

Skripsi ini telah disetujui dan diterima dengan baik oleh Dosen Pembimbing Skripsi dan siap untuk diuji.

Dosen Pembimbing I:

(Prof. Drs. Suryo Guritno, Ph.D M.Stat)

Dosen Pembimbing II:

(Arya Wirabhuana, ST)

HALAMAN PENGESAHAN

Pengesahan Skripsi

Dengan Judul:

**Perencanaan Jumlah Produksi Sebagai Upaya
Meminimalisasikan Biaya Produksi**

Oleh:

YULIA RAZILA NINGSIH

00 611 011

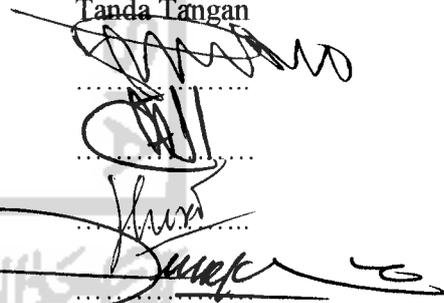
Telah dipertahankan dihadapan panitia penguji Skripsi Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 28 Oktober 2004

Penguji

1. Prof. Drs. Suryo Guritno, Ph. D, M.Stats
2. Rohmatul Fajriyah, M.Si
3. Dra. Dhoriva Urwatul Wutsqa, MS
4. Arya Wirabhuana, ST

Tanda Tangan

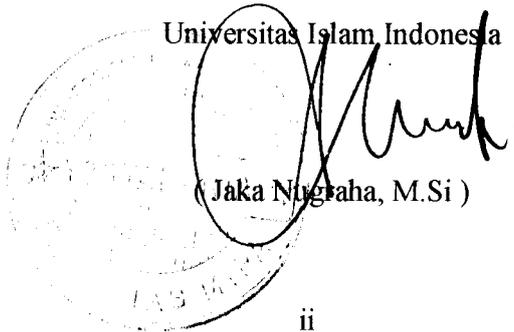


Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

(Jaka Nugraha, M.Si)





PT. PABRIK CAMBRICS

PRIMISSIMA

Jl. Raya Magelang Km. 15, Medari, Sleman, Yogyakarta 55515, Indonesia Tel. (0274) 868 408, Fax. (0274) 868 417, E-mail : Primiss@yogya.wasantara.net.id.
Sertifikat SNI : 19-9002/ISO-9002 dari TIQA-BBT

SURAT KETERANGAN

No :1768/600/Ket/2004

PT. Pabrik Cambrics PRIMISSIMA Medari Sleman Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa :

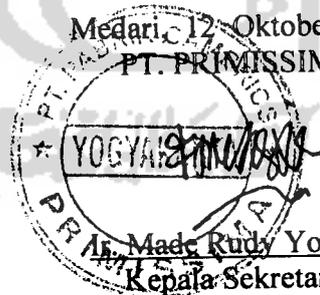
Nama : Yulia Razila Ningsih
No. Mahasiswa : 00 611 011
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
Fakultas/Jurusan : MIPA / Statistika
Judul : Perencanaan Jumlah Produksi Sebagai Upaya
Meminimalisasikan Biaya Produksi

telah selesai melaksanakan Riset di PT. Pabrik Cambrics PRIMISSIMA, Medari, Sleman, Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medari, 12 Oktober 2004

PT. PRIMISSIMA



Made Rudy Yolianto
Kepala Sekretariat

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

- ◆ Takut gagal seringkali menjadi penyebab kegagalan, maka berjuanglah untuk hidup dengan tekad berani gagal karena hidup itu perjuangan dan tentu saja perjuangan itu harus hidup (*Dare to Fail*)
- ◆ Masalahmu disebabkan Oleh pertentangan antara ide dan egomu. “*NO body is perfect, but you can be the Best*”. Take care...



Kupersembahkan kepada:

- ◆ Papa dan Mama
- ◆ Keluarga besar Zