MODEL

Box and Jenkins (1976) menyatakan bahwa mean time series stasioner hasil duferensi pada umumnya diasumsikan bernilai nol, sehingga dianggap tidak perlu memasukkan konstanta ke dalam model terintegrasi. Akan tetapi, jika ternyata mean time series tersebut tidak nol, maka perlu memasukkan konstanta ke dalam model.

3. 2 METODA FUNGSI TRANSFER

3. 2. 1. PENYAJIAN PREWHITENING DERET INPUT

Dengan pembuatan model time series dari deret input melalui beberapa tahapan identifikasi (kestasioneran dan bentuk model ARIMAnya), estimasi para-meter ARIMA serta penyajian-penyajian model secara statistik akan dapat diperoleh prewhitening deret input bagi model fungsi transfer yang akan disusun.

Deret input dapat dipandang sebagai data deret waktu Xt. Untuk penyajian prewhitening deret input perlu diidentifikasi Xt sebagai model deret waktu (model time series). Sehingga memerlukan pemeriksaan kestasioneran dari deret input bagi model fungsi transfer yang akan disusun.

Identifikasi kestasioneran dapat dilihat dari plot diagram autokorelasi dari data deret waktu asal Xt. Bila ada tanda-tanda bahwa Xt tidak stasioner maka dilakukan langkah pengambilan diffe-rence (pembedaan) baik itu berupa difference reguler atau difference seasonal (musiman) tergantung dari bentuk plot diagram autokorelasi yang diperlihatkan. Dengan memberikan difference biasa atau difference musiman atau diberikan keduanya secara bersama-sama sesuai keperluan yang ditunjukkan dari plot diagram autokorelasinya maka data deret waktu asal Xt dapat dinyatakn sebagai data deret waktu difference xt yaitu sebagai berikut :

$$xt = (1-B)^{d} \, (1-B^{s})^{\partial} \, Xt$$

dimana :

xt = data deret waktu hasil difference yang telah stasioner yang selanjutnya dipandang sebagai data deret waktu baru sebagai input sistem

d = order difference biasa

s = periode musiman deret waktu

∂ = order difference musiman

Tahap selanjutnya adalah menentukan model ARIMA sesuai dengan identifikasi data deret waktu yang telah stasioner. Berdasarkan plot diagram autokorelasi dan partial autokorelasi dapat ditentukan apakah model deret waktu untuk data yang telah stasioner (dengan atau tanpa difference) adalah model AR, MA atau ARMA.

$$\phi(B) \, xt = \Theta(B) \, \alpha t$$

Sehingga prewhitening deret input αt dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\alpha t = \phi x \, (B) \, \Theta x^{-1}(B) \, xt$$

3.2.2. PENYAJIAN PREWHITENING DERET INPUT

Untuk menjaga tingkat hubungan antara input dan output maka deret output akan diberikan difference (pembedaan) dengan tingkat atau order yang sama baik biasa maupun musiman dengan data deret waktu input awal. Kita pandang deret output awal sebagai Yt.

$$yt = (1-B)^{d} (1-B^{s})^{d} Yt$$

Kita pandang yt sebagai deret input baru.

Selanjutnya untuk tujuan menjaga tingkat hubungan deret input dan deret output seperti diatas, maka untuk memperoleh prewhitening deret output (βt), yt kita transformasi dengan model dan nilai estimasi yang sama dengan model ARMA deret input

$$\beta t = \phi x(B)\ \theta x^{-1}(B)\ yt$$

3.2.3. ESTIMASI BOBOT RESPONS IMPULS

Dengan mengasumsikan bahwa deret input yang akan menentukan atau mempengaruhi deret output maka diharapkan deret input ke t tidak mempengaruhi deret oputput ke t-1, t-2 dan seterusnya atau sebasliknya deret output ke t tidak berkorelasi (cross corelasi tidak signifikan) dengan deret input ke t+1, t+2 dan seterusnya.

Bobot respons impuls ini dapat diestimate secara langsung dengan menggunakan Korelasi silang (cross corelasi) antara αt dan βt dengan asumsi diatas

$$vK = r\alpha\beta(k) \frac{S\beta}{S\alpha} \quad \text{dimana } K = 0, 1, 2, \ldots$$

dimana:

vK = bobot respons impuls untuk lag K.

$v\alpha\beta$ (K) = Korelasi silang antara prewhitening deret input dan prewhitening deret output

$S\alpha$ = standar deviasi prewhitening deret input

$S\beta$ = standar deviasi prewhitening deret output

Vk merupakan suatu deret bobot respon impuls yang jumlahnya cukup banyak, maka untuk itu perlu mensubtitusi nilai bobot respons impuls dengan :

$$vK = \frac{w(B)}{\partial(B)}$$

dimana

$$w(B) = w0 - w1B - w2B^2 - \ldots - wsB^s$$

$$\partial(B) = 1 - \partial 1B - \partial 2B^2 - \ldots - \partial rB^r$$

persamaan ini dianggap lebih singkat karena nilai r dan s biasanya lebih kecil dari k.

3.2.4. IDENTIFIKASI MODEL FUNGSI TRANSFER (r,s,b)

Model fungsi transfer dinyatakan dalam (r,s,b) dimana r menunjukkan deret output yt berkaitan dengan masa lalunya, s menyatakan seberapa lama deret output yt dipengaruhi oleh nilai deret input xt setelah lag b dan seterusnya (xt-b-1, xt-b-2, . . . , xt-b-s)

Sedang nilai b merupakan nilai penundaan mutlak (abso-lut delay) sebelum deret input mulai mempengaruhi deret output. Untuk menentukan nilai b ini dapat dilakukan dengan melihat kerelasi silang atau bobot respons im-puls.

Dengan menggunakan bobot respons impuls, maka dapat dihitung nilai dari komponen noise model fungsi transfer sebagai berikut :

$$nt = yt - v(B)\ xt$$

Selanjutnya kita buat model ARIMA yang sesuai untuk deret noise nt dimana deret noise nt biasanya mempunyai sifat saling independent sehingga untuk memodelkannya tidak memerlukan atau memberikan pembedaan (difference)

$$\phi(B)\ n = \theta(B)\ at$$

Dengan menggunakan substitusi dari bobot respons impuls dan model deret noise nt maka model fungsi transfer dapat ditulis sebagai

$$yt = \frac{w(B)}{\partial(B)} xt\text{-}b + \frac{\Theta(B)}{\phi(B)} at$$

3. 2. 5. ESTIMASI PARAMETER

Untuk model fungsi transfer yang telah diperoleh diatas yaitu

$$yt = \frac{w(B)}{\partial(B)} xt\text{-}b + \frac{\Theta(B)}{\phi(B)} at$$

diperlukan nilai estimate parameter w, ∂, Θ dan ∅. Dengan menggunakan persamaan yang menyatakan hubungan antara v(B) dengan w(B) dan ∂(B) yaitu

$$v_j = 0 \qquad \text{untuk } j < b$$

$$v_j = \partial_1 v_{j-1} + \partial_2 v_{j-2} + \ldots + \partial_r v_{j-r} + w_0 \quad , j = b$$

$$v_j = \partial_1 v_{j-1} + \partial_2 v_{j-2} + \ldots + \partial_r v_{j-r} - w_{j-b} \quad , j = b+1, b+2, \ldots b+s$$

$$v_j = \partial_1 v_{j-1} + \partial_2 v_{j-2} + \ldots + \partial_r v_{j-r} \quad , j > b+s$$

Dengan menyelesaikan persamaan linear diatas (dengan substitusi maupun eliminasi) maka dapat diperoleh estimate dari w (w0, w1 . . . ws) dan ∂ (∂0, ∂1, . . . , ∂r) dimana ∂0 = 1.

Nilai estimate dari parameter model deret noise ∅ dan Θ diperoleh dari identifikasi model ARIMA deret noise didepan.

3.2.6 PENGUJIAN FUNGSI TRANSFER

Pengujian fungsi transfer dilakukan untuk menguji validitas dari model yang dibuat . Yang perlu mendapatkan perhatian adalah deret nilai residual a_t dalam hubunganya dengan deret input baik α_t maupun X_t .

Untuk menguji bahwa residual independen (bebas satu dengan yang lainnya) maka perlu dilakukan dengan melihat nilai autokorelasinya

$| r_K | < 2$ SE ,dimana SE = Standar Error

Menggunakan uji statistik Q Box-Pierce dengan membandingkannya dengan tabel Chi-Square.

$$Q = n \sum_{K=1}^{m} r_K^2$$

dimana

n = jumlah pengamatan

m = banyaknya lag yang diperhatikan

r_K = autokorelasi untuk lag K

dengan derajat bebas m-l , nilai l adalah banyaknya parameter di dalam model , maka sifat white-noise dari residual dapat diuji dengan hipotesa

H0 : a_t = white - noise

H1 : a_t = tidak white-noise

Apabila nilai Q < nilai tabel maka model sesuai sedangkan apabila nilai Q > nilai tabel maka model tidak sesuai .

3.2.7 PERAMLAN

Model fungsi transfer yang telah didapatkan , dengan menghitung secara perkalian aljabar dan menyusus kembali ,maka akan didapatkan suatu persamaan yang menunjukkan model peramalan dari fungsi transfer.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 KEADAAN UMUM DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Perusahaan Umum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur atau dalam organisasinya dikenal dengan daerah Pos dan giro III (Dapos III).Data tersebut meliputi data jumlah yang dikirim dan jumlah yang diterima untuk wilayah Jawa Timur ,keduanya untuk jenis jasa pos kilat khusus . Adapun yang dimaksudkan jumlah produksi tidak lain adalah jumlah yang dikirimkan oleh kantor Pos dan Giro wilayah Jawa Timur , sebab inilah yang mendatangkan pendapatan sebagai nilai tukar jasa yang diberikan.

Karena yang diperlukan dalam time series berupa data yang runtun dalam periode tertentu , maka kedua data ini tentunya harus memenuhi syarat tersebut.Adapun periode dari kedua data tersebut adalah bulanan yang dimulai bulan Januari 1984 hingga Juli 1989.Jadi jumlah keseluruhan data masing-masing 67 data.

Untuk data jumlah yang dikirim mempunyai rata-rata setiap bulan adalah 142003 dan mempunyai varian 671017216 . Sedang untuk data jumlah jasa pos surat kilat khusus yang diterima oleh Perum Pos dan Giro Jawa Timur mempunyai rata-rata 132 250 setiap bulan dan mempunyai varian sebesar 550887841 .

Karena keadaan kedua data yaitu data jumlah yang dikirim maupun data jumlah yang diterima tidak berfluktuasi , dalam artian keseragaman data telah terpenuhi maka data tersebut tidak perlu dilakukan suatu transformasi .

4.2 IDENTIFIKASI MODEL

Setiap analisa time series dalam melakukan identifikasi diawali dengan melihat dari plot data deret waktu kemudian didukung oleh plot acf dan pacf untuk mendapatkan gamabaran awal secara kasar tentang karak teristik data tersebut.Plot deret waktu dari jumlah yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa timur untuk jasa pos surat kilat khusus menunjukkan tidak adanya suatu pola musiman dan tampak tidak stasioner hal ini didukung pula oleh grafik autokorelasinya . Dari grafik autokorelasi tersebut tampak jelas bahwa data tidak stasioner karena turun lambat menuju nol. Maka dari itu perlu dilakukan difference 1 agar stasioner. Setelah dilakukan difference 1 tampak jelas bahwa data menjadi stasioner . Secara matematis difference 1 dapat ditulis sebagai berikut :

$$\nabla X_t = (1-B)\, X_t$$

Kestasioneran tampak baik dari plot deret waktu X_t maupun dari grafik yang ditunjukkan oleh autokorelasi-nya.

Model deret waktu yang dicobakan untuk memodelkan jumlah yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur untuk jenis jasa pelayanan pos kilat ARIMA(1,1,0) , ARIMA(2,1,0) dan ARIMA(0,1,1).Dari ketiga model yang dicobakan menggunakan data asli , maka model yang terbaik yang dipilih adalah ARIMA (2 , 1 , 0) . Pemilihan ini didasrakan karena disamping variannya yang kecil juga nilai ramalannya mendekati nilai aslinya , selain itu juga selisih ramalannya juga lebih kecil seperti tampak dalam tabel berikut ini ramalan untuk pengamatan ke 61 hingga ke 67.

Tabel 4.1 Selisih antara ramalan dengan actual model ARIMA (0 , 1 , 1)

Data Ramalan Deret input		
R a m a l a n	S e l i s i h	A c t u a l
179791	2565	182356
179791	14237	194028
179791	18994	198785
179971	20619	200410
179971	11916	191707
179971	26537	206328
179791	16957	196748

Tabel 4.2 Selisih antara ramalan dengan actual model ARIMA (1 , 1 , 0)

Data Ramalan Deret input		
R a m a l a n	S e l i s i h	A c t u a l
180825	1531	182356
183103	10925	194028
181907	16878	198785
182535	17875	200410
182205	9502	191707
182379	23949	206328
182288	14460	196748

Tabel 4.3 Selisih antara ramalan dengan actual model ARIMA (2 , 1 , 0)

Data Ramalan Deret input		
R a m a l a n	S e l i s i h	A c t u a l
188914	6558	182356
183235	10793	194028
185927	12858	198785
186068	14342	200410
184990	6717	191707
185708	20620	206328
185587	11161	196748

Dengan menggunakan model ARIMA (2 , 1 , 0) , maka ramalan akan mendekati yang sebenarnya . Hal ini tampak pada ramalan data ke 61 sampai ke 67 dari data asli.

Sehingga model jumlah yang dikirim oleh Perum Pos dan giro untuk jasa pelayanan surat kilat khusus yang dikenal sebagai deret input dari fungsi transfer yang dianalisa adalah :

$$(1-B)\, X_t = \emptyset_1\, X_{t-1} + \emptyset_2\, X_{t-2} + \alpha_t$$

$$\alpha_t = (1-B)\, X_t - \emptyset_1\, X_{t-1} - \emptyset_2\, X_{t-2}$$

Karena deret waktu tersebut merupakan deret input yang akan berpengaruh pada deret output , yaitu jumlah yang diterima untuk jasa pos kilat khusus wilayah jawa Timur,maka untuk mempertahankan hubungan antara deret input dan deret output haruslah deret output juga dimodelkan seperti deret input . Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut :

$$(1-B)\, Y_t = \emptyset_1\, Y_{t-1} + \emptyset_2\, Y_{t-2} + \beta_t$$

$$\beta_t = (1-B)\, Y_t - \emptyset_1\, Y_{t-1} - \emptyset_2\, Y_{t-2}$$

Untuk mempelajari pola hubungan antara jumlah yang dikirim dan jumlah diterima Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur untuk jenis jasa pelayanan surat kilat khusus , maka perlu menghitung korelasi silang antara a_t dan β_t . Dengan menggambil lag -17 hingga lag 17 maka jelas nampak sekali bahwa korelasi silang anatara a_t dan β_t tidak significant dengan nol atau dengan kata lain tidak menunjukkan pola, hal ini seperti yang diharapkan , karena tidak mungkin jumlah yang dikirim pada saat t akan berpengaruh pada jumlah diterima pada saat t-1 , t-2 dan seterusnya.

Setelah mendapatkan korelasi silang maka hasil dari korelasi silang tersebut dapat digunakan untuk mengestimate bobot respons impuls dari fungsi Transfer secara langsung.

$$V(k) = r_{\alpha\beta}(k) \frac{s_\beta}{s_\alpha}$$

nilai bobot respons impuls ini digunakan untuk mencari deret noise . Deret noise perlu dimodelkan dengan ARIMA (p , d ,q) untuk menjabarkan secara lengkap fungsi Transfer . Berdasarkan plot deret noise serta didukung oleh grafik autokorelasi dan autokorelasi parsial , maka deret noise dimodelkan ARIMA (0 , 1 , 2). Mengingat nilai korelasi silang antara α_t dan β_t ada 2 yang significan atau berbeda dengan nol , yakni pada lag nol dan pada lag ke 2 , maka nilai b akan sama dengan dengan nol yang berarti pada waktu yang sama jumlah yang dikirim oleh Perum Pos dan giro wilayah Jawa Timur untuk jasa pelayanan surat kilat khusus akan berpengaruh terhadap jumlah yang diterimanya , setelah itu korelasi silang antara α_t dan β_t tidak ada lagi yang significant dengan nol.?

Dengan adanya kesulitan praktis untuk menetapkan nilai r dan s ,dengan alasan ada satu korelasi silang antara α_t dan β_t nilai r dan s dapat ditetapkan sebagai berikut : r + s <= 2 .

Model selengkapnya dari fungsi Transfer ini apabila dijabarkan akan menjadi persamaan sebagai berikut :

$$Y_t = W_0 X_t - W_1 X_{t-1} - W_2 X_{t-2} + a_t - \theta a_{t-1} - \theta a_{t-2} + K$$

4.3 Evaluasi Model

Model yang terbaik untuk deret input adalah ARIMA (2 , 1 , 0) yang berarti deret waktu mempunyai model AR (2) dengan difference 1 . Setelah proses estimasi maka diperoleh estimate sebagai berikut :

FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS

NUMBER	TYPE	ESTIMATE	ST. DEV.	T-RATIO
1	AR 1	-.7139	.1236	-5.77
2	AR 2	-.3632	.1247	-2.91

DIFFERENCING. 1 REGULAR

RESIDUALS. SS = 25177214976

(BACKFORECASTS EXCLUDED)

DF = 57 MS = 441705536

NO. OF OBS. ORIGINAL SERIES 60

AFTER DIIFERENCING 59

Dari model estimate diatas maka kemudian nilai parameter dimasukkan maka diperoleh model persamaan :

$$(1-B\ )\ X_t = \emptyset_1\ X_{t-1} + \emptyset_{2\ 1}\ X_{t-1}$$
$$+\alpha_t$$

Kemudian dapat disusun model deret residualnya dari model persamaan diatas sebagai nerikut :

$$\alpha_t = (1-B\ )\ X_t - \emptyset_1\ X_{t-1}$$
$$- \emptyset_{2\ 1}\ X_{t-1}$$

Dengan menghitung nilai Autokorelasinya dari residual dan melihat grafik Autokorelasinya terlihat bahwa nilai minimum dan nilai maksimum adalah -0.157 dan 0.226 semuanya terletak dalam selang kepercayaan.

Plot normal dari residual menunjukkan bahwa residual mengikuti distribusi normal. Plot residual dengan nilai taksiran menunjukkan tidak adanya pola dengan demikian berarti residual berdistribusi identik.

Dengan menggunakan uji statistik Q Box - Pierce

$$Q = 59\sum_{k=1}^{17} r_{(k)} = 59 \times 0.15894 = 9.37746$$

Dari tabel didapatkan nilai Chi - Square dengan derajad kebebasan (df) 16 yang berasal dari 17 - 1 dan dengan tingkat kesalahan 5 persen diperoleh 26.2962 .

Disusun suatu hipotesa :

$$HO : \alpha_t = \text{white - noise}$$

H1: α_t = tidak white - noise

Setelah nilai Q dibandingkan dengan nilai tabel Chi-Square ternyata nilai Q lebih kecil dari nilai tabel , maka hipotesa awal (HO) diterima yang berarti residual dari X_t yaitu a_t adalah white noise.

Kemudian deret output harus dimodelkan seperti deret input yaitu :

$$(1-B\ )\ Y_t = \emptyset_1\ Y_{t-1} + \emptyset_{2\ 1}\ Y_{t-1}$$
$$+\beta_t$$

Sedangkan deret residualnya diperoleh :

$$\beta_t = (1-B\ )\ Y_t - \emptyset_1\ Y_{t-1}$$
$$- \emptyset_{2\ 1}\ Y_{t-1}$$

Model deret output dimodelkan seperti deret input dimaksudkan agar hubungan deret input dan deret output dapat dipertahankan. Apabila deret output dimodelkan tersendiri maka estimate parameternya dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS

NUMBER	TYPE	ESTIMATE	ST. DEV.	T-RATIO
1	MA 1	.6997	.0938	7.46

DIFFERENCING. 1 REGULAR

RESIDUALS.SS = 23403888640 (BACKFORECASTS EXCLUDED)

DF = 58 MS = 403515328

NO.OF OBS.ORIGINAL SERIES 60 AFTER DIIFERENCING 59

Dari model estimate diatas maka kemudian nilai parameter dimasukkan maka diperoleh model persamaan :

$$(1 - B) Y_t = (1 - \theta B) d_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = d_t - \theta d_{t-1}$$

$$Y_t = Y_t + d_t - \theta d_{t-1}$$

Kemudian dapat disusun model deret residualnya dari model persamaan diatas sebagai berikut :

$$d_t = Y_t - Y_{t-1} + \theta d_{t-1}$$

Dengan menghitung nilai Autokorelasinya dari residual dan melihat grafik Autokorelasinya terlihat bahwa nilai minimum dan maksimum adalah -0.248 dan 0.178 yang semuanya terletak dalam selang kepercayaan .

Jadi antar residual satu dengan yang lainnya adalah independen (saling bebas) . Sedangkan didapatkan dari plot normal residual menunjukkan bahwa residual mengikuti distribusi normal. Plot residual dengan nilai taksiran menunjukkan tidak adanya pola dengan demikian berarti residual berdistribusi identik.

Dengan menggunakan uji statistik Q Box-Pierce

$$Q = 59\sum_{k=1}^{17} r_{(k)} = 59 \times 0.15524 = 8.983396$$

Dari tabel didapatkan nilai Chi - Square dengan derajad kebebasan (df) 16 yang berasal dari 17 - 1 dan dengan tingkat kesalahan 5 persen diperoleh 26,2962 .

Disusun suatu hipotesa :

H0 : d_t = white - noise

H1 : d_t = tidak white - noise

Setelah nilai Q dibandingkan dengan nilai tabel Chi-Square ternyata nilai Q lebih kecil dari nilai tabel , maka hipotesa awal (HO) diterima yang berarti residual dari X_t^* yaitu d_t adalah white noise.

Model lain dari jumlah yang diterima oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur untuk jenis pelayanan jasa khusus adalah ARIMA (0 , 1, 2) dengan estimate parameter sebagai berikut :

```
 FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
 NUMBER      TYPE     ESTIMATE      ST. DEV.   T-RATIO
   1         MA  1      .3170       .117        2.17
   2         MA  2      .4965       .117        4.24
  DIFFERENCING. 1 REGULAR
  RESIDUALS.SS   = 19930587136  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
NO.OF OBS.ORIGINAL  SERIES 60 AFTER DIIFERENCING  59
```

Karena jumlah surat yang diterima untuk jenis jasa pos kilat khusus ini dalam fungsi transfer sebagai deret output maka residualnya tidak harus white noise , hal ini disebabkan karena variabel output adalah variabel yang dependent (tak bebas) yang bergantung pada variabel input yang merupakan variabel independent (bebas).

Fungsi transfer yang terdiri deret input dan deret output ini bila dimodelkan dengan model ARIMA (2 , 1 , 0) dengan parameter $\emptyset_1$ = -0.7139 $\emptyset_2$ = -0.3632 dapat diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.4 Residual input output

	Residual	
	input	output
Rata - rata	2795	2040
Standar Deviasi	20482	21305

Dari korelasi silang antara residual input dan output diperoleh suatu nilai estimate dari bobot respons impuls sebagai berikut :

Tabel 4.5 Nilai bobot respons impuls

t	$r\alpha\beta$	V
0	0.734	0.75382
1	-0.161	-0.16535
2	-0.312	-0.32042
3	-0.075	-0.07702
4	-0.045	-0.04621
5	0.076	0.07805
6	-0.130	-0.13351
7	0.100	0.01027
8	0.005	0.00513
9	0.075	0.07702
10	0.052	0.05340
11	-0.040	-0.04108
12	0.052	0.05340
13	-0.119	-0.12221
14	-0.036	-0.03697
15	-0.002	-0.00205
16	-0.002	-0.00205
17	0.049	0.05030

Untuk mendapatkan deret noise maka diperlukan nilai estimate dari w dan :

$V_0 = w_0 \qquad b = 0 \text{ =====> } w_0 = 0.75382$

untuk j=b+s =========> j=0+2=2 , dimana $\delta_i = 0$

$V_1 = \delta_1 V_0 - w_1$

$V_2 = \delta_1 V_1 + \delta_2 V_0 - w_2$

maka didapatkan :

$w_1 = 0.16535$

$w_2 = 0.32042$

sehingga untuk mendapatkan deret noise diperoleh dengan persamaan :

$$n_t = Y_t - 0.75382\, X_t - 0.16535\, X_{t-1} - 0.32042\, X_{t-2}$$

Deret noise yang diperoleh perlu dimodelkan lebih dahulu untuk memperoleh persamaan fungsi transfer yang lengkap.

Model deret noise adalah ARIMA (0 , 0 , 2) dimana diperoleh persamaan

dari estimate suatu parameter

FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS

NUMBER	TYPE	ESTIMATE	ST. DEV.	T-RATIO
1	MA 1	.6680	.1326	5.04
2	MA 2	.3052	.1364	2.24
3	CONSTANT	-492.4	187.9	-2.62
	MEAN	-492.4	187.9	

RESIDUALS. SS = 13239816192

(BACKFORECASTS EXCLUDED)

DF = 57 MS = 232277472

NO. OF OBS. 60

Dengan menghitung nilai Autokorelasinya dari residual deret noise dan melihat grafik Autokorelasinya menunjukkan saling independent ,sedangkan terlihat bahwa plot normal dari residual menunjukkan bahwa residual mengikuti distribusi normal. Plot residual dengan nilai taksiran menunjukkan tidak adanya pola dengan demikian berarti residual berdistribusi identik.

Dengan menggunakan uji statistik Q Box - Pierce

$$Q = 57\sum_{K=1}^{17} r_{(k)} = 57 \times 0.133926 = 7.633782$$

Dari tabel didapatkan nilai Chi - Square dengan derajad kebebasan (df) 15 dan tingkat kesalahan 5 persen adalah 24.9958

Disusun suatu hipotesa :

$H0 : a_t$ = white - noise

H1 : a_t = tidak white - noise

Setelah nilai Q dibandingkan dengan nilai tabel Chi-Square ternyata nilai Q lebih kecil dari nilai tabel , maka hipotesa awal (HO) diterima yang berarti residual dari X_t yaitu a_t adalah white noise.

Sekarang dapat disusun model fungsi.Transfer secara lengkap yaitu (0 , 2 , 0) (0 , 0 , 2) yang berarti model fungsi Transfer mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$Y_t = 0.75382\, X_t + 0.16535\, X_{t-1} + 0.32042 X_{t-2} + a_t - 0.68800\, a_{t-1} - 0.35020\, a_{t-2} - 492.2$$

Untuk menguji model fungsi Transfer tersebut digunakan korelasi silang antara a_t dengan α_t dan X_t . Mengingat nilai korelasi silangnya kecil tidak significant dengan nol ,maka model diterima . Dengan pengujian menggunakan statistik Q Box - Pierce diperoleh nilai 10.8152 . Bila dibandingkan dengan nilai tabel Chi - Square dengan derajad bebas 16 dan tingkat kepercayaan 5 persen diperoleh nilai sebesar 26.262962 ,
maka nilai residual a_t adalah white - noise atau dengan kata lain a_t berdistribusi IIDN (0 , σ^2).

4. 4 . Peramalan

Dengan menggunakan persamaan fungsi Transfer yang didapatkan diatas maka dapat digunakan untuk meramal untuk masa yang akan datang , apabila nilai X_t tidak diketahui maka X_t maka nilai dari X_t diestimate dengan deret input .

Sebelum digunakan untuk meramal perlu dibanding kan dulu dengan menggunakan model ARIMA dan model fungsi Transfer ,dapat dperlihatkan disini mulai data ke 61 hingga 67 .

Tabel 4.6 Perbandingan ramalan

	PERBANDINGAN HASIL			Actual
	ARIMA 0,1,1	F. Transfer	ARIMA0,1,2	
61	156303	164491	158417	150299
62	156303	161570	152731	148160
63	156303	162785	152731	164095
64	156303	161080	152731	163102
65	156303	161463	152731	186544
66	156303	161636	152731	225747
67	156303	160589	152731	224461

Jika persamaan fungsi Transfer digunakan untuk meramal 16 tahap kedepan diperoleh :

Tabel 4.7 Hasil ramalan Fungsi Transfer

Periode		Y_t
68	AGUSTUS 89	194497
69	SEPTEMER	203215
70	OKTOBER	205082
71	NOPEMBER	201599
72	DESEMBER	202550
73	JANUARI 90	202394
74	FEBRUARI	201910
75	MARET	201688
76	MEI	201505
77	JUNI	201240
78	JULI	200959
79	AGUSTUS	200748
80	SEPTEMBER	200491
81	OKTOBER	200234
82	NOPEMBER	200000
83	DESEMBER	199748

BAB 5

K E S I M P U L A N

5.1 Kesimpulan

Jumlah surat jasa pos kilat khusus yang diterima oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur mempunyai rata-rata sebesar 132250 setiap bulan dan varian 550887841 .

Sedangkan jumlah surat yang dikirim untuk jasa pos kilat khusus wilayah Jawa Timur setiap bulan mempunyai rata - rata sebesar 142003 dan mempunyai varian sebesar 6710117216.

Model dari Jumlah surat jasa pos kilat khusus yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur adalah ARIMA (2 , 1 , 0) dengan persamaan sebagai berikut :

$$(1-B) \quad X_t = \varnothing_1 \quad X_{t-1} + \varnothing_2 \quad X_{t-2} + a_t$$

yang berarti Jumlah surat jasa pos kilat khusus yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro Jawa Timur tersebut dipengaruhi oleh pengamatan pada periode ke t - 1 ,periode ke t-2

Model jumlah surat yang diterima oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur untuk pelayanan jasa pos kilat khusus adalah ARIMA (0 , 1 , 1) dengan persamaan sebagai berikut :

$$(1 - B) Y_t = (1 - \theta B) a_t$$

Apabila masing - masing jumlah surat yaitu yang dikirim maupun yang diterima untuk jasa pos kilat khusus di Jawa Timur (Daerah Pos dan Giro III)dimodelkan sendiri-sendiri maka ramalannya tentunya juga bisa didapatkan .Sedangkan hasil ramalan dari model yang didapat diatas (model yang dikirim dan yang diterima) dapat dilihat didalam lampiran .

Model fungsi Transfer dari jumlah yang diterima dalam kaitanya dengan jumlah yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro wilayah Jawa Timur untuk jasa pos surat kilat khusus adalah (r,s,b)(p,q),jika harga r,s,b,p.q diisikan maka diperoleh (0 , 2 , 0) (0 ,2) atau dijabarkan sebagai berikut:

$$Y_t = 0.75382\, X_t + 0.16535\, X_{t-1} + 0.32042 X_{t-2} + a_t - 0.68800\, a_{t-1} - 0.35020\, a_{t-2} - 492.2$$

yang berarti bahwa jumlah yang diterima jasa pos surat kilat khusus dipengaruhi oleh jumlah yang dikirim pada periode yang sama dari bulan ke n , n-1 dan n-2 .Apabila faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah surat kilat khusus yang diterima ini lebih banyak lagi yang diperhitungkan maka nilai ramalannya akan menjadi lebih baik ,tetapi berhubung banyak keterbatasan yang ada maka hasil ramalan ini sudah cukup bagus.Adapun hasil ramalan untuk model fungsi transfer ini terdapat dalam tabel 4.7

5.2 Saran

Sebaiknya digunakan fungsi Transfer untuk mer-malkan jumlah produksi jasa pos kilat khusus wilayah propinsi Jawa Timur karena hasil ramalannya lebih baik daripada model - model lain yang telah dicoba dalam tugas akhir ini.

Dalam fungsi Transfer disamping memperhitungkan apa yang akan terjadi dari suatu kondisi di masa lalu ,juga memperhitungkan faktor yang lain yang berpengaruh. Dalam kasus ini selain data masa lalu yaitu jumlah surat yang diterima juga memperhitungkan faktor lain yang berpengaruh yaitu jumlah surat yang dikirim untuk jasa pos surat kilat khusus wilayah Jawa Timur .

Diperlukan adanya evaluasi terhadap ramalan setiap akhir periode karena nilaai dari kesalahan dari periode yang lalu juga akan berpengaruh .

Data deret input	Data deret output
104782	98554
107067	98781
116729	109747
107135	99134
115171	111630
119516	110955
120453	104942
124862	116896
112743	106928
128735	116628
122753	192668
233900	217088
125064	116623
118450	106381
131544	132193
117630	104929
126931	119108
107074	101156
135552	122906
126588	117942
119589	112520
143838	131830
130542	116733
144694	114206
128452	114147
121114	114740
127772	117108
127507	123663
138902	131591
115558	107016
145511	146533
134336	133097
139677	126347
189635	137691
135886	129178
135796	131424
144295	129183
131895	123384
141960	152196
143898	131061
135979	131322
143404	146446
158431	153599
144336	136972
156009	147499
165314	151728
148387	138687
163370	151819
148945	142278
155327	148625
159480	156891
164590	154189
151494	137671

Data deret input	Data deret output
181660	166353
185271	167010
174018	144126
175114	150090
203469	173450
176898	151420
185165	155991
182356	150299
194028	148160
198785	164095
200410	163102
191707	186544
206328	225747
196748	224561

```
MTB > print c2
C2
 Data jumlah surat jasa pos kilat khusus yang dikirim (input)

  104782   107067   116729   107135   115171   119516   120453   124862
  112743   128735   122753   233900   125064   118450   131544   117630
  126931   107074   135552   126588   119589   143838   130542   144694
  128452   121114   127772   127507   138902   115558   145511   134336
  139677   189635   135886   135796   144295   131895   141960   143898
  135979   143404   158431   144336   156009   165314   148387   163370
  148945   155327   159480   164590   151494   181660   185271   174018
  175114   203469   176898   185165

MTB > tsplot c2
                          plot data input
          C2
           -            2
           -
           -
********* +                                                             8
           -                                  4                      5     0
           -                                                        4  7  9
           -                                              6             6
           -                                           3  5  8  012
********* +                                 1              7   9   3
           -                     9  2  4  9  3  567  9012  4
           -                0  3  5  7  0  3  5  78  2  8
           -  3  5678  1  4  6  1  6  0
           - 2 4 9                8
*********  +  1
           +---------+---------+---------+---------+---------+---------+
                    10        20        30        40        50        60

MTB > acf c2
                             Autokorelasi input
   ACF OF C2
          -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
            +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 .455                             XXXXXXXXXXXX
  2 .449                             XXXXXXXXXXXX
  3 .408                             XXXXXXXXXXX
  4 .292                             XXXXXXXX
  5 .307                             XXXXXXXXX
  6 .187                             XXXXXX
  7 .214                             XXXXXX
  8 .149                             XXXXX
  9 .186                             XXXXXX
 10 .184                             XXXXXX
 11 .114                             XXXX
 12 .318                             XXXXXXXXX
 13 .132                             XXXX
 14 .146                             XXXXX
 15 .120                             XXXX
 16 .043                             XX
 17 .100                             XXX
```

```
MTB > pacf c2
                    AutoKorelasi  Parsial  input
   PACF  OF  C2
            -1.0   -.8   -.6   -.4   -.2   .0   .2   .4   .6   .8   1.0
              +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1 .455                                  XXXXXXXXXXXX
   2 .306                                  XXXXXXXXX
   3 .177                                  XXXXX
   4 -.011                                 X
   5 .073                                  XXX
   6 -.072                               XXX
   7 .054                                  XX
   8 -.026                                XX
   9 .091                                  XXX
  10 .047                                  XX
  11 -.039                                XX
  12 .262                                  XXXXXXXX
  13 -.115                              XXXX
  14 -.053                                XX
  15 -.062                               XXX
  16 -.055                                XX
  17 .027                                  XX
MTB > diff c2 c3
MTB > print c3
C3                        Data  input  setelah  difference 1
       * 2285 9662 -9594 8036 4345                                      937     4409
  -12119    15992    -5982    111147    -108836    -6614    13094    -13914
    9301    -19857    28478    -8964    -6999    24249    -13296    14152
  -16242    -7338    6658    -265    11395    -23344    29953    -11175
    5341 49958 -53749                 -90    8499    -12400    10065    1938
   -7919    7425    15027    -14095    11673    9305    -16927    14983
  -14425    6382    4153    5110    -13096    30166    3611    -11253
    1096    28355    -26571    8267

MTB > tsplot c3
1             Plot  data  input  setelah  didifference1
          C3
           -            2
           -
 80000.000 +
           -
           -                                       4
           -                    9 2           1                          4    8
           - 3 5 0 5 7              4 9                7 9 3 56 8
      .000 + 2 678 1 4            1 678 3 6 012                        012  5  7
           - 4 9              6   8   0   3   5   0   2   8   4   7   9   3   6
           -                                                                  9
           -                                        5
           -
 *********  +
           -
           -            5
             +*---------+---------+---------+---------+---------+---------
                       10        20        30        40        50        6
```

```
MTB > acf c3
1
           Autokorelasi input setelah didifference 1
    ACF OF C3

          -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
             +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1 -.528               XXXXXXXXXXXXXX
   2  .012                           X
   3  .094                           XXX
   4 -.124                        XXXX
   5  .124                           XXXX
   6 -.145                       XXXXX
   7  .128                           XXXX
   8 -.129                        XXXX
   9  .058                           XX
  10  .064                           XXX
  11 -.158                       XXXXX
  12  .267                           XXXXXXXX
  13 -.190                      XXXXXX
  14  .033                           XX
  15  .044                           XX
  16 -.112                        XXXX
  17  .146                           XXXXX
MTB > pacf c3
           Autokorelasi input setelah difference 1
    PACF OF C3

          -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
             +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1 -.528               XXXXXXXXXXXXXX
   2 -.369                   XXXXXXXXXX
   3 -.147                       XXXXX
   4 -.201                      XXXXXX
   5 -.043                          XX
   6 -.179                       XXXXX
   7 -.039                          XX
   8 -.190                      XXXXXX
   9 -.143                       XXXXX
  10 -.058                          XX
  11 -.188                      XXXXXX
  12  .108                           XXXX
  13  .051                           XX
  14  .029                           XX
  15  .041                           XX
  16 -.057                          XX
  17  .043                           XX
```

Pemodelan deret input dengan model Arima 0 1 1

```
3 > arima 0 1 1 c2 c3 c4;

3 > fore 60 7.




TIMATES AT EACH ITERATION
RATION          SSE    PARAMETERS
  0     36096770048     0.100
  1     31582976000     0.250
  2     28184801280     0.400
  3     25721174016     0.550
  4     24240848896     0.700
  5     24060497920     0.766
  6     24058011648     0.760
  7     24058009600     0.760
LATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


AL ESTIMATES OF PARAMETERS
MBER   TYPE    ESTIMATE    ST. DEV.     T-RATIO
  1 MA 1             .7600       .0881        8.63

FERENCING. 1 REGULAR
SIDUALS.   SS  =  23982426112  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
           DF  =  58   MS  =  413490112
  OF  OBS.  ORIGINAL  SERIES  60  AFTER  DIFFERENCING  59

RECASTS  FROM  PERIOD  60

                                95 PERCENT LIMITS
RIOD        FORECAST          LOWER          UPPER          ACTUAL
i1           179791          139928         219655
i2           179791          138796         220787
i3           179791          137694         221889
i4           179791          136620         222963
i5           179791          135572         224011
i6           179791          134549         225034
i7           179791          133548         226035
```

Pengecekkan Autokorelasi Residual

```
MTB > acf c3
1

    ACF OF C3

             -1.0    -.8    -.6    -.4    -.2     .0     .2     .4     .6     .8    1.0
              +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1 -.123                                   XXXX
   2 -.026                                     XX
   3 .030                                       XX
   4 -.123                                   XXXX
   5 .004                                       X
   6 -.157                                  XXXXX
   7 .008                                       X
   8 -.128                                   XXXX
   9 .033                                       XX
  10 .058                                       XX
  11 .006                                       X
  12 .256                                       XXXXXXX
  13 -.099                                    XXX
  14 -.014                                      X
  15 -.016                                      X
  16 -.116                                   XXXX
  17 .023                                       XX
```

Plot residual dan taksiran

```
MTB > plot c3 c4
                C3
        120000.00+
                 -         *
                 -
                 -
                 -
         60000.00+                  *
                 -
                 -                                                   *
                 -               * *                      *     *
                 - *** 2 * 2 * * * * * **                         *       *
              .00+ *2 ** * 3*** * 3*** *2 *                        *       *
                 -                 *  **  *   **   *
                 -                   *       *     *
                 -
                 -
        -60000.00+
                   +---------+---------+---------+---------+---------+C4
             110000.00 125000.00 140000.00 155000.00 170000.00 185000.00

    1 MISSING OBSERVATIONS
```

Plot Normal Residual

```
MTB > nscore c3 c5
MTB > plot c5 c3

       C5
  3.50+
      -
      -
      -                                                         *
      -              *       *
  1.50+            *   **
      -          * * 3
      -          4 3
      -        2 7
      -      * 3 6
  -.50+      3 5
      -     * 5
      -    *3
      - **
      - *
 -2.50+    *
        +---------+---------+---------+---------+---------+C3
  -30000.00      .00  30000.00  60000.00  90000.00  120000.00

  1 MISSING OBSERVATIONS
```

Pemodelan deret input dengan model Arima 0 1 2

```
MTB > arima 0 1 2 c2

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE     PARAMETERS
    0      36251897856     0.100    0.100
    1      31662778368     0.250    0.162
    2      28186308608     0.400    0.190
    3      25764132864     0.550    0.157
    4      24316403712     0.700    0.047
    5      23927398400     0.807   -0.064
    6      23924353024     0.815   -0.075
    7      23924334592     0.814   -0.075
    8      23924332544     0.814   -0.075
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE   ESTIMATE   ST. DEV.   T-RATIO
    1 MA 1         .8144      .1319      6.17
    2 MA 2        -.0750      .1348      -.56

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.  SS =  23869392896  (BACKFORECASTS EXCLUDED)
             DF =  57   MS  =  418761280
NO. OF OBS.  ORIGINAL SERIES 60  AFTER DIFFERENCING 59
```

Pemodelan Arima 1 1 1 deret input

```
MTB > arima 1 1 1 c2

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION          SSE      PARAMETERS
    0     39899062272      0.100     0.100
    1     30449465344     -0.050     0.248
    2     28817805312      0.031     0.398
    3     26830698496      0.078     0.548
    4     24498683904      0.038     0.698
    5     23926009856     -0.092     0.714
1
    6     23923810304     -0.099     0.715
    7     23923798016     -0.100     0.716
    8     23923798016     -0.100     0.716
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE    ESTIMATE    ST. DEV.    T-RATIO
     1 AR 1          -.0996       .1749       -.57
     2 MA 1           .7157       .1252       5.72

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.   SS  =  23867324416  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
               DF  =  57   MS  =  418724992
NO. OF OBS.  ORIGINAL  SERIES  60  AFTER  DIFFERENCING  59



MTB > arima 1 1 0 c2;
MTB > fore 60 7.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION          SSE      PARAMETERS
    0     44479197184      0.100
    1     37907685376     -0.050
    2     33128327168     -0.200
    3     30141114368     -0.350
    4     28946049024     -0.500
    5     28921171968     -0.524
    6     28921108480     -0.525
    7     28921108480     -0.525
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE    ESTIMATE    ST. DEV.    T-RATIO
     1 AR 1          -.5250       .1119      -4.69

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.   SS  =  28920072192  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
               DF  =  58   MS  =  498621920
NO. OF OBS.  ORIGINAL  SERIES  60  AFTER  DIFFERENCING  59
```

FORECASTS FROM PERIOD 60

PERIOD	FORECAST	95 PERCENT LIMITS LOWER	UPPER	ACTUAL
61	180825	137049	224600	
62	183103	134641	231566	
63	181907	123355	240459	
64	182535	118256	246814	
65	182205	111333	253077	
66	182379	106138	258619	
67	182288	100711	263865	

Pemodelan Arima 1 1 0 deret input

```
MTB > arima 1 1 0 c2 c3 c4;
MTB > fore 60 7.
```

ESTIMATES AT EACH ITERATION

ITERATION	SSE	PARAMETERS
0	44479197184	0.100
1	37907685376	-0.050
2	33128327168	-0.200
3	30141114368	-0.350
4	28946049024	-0.500
5	28921171968	-0.524
6	28921108480	-0.525
7	28921108480	-0.525

RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010

FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS

NUMBER	TYPE	ESTIMATE	ST. DEV.	T-RATIO
1	AR 1	-.5250	.1119	-4.69

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS. SS = 28920072192 (BACKFORECASTS EXCLUDED)
DF = 58 MS = 498621920
NO. OF OBS. ORIGINAL SERIES 60 AFTER DIFFERENCING 59

FORECASTS FROM PERIOD 60

PERIOD	FORECAST	95 PERCENT LIMITS LOWER	UPPER	ACTUAL
61	180825	137049	224600	
62	183103	134641	231566	
63	181907	123355	240459	
64	182535	118256	246814	
65	182205	111333	253077	
66	182379	106138	258619	
67	182288	100711	263865	

```
          Plot  residual  dan  taksiran  model  Arima  1  1  0
 MTB  >  plot  c3  c4
               C3
      160000.00+
               -
               -
               -                    *
               -
       80000.00+
               -
               -                             *
               -                                                            *
               -   *     *     ****     2      *      *      *      *      *
            .00+ * 2 *3 4 ** *23* *2 22                                        *     *
               -                 2 2 **                     **                   *  *
               -                                             2
               -                                                              *
               -                                                                *
      -80000.00+
                 +---------+---------+---------+---------+---------+--------
          100000.00  120000.00  140000.00  160000.00  180000.00  20000(

   1  MISSING  OBSERVATIONS

 MTB  >  acf  c3
1
               AutoKorelasi  residual  model  Arima  1  1  0
   ACF  OF  C3

           -1.0    -.8    -.6    -.4    -.2    .0    .2    .4    .6    .8    1.0
             +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1 -.196                         XXXXXX
   2 -.292                       XXXXXXXX
   3 .082                              XXX
   4 -.060                           XXX
   5 .025                              XX
   6 -.075                           XXX
   7 .024                              XX
   8 -.092                           XXX
   9 .055                              XX
  10 .035                              XX
  11 -.036                            XX
  12 .223                              XXXXXXX
  13 -.118                          XXXX
  14 -.046                            XX
  15 .019                              X
  16 -.059                            XX
  17 .056                              XX
```

Plot Normal Residual untuk model Arima 1 1 0

```
MTB > nscore c3 c5
MTB > plot c5 c3
        C5
   3.50+
        -
        -
        -                                                           *
        -                                    *         *
   1.50+                                   2 *
        -                                *22
        -                               6 *
        -                              63
        -                             55
   -.50+                            53
        -                          33
        -                         3 *
        -                      2
        -          *
  -2.50+       *
         +---------+---------+---------+---------+---------+C3
  -80000.00 -40000.00       .00  40000.00  80000.00  120000.00

  1 MISSING OBSERVATIONS
```

Pemodelan deret input dengan model Arima 2 1 0

```
MTB > arima 2 1 0 c2 c3 c4;
MTB > fore 60 7.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION         SSE    PARAMETERS
   0     44332806144     0.100     0.100
   1     37929807872    -0.050     0.015
   2     32825921536    -0.200    -0.070
   3     29021523968    -0.350    -0.155
   4     26516830208    -0.500    -0.240
   5     25312114688    -0.650    -0.326
   6     25194240000    -0.710    -0.361

   7     25193883648    -0.714    -0.363
   8     25193881600    -0.714    -0.363
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010
```

```
FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE   ESTIMATE    ST. DEV.   T-RATIO
   1 AR 1        -.7139      .1236      -5.77
   2 AR 2        -.3632      .1247      -2.91

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.   SS  =  25177214976  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
             DF  =  57   MS  =  441705536
NO. OF OBS.  ORIGINAL  SERIES 60  AFTER  DIFFERENCING  59

FORECASTS FROM PERIOD 60

                                95 PERCENT LIMITS
PERIOD      FORECAST          LOWER         UPPER        ACTUAL
  61         188914          147712        230115
  62         183235          140381        226089
  63         185927          139515        232340
  64         186068          133727        238409
  65         184990          129815        240164
  66         185708          127037        244380
  67         185587          123398        247776

MTB > acf c3
                          Autokorelasi  residual
  ACF OF C3

        -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
          +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.064                      XXX
  2 -.135                     XXXX
  3 -.157                    XXXXX
  4 -.068                      XXX
  5 .036                         XX
  6 -.132                     XXXX
  7 .019                         X
  8 -.103                     XXXX
  9 .026                         XX
 10 .078                         XXX
 11 .034                         XX
 12 .226                         XXXXXXX
 13 -.090                      XXX
 14 -.052                       XX
 15 -.028                       XX
 16 -.074                      XXX
 17 .040                         XX
```

Plot residual dan taksiran

```
 MTB > plot c3 c4
1
             C3
      140000.00+
               -
               -           *
               -
               -
        70000.00+
               -                       *
               -
               -                                         *              *
               -   *    **    *2    2      *     *     **     *
            .00+ *2** * 4** *2 32 * 2**                               *    **    *
               -            *    *     *   *     *    *    2**
               -                                      *     *
               -                                          *
               -
      -70000.00+
                 +---------+---------+---------+---------+---------+C
         100000.00  120000.00  140000.00  160000.00  180000.00  200000.00

   1 MISSING OBSERVATIONS
```

Plot Normal Residual untuk model Arima 2 1 0

```
MTB > nscore c3 c5
MTB > plot c5 c3
            C5
          3.50+
               -
               -
               -                                                          *
               -                           *      *
          1.50+                         * * *
               -                       2 3
               -                      5 2
               -                     6 3
               -                    8 2
          -.50+                   2 5 *
               -                 2 4
               -              * 2 *
               -         *   *
               -         *
         -2.50+       *
                 +---------+---------+---------+---------+---------+C
        -80000.00 -40000.00        .00  40000.00   80000.00  120000.00

   1 MISSING OBSERVATIONS

MTB > outf
```

```
1
 MTB > print c1 c7
  ROW       C 1
 Data  jumlah  surat  kilat  khusus  yang  diterima (output)
    1     98554
    2     98781
    3    109747
    4     99134
    5    111630
    6    110955
    7    104942
    8    116896
    9    106928
   10    116628
   11    192668
   12    217088
   13    116623
   14    106381
   15    132193
   16    104929
   17    119108
   18    101156
   19    122906
   20    117942
   21    112520
   22    131830
   23    116733
   24    114206
   25    114147
   26    114740
   27    117108
   28    123663
   29    131591
   30    107016
   31    146533
   32    133097
   33    126347
   34    137691
   35    129178
   36    131424
   37    129183
   38    123384
   39    152196
   40    131061
   41    131322
   42    146446
   43    153599
   44    136972
   45    147499
   46    151728
   47    138687
   48    151819
   49    142278
   50    148625
   51    156891
```

```
 52    154189
 53    137671
 54    166353
 55    167010
 56    144126
 57    150090
 58    173450
 59    151420
 60    155991
```

Plot deret ouput

```
MTB > tsplot c1

          C1
           -            2
           -
*********  +
           -           1
           -
           -                                                            45   8
           -                                                         1          0
********* +                                       1       9  23  56  8  0  2  7  9
           -                                        4         4  7  9  3  6
           -               5      2      9  23  567  01
           -         8 0 3 7 90 3 78                8
           - 3 56 9 4         1    456   0
********* + 12 4 7             6  8
           +---------+---------+---------+---------+---------+---------+
                    10        20        30        40        50        60

MTB > acf c1
1
```

Autokorelasi Deret Output

```
  ACF OF C1

           -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
              +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 .537                              XXXXXXXXXXXXXX
  2 .259                              XXXXXXX
  3 .319                              XXXXXXXXX
  4 .238                              XXXXXXX
  5 .168                              XXXXX
  6 .136                              XXXX
  7 .122                              XXXX
  8 .110                              XXXX
  9 .085                              XXX
 10 .049                              XX
 11 .107                              XXXX
 12 .204                              XXXXXX
 13 .093                              XXX
 14 .108                              XXXX
 15 .091                              XXX
 16 .096                              XXX
 17 .117                              XXXX
```

```
MTB > pacf c1
                    Parsial AutoKorelasi deret output
   PACF OF C1

          -1.0   -.8   -.6   -.4   -.2   .0    .2    .4    .6    .8   1.0
           +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 .537                              XXXXXXXXXXXXXX
  2 -.042                            XX
  3 .277                              XXXXXXXX
  4 -.064                           XXX
  5 .074                              XXX
  6 -.039                            XX
  7 .049                              XX
  8 -.001                             X
  9 .012                              X
 10 -.035                            XX
 11 .115                              XXXX
 12 .125                              XXXX
 13 -.112                           XXXX
 14 .127                              XXXX
 15 -.142                          XXXXX
 16 .152                              XXXXX
 17 -.060                            XX
MTB > diff c1 c3
MTB > print c3
C3                      Deret ouput setelah difference 1
      *      227    10966   -10613    12496     -675    -6013    11954
  -9968     9700    76040    24420  -100465   -10242    25812   -27264
  14179   -17952    21750    -4964    -5422    19310   -15097    -2527
    -59      593     2368     6555     7928   -24575    39517   -13436
  -6750    11344    -8513     2246    -2241    -5799    28812   -21135
    261    15124     7153   -16627    10527     4229   -13041    13132
  -9541 6347 8266 -2702 -16518 28682                       657   -22884
   5964    23360   -22030     4571

MTB > tsplot c3
1
                    Plot deret output setelah difference 1
         C3
70000.000 +           1
          -
          -                                1
          -            2 5 9                       9               4   8
          - 3 5 8 0        7 2          9 4            23  5  8  1
     .000 + 2 67              01   45678  3  678  1  6  0  2  5  7  0
          - 4 9 4 8 3                    2 5            4  7  9  3
          -               6            0         0               6   9
          -
          -
*********  +
          -
          -            3
           +*--------+---------+---------+---------+---------+---------+
                    10        20        30        40        50        60
```

Autokorelasi deret output setelah difference 1

```
MTB > acf c3
1

   ACF OF C3

              -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.209                           XXXXXX
  2 -.396                      XXXXXXXXXXX
  3 .166                                 XXXXX
  4 .006                                 X
  5 -.065                              XXX
  6 -.029                               XX
  7 .034                                 XX
  8 -.014                                X
  9 .022                                 XX
 10 -.011                                X
 11 -.008                                X
 12 .109                                 XXXX
 13 -.146                            XXXXX
 14 .054                                 XX
 15 -.056                               XX
 16 .007                                 X
 17 .142                                 XXXXX
MTB > pacf c3
```

Autokorelasi Parsial setelah difference 1

```
   PACF OF C3

              -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.209                           XXXXXX
  2 -.460                     XXXXXXXXXXXX
  3 -.067                              XXX
  4 -.190                           XXXXXX
  5 -.082                              XXX
  6 -.172                            XXXXX
  7 -.080                              XXX
  8 -.139                             XXXX
  9 -.038                               XX
 10 -.102                             XXXX
 11 -.046                               XX
 12 .071                                 XXX
 13 -.136                             XXXX
 14 .079                                 XXX
 15 -.217                           XXXXXX
 16 .020                                 X
 17 .013                                 X
```

Pemodelan deret output dengan model Arima 0 1 1

```
MTB > arima 0 1 1 c1 c2 c3;
MTB > fore 60 7.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE      PARAMETERS
    0      27258038272     0.100
    1      25804187648     0.250
    2      24629993472     0.400
    3      23911946240     0.524
    4      23610867712     0.599
    5      23500630016     0.643
    6      23461974016     0.667
    7      23448393728     0.681
    8      23443572736     0.689
1
    9      23441846272     0.693
   10      23441229824     0.696
   11      23441012736     0.698
   12      23440936960     0.699
   13      23440912384     0.700
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE   ESTIMATE   ST. DEV.   T-RATIO
   1 MA 1          .6997       .0938      7.46

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.   SS = 23403888640 (BACKFORECASTS EXCLUDED)
             DF = 58   MS = 403515328
NO. OF OBS.  ORIGINAL SERIES 60  AFTER DIFFERENCING 59

FORECASTS FROM PERIOD 60

                              95 PERCENT LIMITS
PERIOD     FORECAST        LOWER         UPPER       ACTUAL
  61        156303        116923        195682
  62        156303        115185        197420
  63        156303        113518        199087
  64        156303        111913        200692
  65        156303        110365        202240
  66        156303        108867        203738
  67        156303        107415        205190
```

Autokorelasi residual untuk model Arima 0 1 1

```
MTB > acf c2

   ACF OF C2

          -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
            +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1  .178                            XXXXX
  2 -.248                       XXXXXXX
  3 -.006                            X
  4 -.059                           XX
  5 -.130                         XXXX
  6 -.103                         XXXX
  7 -.032                           XX
  8 -.035                           XX
  9 -.013                            X
 10 -.001                            X
 11  .039                            XX
 12  .056                            XX
 13 -.115                         XXXX
 14 -.034                           XX
 15 -.062                          XXX
 16  .005                            X
 17  .052                            XX
MTB > plot c2 c3
1         Plot Residual dan Taksiran untuk model Arima 0 1 1
                  C2
       100000.00+
                -
                -        *                 *
                -
                -
        50000.00+
                -
                -            *
                -           *       *    *    *    *
                -  **  2   *   2*   **   *  ***  *   *
             .00+ **  **  22  *   *2*   2*   **  *  *  *
                -            ** * *            *   *  *  **
                -               * *
                -                          *
                -                                *      *
       -50000.00+
                 +---------+---------+---------+---------+---------+C3
        100000.00 115000.00 130000.00 145000.00 160000.00 175000.00

  1 MISSING OBSERVATIONS
```

```
               Plot  Normal  residual  untuk  model  Arima  0  1  1
MTB  >  nscore  c2  c4
MTB  >  plot  c4  c2
              C4
         3.50+
             -
             -
             -                                                         *
             -                                 *                       *
         1.50+                              2 *
             -                            2 3
             -                           5 2
             -                         * * 6 *
             -                        6 4
         -.50+                       * 7
             -                       6
             -                    *2   *
             -                *    *
             -           *
        -2.50+           *
               +---------+---------+---------+---------+---------+C2
        -60000.00 -30000.00       .00   30000.00   60000.00   90000.00

   1  MISSING  OBSERVATIONS
```

```
              Pemodelan  deret  output  dengan  model  Arima  0  1  2
MTB  >  arima  0  1  2  c1  c2  c3;
MTB  >  fore  60  7.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION          SSE     PARAMETERS
    0      25353781248     0.100     0.100
    1      22422335488     0.198     0.250
    2      20496334848     0.300     0.400
    3      20135571456     0.343     0.485
    4      20119613440     0.323     0.490
    5      20118888448     0.319     0.494
1
    6      20118773760     0.318     0.496
    7      20118755328     0.317     0.496
    8      20118753280     0.317     0.496
RELATIVE  CHANGE  IN  EACH  ESTIMATE  LESS  THAN  .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER    TYPE    ESTIMATE    ST.   DEV.    T-RATIO
    1 MA 1            .3170         .1170        2.71
    2 MA 2            .4965         .1171        4.24

DIFFERENCING. 1  REGULAR
RESIDUALS.   SS  =  19930587136  (BACKFORECASTS  EXCLUDED)
              DF  =  57   MS  =  349659424
NO.  OF  OBS.   ORIGINAL  SERIES  60  AFTER  DIFFERENCING  59
```

FORECASTS FROM PERIOD 60

		95 PERCENT LIMITS		
PERIOD	FORECAST	LOWER	UPPER	ACTUAL
61	158417	121759	195075	
62	152731	108338	197124	
63	152731	107814	197648	
64	152731	107296	198165	
65	152731	106784	198677	
66	152731	106278	199184	
67	152731	105777	199685	

```
MTB > acf c2
                 Autokorelasi Residual model Arima 0 1 2
   ACF OF C2

             -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
               +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.132                            XXXX
  2 -.097                             XXX
  3  .099                               XXX
  4 -.056                              XX
  5 -.061                             XXX
  6 -.085                             XXX
  7 -.005                               X
  8 -.075                             XXX
  9 -.023                              XX
 10  .028                               XX
 11 -.022                              XX
 12  .126                               XXXX
 13 -.165                           XXXXX
 14  .068                               XXX
 15 -.065                             XXX
 16 -.032                              XX
 17  .135                               XXXX
```

Plot residual dan taksiran model Arima 0 1 2

```
MTB > plot c2 c3
1
              C2
     100000.00+
              -
              -                 *
              -
              -
      50000.00+                                                     *
              -           *
              -                       *        *
              - *                         * **          *
              -  *  *  *  *  2*  2  *  *  2  *2  2
           .00+ * 2 *2** **2                   *                    *
              - * * * * * *                     2* 2 *              *
              -                       *   *
              -                         *
              -
     -50000.00+                                                     *
                +---------+---------+---------+---------+---------+C3
         100000.00 115000.00 130000.00 145000.00 160000.00 175000.00

   1 MISSING OBSERVATIONS

MTB > nscore c2 c4
MTB > plot c4 c2
              C4
          3.50+
              -
              -
              -                                                      *
              -                                          *     *
          1.50+                                   *  2
              -                                 *3*
              -                                34
              -                               45
              -                             532
          -.50+                           34*
              -                         222
              -                        *3
              -                     *  *
              -                    *
         -2.50+          *
                +---------+---------+---------+---------+---------+C2
         -60000.00 -30000.00       .00  30000.00  60000.00  90000.00

   1 MISSING OBSERVATIONS
```

pemodelan deret output dengan model Arima 1 1 0

```
MTB > arima 1 1 0 c1 c2 c3;

MTB > fore 60 7.


ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE      PARAMETERS
    0     29829552128      0.100
    1     27856627712     -0.050
    2     27159906304     -0.199
    3     27158155264     -0.207
    4     27158151168     -0.207
    5     27158149120     -0.207
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE   ESTIMATE   ST. DEV.   T-RATIO
   1 AR 1         -.2070     .1285     -1.61

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.  SS = 27158149120 (BACKFORECASTS EXCLUDED)
            DF =  58  MS =  468243936
NO. OF OBS.  ORIGINAL SERIES 60  AFTER DIFFERENCING 59

FORECASTS FROM PERIOD 60

                           95 PERCENT LIMITS
PERIOD      FORECAST      LOWER       UPPER      ACTUAL
  61         155045       112624      197466
  62         155241       101099      209382
  63         155200        90481      219920
  64         155209        81592      228825
  65         155207        73625      236789
  66         155207        66377      244037
  67         155207        59677      250738
```

Autokorelasi residual model Arima 1 1 0

```
MTB > acf c2

   ACF OF C2

            -1.0   -.8   -.6   -.4   -.2    .0    .2    .4    .6    .8   1.0
               +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.097                               XXX
  2 -.440                      XXXXXXXXXXXX
  3  .096                                 XXX
  4  .028                                 XX
  5 -.075                               XXX
  6 -.039                                XX
  7  .028                                 XX
  8 -.002                                 X
  9  .018                                 X
 10 -.009                                 X
 11  .013                                 X
 12  .086                                 XXX
 13 -.124                              XXXX
 14  .016                                 X
 15 -.048                                XX
 16  .026                                 XX
 17  .108                                 XXXX
```

Pemodelan deret output dengan model Arima 2 1 0

```
MTB > arima 2 1 0 c1 c2 c3;
MTB > fore 60 7.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE      PARAMETERS
    0      32221413376     0.100     0.100
    1      27238131712    -0.007    -0.050
    2      23786893312    -0.114    -0.200
    3      21865228288    -0.221    -0.350
    4      21426182144    -0.297    -0.458
    5      21424695296    -0.301    -0.464
    6      21424689152    -0.301    -0.464
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER   TYPE    ESTIMATE    ST. DEV.   T-RATIO
    1 AR 1         -.3015      .1175      -2.56
    2 AR 2         -.4645      .1185      -3.92

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.   SS =  21404569600  (BACKFORECASTS EXCLUDED)
               DF =  57   MS =  375518752
NO. OF OBS.  ORIGINAL SERIES 60  AFTER DIFFERENCING 59
```

FORECASTS FROM PERIOD 60

		95 PERCENT LIMITS		
PERIOD	FORECAST	LOWER	UPPER	ACTUAL
61	164846	126856	202835	
62	160053	113713	206393	
63	157385	109429	205340	
64	160415	107678	213152	
65	160741	102101	219381	
66	159235	97257	221214	
67	159538	94403	224673	

```
MTB > acf c2
                    Autokorelasi Residual model Arima 2 1 0
   ACF OF C2
           -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
             +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1 -.030                           XX
  2 -.100                         XXXX
  3 -.103                         XXXX
  4 -.195                       XXXXXX
  5 -.008                            X
  6 -.072                          XXX
  7  .017                            X
  8 -.034                           XX
  9  .030                            XX
 10  .055                            XX
 11 -.020                           XX
 12  .126                            XXXX
 13 -.187                       XXXXXX
 14  .043                            XX
 15 -.062                          XXX
 16 -.041                           XX
 17  .127                            XXXX
MTB > plot c2 c3
```

```
1               Plot residual dan taksiran model Arima 2 1 0
                C2
      120000.00+
               -
               -
               -
               -                     *
       60000.00+
               -                                                    *
               -                 *
               -            *              *              *
               -          * 2* * 2** *            *2*     *    *
            .00+            * * *2** ** 2 * *3                      *
               -               *   *   **   *   *   *3   *2   *
               -                           *** *             *
               -
               -
      -60000.00+                                                       *
                 +---------+---------+---------+---------+---------+C3
           80000.00 100000.00 120000.00 140000.00 160000.00 180000.00
  1 MISSING OBSERVATIONS
```

Deret noise (nt)

```
TB > print c1

1
     0.0        0.0     3304.8    -5710.6     4928.8    -2205.0   -10012.7      7083
  1861.7    -1763.9    81788.2   -63499.9   -34883.7   -22873.9    51908.3    -16821
  5272.8      -63.0      585.8     3447.0    -7788.7     5060.1    -6841.2    -18766
  4104.8     4275.6     3766.7     8005.1    -2751.3    -8777.1    17146.6     -2484
  8525.9   -23617.8    22032.2    -4806.3     8589.4     2171.9    20551.9    -20286
  2685.0    10215.3    -2865.0   -10865.7     -756.7     -199.1    -5559.9      1654
  4279.2     -879.6     8702.2    -9285.6    -8821.6     6470.3    -2856.8    -24664
  5841.5     5409.9    -7039.9    -6352.8
```

```
TB > tsplot c1


        C1
         -           1
         -
0000.000 +
         -               5
         -
         -
         -                                   5   9
         -        8                5  8  1     7    2        1  4
    .000 + 123456  90      7890 2   67 9  2   6 8  1 3 567890    5 78
         -       7        6    1 3      0             4       23     90
         -              4         4        34     0               6
         -             3
         -
******** +            2
          +---------+---------+---------+---------+---------+---------+
                   10        20        30        40        50        60
```


MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

```
1
 MTB > acf c1

     ACF OF C1

                -1.0   -.8   -.6   -.4   -.2    .0    .2    .4    .6    .8   1.0
                  +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
    1    -.274                     XXXXXXXX
    2    -.188                       XXXXXX
    3    -.168                        XXXXX
    4     .237                            XXXXXXX
    5    -.153                        XXXXX
    6     .044                            XX
    7     .015                            X
    8    -.026                           XX
    9    -.038                           XX
   10     .083                            XXX
   11     .042                            XX
   12     .044                            XX
   13    -.111                         XXXX
   14     .021                            XX
   15    -.071                          XXX
   16     .075                            XXX
   17     .027                            XX

 MTB > pacf c1


     PACF OF C1

                -1.0   -.8   -.6   -.4   -.2    .0    .2    .4    .6    .8   1.0
                  +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
    1    -.274                     XXXXXXXX
    2    -.284                     XXXXXXXX
    3    -.367                   XXXXXXXXXX
    4    -.024                           XX
    5    -.260                     XXXXXXXX
    6    -.123                         XXXX
    7    -.064                          XXX
    8    -.189                       XXXXXX
    9    -.118                         XXXX
   10    -.066                          XXX
   11    -.017                            X
   12     .142                            XXXXX
   13     .021                            XX
   14     .095                            XXX
   15    -.011                            X
   16     .027                            XX
   17     .117                            XXXX
```

```
MTB > arima 0 0 1 c1 c2 c3;

MTB > fore 55 10.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE        PARAMETERS
    0      19492972544      0.100  -753.358
    1      18358894592      0.250  -1.6E+03
    2      17288206336      0.400  -777.137
    3      16424506368      0.550  -680.257
    4      15701457920      0.687  -661.313
    5      15185425408      0.797  -607.084
    6      14886478848      0.873  -547.918
    7      14650968064      0.928  -489.620
1
    8      14455982080      0.962  -450.578
    9      14437157888      0.964  -473.902
   10      14434383872      0.965  -477.543
   11      14434380800      0.965  -478.659
   12      14434206720      0.965  -479.595
   13      14434098176      0.965  -479.683
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN    .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER      TYPE     ESTIMATE       ST. DEV.   T-RATIO
     1     MA  1        .9648          .0645      14.96
     2    CONSTANT     -479.7          172.9      -2.77
          MEAN         -479.7          172.9

RESIDUALS.      SS =   14427715584  (BACKFORECASTS EXCLUDED)
                DF =    58  MS =    248753712
NO. OF OBS.      60

FORECASTS FROM PERIOD  55

                                      95 PERCENT LIMITS
PERIOD        FORECAST          LOWER          UPPER          ACTUAL
  56           -1380.2       -32299.4        29539.0        -24664.1
  57            -479.7       -43442.6        42483.3          5841.5
  58            -479.7       -43442.6        42483.3          5409.9
  59            -479.7       -43442.6        42483.3         -7039.9
  60            -479.7       -43442.6        42483.3         -6352.8
  61            -479.7       -43442.6        42483.3
  62            -479.7       -43442.6        42483.3
  63            -479.7       -43442.6        42483.3
  64            -479.7       -43442.6        42483.3
  65            -479.7       -43442.6        42483.3
```

```
MTB > acf c2

   ACF OF C2

             -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
   1    .246                             XXXXXXX
   2   -.095                           XXX
   3   -.148                         XXXXX
   4    .037                             XX
   5   -.137                          XXXX
   6   -.049                            XX
   7   -.026                            XX
   8   -.033                            XX
   9    .010                             X
  10    .124                             XXXX
  11    .120                             XXXX
  12    .039                             XX
  13   -.122                          XXXX
  14   -.127                          XXXX
  15   -.143                         XXXXX
  16   -.058                            XX
  17   -.083                           XXX

MTB > plot c2 c3

1
               C2
        100000.00+
                 -
                 -                                *
                 -
                 -
         50000.00+
                 -
                 -                             *
                 -                         2  *  *
                 -     *                     *  32*             *
              .00+                       *  3 *37753*    *
                 -                           *   **   *  *
                 -                           *   ** *  *  *
                 -                                *
                 -                                      *
        -50000.00+
                   +---------+---------+---------+---------+---------+C3
              -90000.00 -60000.00 -30000.00       .00  30000.00  60000.00
```

103

```
MTB > nscore c2 c4

MTB > plot c4 c2

               C4
            3.50+
                -
                -                                                *
                -
                -                           *  *
            1.50+                          2*
                -                        *3*
                -                       6*
                -                     *9
                -                     9
            -.50+                    8*
                -                  23*
                -              2 2
                -             **
                -            *
           -2.50+       *
                  +---------+---------+---------+---------+---------+C
           -60000.00 -30000.00       .00  30000.00  60000.00  90000.00

MTB > arima 0 0 2 c1 c2 c3;
MTB > fore 55 10.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE        PARAMETERS
    0      18773889024      0.100     0.100 -753.358
    1      16857595904      0.250     0.191 -1.1E+03
    2      15215570944      0.400     0.264 -726.247
    3      13957118976      0.550     0.316 -536.898
    4      13376075776      0.625     0.332 -445.044
    5      13317399552      0.633     0.336 -448.036
    6      13280348160      0.644     0.326 -482.945
    7      13246253056      0.669     0.303 -483.172
    8      13245766656      0.668     0.304 -492.319
    9      13245679616      0.668     0.305 -492.402
1
   10      13245677568      0.668     0.305 -492.414
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN   .0010

FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER     TYPE     ESTIMATE      ST. DEV.   T-RATIO
     1      MA  1       .6680        .1326       5.04
     2      MA  2       .3052        .1364       2.24
     3    CONSTANT     -492.4        187.9      -2.62
          MEAN         -492.4        187.9

RESIDUALS.     SS =   13239816192  (BACKFORECASTS EXCLUDED)
               DF =    57   MS =    232277472
NO. OF OBS.     60
```

FORECASTS FROM PERIOD 55

		95 PERCENT LIMITS		
PERIOD	FORECAST	LOWER	UPPER	ACTUAL
56	-2951.9	-32829.6	26925.8	-24664.1
57	-774.8	-36704.6	35155.1	5841.5
58	-492.4	-37561.3	36576.5	5409.9
59	-492.4	-37561.3	36576.5	-7039.9
60	-492.4	-37561.3	36576.5	-6352.8
61	-492.4	-37561.3	36576.5	
62	-492.4	-37561.3	36576.5	
63	-492.4	-37561.3	36576.5	
64	-492.4	-37561.3	36576.5	
65	-492.4	-37561.3	36576.5	

MTB > acf c2

```
   ACF OF C2

          -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
            +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
  1   -.023                         XX
  2   -.029                         XX
  3   -.171                      XXXXX
  4    .139                          XXXX
  5   -.166                      XXXXX
  6    .004                          X
  7   -.022                         XX
  8   -.021                         XX
  9   -.017                          X
 10    .104                          XXXX
 11    .075                          XXX
 12    .050                          XX
 13   -.120                       XXXX
 14   -.055                         XX
 15   -.125                       XXXX
 16   -.009                          X
 17   -.056                         XX
```

Deret α_t

ITB > print c1

C1

0	2285	11293	-1866	4696	6597	6958	6656
-8631	8942	1033	112685	-31661	-43943	-31157	-6968
4124	-18271	17680	4154	-3055	15997	1473	13467
-10968	-13793	-4480	1823	13624	-15305	17426	1730
8242	49712	-16144	-20317	-11087	-6365	4299	4620
-2880	2476	17452	-670	7068	12519	-6045	6278
-9877	1526	3470	10393	-7940	22673	20390	2281
-5626	25050	-5930	-404				

Deret β_t

TB > print c2

C2

0.0	227.0	11128.1	-2701.9	8902.2	4391.3	-1956.3	7416.
-3618.0	6925.5	79344.5	82228.0	-55413.8	-73094.6	-17988.7	-12556.
4090.1	-17731.9	14083.9	4043.2	-1066.2	13636.3	-3280.9	-6291.
-7346.3	-366.9	2769.9	8460.9	13467.7	-16534.4	24852.4	5849.
-1989.4	1645.2	-2866.1	288.7	-3729.5	-6583.1	23858.2	-2672.
-4362.8	7634.1	18044.8	-6027.4	1255.0	5705.3	-6198.5	5358.
-4902.6	4305.2	9331.8	5504.3	-15444.7	15908.4	15133.7	-11997.
0134.3	19306.2	-3187.2	-2671.9				

Korelasi Silang α_t dengan β_t

```
MTB > ccf c1 c2
1

    CCF - CORRELATES          C1(T) AND        C2(T+K)

              -1.0  -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
                +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
 -17     .032                            XX
 -16    -.044                           XX
 -15    -.062                          XXX
 -14    -.064                          XXX
 -13     .014                            X
 -12     .208                            XXXXXX
 -11     .050                            XX
 -10    -.045                           XX
  -9    -.006                            X
  -8    -.045                           XX
  -7     .019                            X
  -6    -.104                         XXXX
  -5    -.051                           XX
  -4    -.098                          XXX
  -3    -.174                        XXXXX
  -2    -.105                         XXXX
  -1     .388                            XXXXXXXXXXX
   0     .734                            XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
   1    -.161                        XXXXX
   2    -.312                    XXXXXXXXX
   3    -.075                          XXX
   4    -.045                           XX
   5     .076                            XXX
   6    -.130                         XXXX
   7     .010                            X
   8     .005                            X
   9     .075                            XXX
  10     .052                            XX
  11    -.040                           XX
  12     .052                            XX
  13    -.119                         XXXX
  14    -.036                           XX
  15    -.002                            X
  16    -.002                            X
  17     .049                            XX
MTB > outf
```

Deret a_t

0.0	0.0	3797.0	-2606.1	4786.8	785.1	-7519.4	2641.
-1846.9	-1736.1	80522.3	-8138.2	-15415.1	-35471.1	23291.7	-11130.
5216.2	621.0	3097.3	6259.7	-2044.6	6056.1	-2806.4	-18356.
1111.1	-70.2	4549.7	11606.0	7114.4	152.0	19914.6	11755.
-3868.4	-22199.4	6070.5	-6912.8	6178.3	4805.0	26235.6	-278.
10992.9	18185.7	13494.1	4460.7	6922.8	6417.4	1460.3	5110.
8733.0	7180.6	16799.9	4956.4	208.0	8618.3	3628.3	-19045.
-5662.2	-3806.1	-10894.4	-14517.6				

Korelasi Silang antara at dan αt

```
CCF - CORRELATES        C1(T)  AND      C2(T+K)

              -1.0  -.8   -.6   -.4   -.2    .0    .2    .4    .6    .8   1.0
                +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
-17    -.018                                 X
-16    -.004                                 X
-15    -.020                                 X
-14    -.126                              XXXX
-13    -.097                               XXX
-12    -.117                              XXXX
-11    -.004                                 X
-10     .082                                 XXX
 -9     .066                                 XXX
 -8     .157                                 XXXXX
 -7    -.004                                 X
 -6    -.056                                XX
 -5     .016                                 X
 -4    -.128                              XXXX
 -3     .154                                 XXXXX
 -2    -.107                              XXXX
 -1    -.104                              XXXX
  0     .008                                 X
  1     .150                                 XXXXX
  2    -.002                                 X
  3    -.030                                XX
  4    -.027                                XX
  5    -.109                              XXXX
  6     .018                                 X
  7    -.032                                XX
  8    -.019                                 X
  9     .029                                 XX
 10    -.158                             XXXXX
 11     .095                                 XXX
 12     .097                                 XXX
 13     .134                                 XXXX
 14     .023                                 XX
 15    -.076                               XXX
 16     .043                                 XX
 17     .004                                 X
```

Korelasi silang antara αt dan xt

```
CCF - CORRELATES        C1(T) AND       C3(T+K)

          -1.0 -.8  -.6  -.4  -.2   .0   .2   .4   .6   .8  1.0
            +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
-17    .039                          XX
-16   -.006                          X
-15   -.026                         XX
-14   -.078                        XXX
-13   -.014                          X
-12   -.056                         XX
-11    .041                          XX
-10    .061                          XXX
 -9   -.005                          X
 -8    .105                          XXXX
 -7   -.076                        XXX
 -6   -.028                         XX
 -5    .060                          XX
 -4   -.134                       XXXX
 -3    .195                          XXXXXX
 -2   -.102                       XXXX
 -1    .156                          XXXXX
  0    .052                          XX
  1    .061                          XX
  2   -.087                        XXX
  3   -.028                         XX
  4    .114                          XXXX
  5   -.064                        XXX
  6    .080                          XXX
  7   -.028                         XX
  8   -.023                         XX
  9    .049                          XX
 10   -.154                      XXXXX
 11    .068                          XXX
 12    .012                          X
 13    .037                          XX
 14   -.012                          X
 15   -.066                        XXX
 16    .085                          XXX
 17   -.033                         XX
```

Hasil estimate dan ramalan untuk jumlah surat yang dikirim oleh Perum Pos dan Giro Jawa Timur.

```
1
MTB > arima 2 1 0 c1 c2 c3;
MTB > fore 67 16.

ESTIMATES AT EACH ITERATION
ITERATION        SSE        PARAMETERS
    0        44898234368     0.100     0.100
    1        38450458624    -0.050     0.017
    2        33320955904    -0.200    -0.066
    3        29510023168    -0.350    -0.150
    4        27017857024    -0.500    -0.234
    5        25844688896    -0.650    -0.318
    6        25745057792    -0.705    -0.349
    7        25744758784    -0.708    -0.351
    8        25744756736    -0.708    -0.351
RELATIVE CHANGE IN EACH ESTIMATE LESS THAN   .0010


FINAL ESTIMATES OF PARAMETERS
NUMBER     TYPE     ESTIMATE     ST. DEV.   T-RATIO
     1     AR  1     -.7083        .1171      -6.05
     2     AR  2     -.3513        .1174      -2.99

DIFFERENCING. 1 REGULAR
RESIDUALS.     SS =  25728778240  (BACKFORECASTS EXCLUDED)
               DF =    64   MS =   402012160
NO. OF OBS.    ORIGINAL SERIES    67    AFTER DIFFERENCING   66

FORECASTS FROM PERIOD  67

                                 95 PERCENT LIMITS
PERIOD        FORECAST        LOWER        UPPER        ACTUAL
  68           198398         159091       237704
  69           200594         159650       241539
  70           198459         153979       242939
  71           199200         149140       249260
  72           199425         146579       252272
  73           199005         142764       255247
  74           199224         139623       258824
  75           199217         136789       261644
  76           199145         133825       264464
  77           199198         131124       267272
  78           199186         128516       269855
  79           199176         125962       272389
  80           199187         123526       274848
  81           199183         121157       277209
  82           199182         118853       279511
  83           199184         116620       281748

MTB > outf
```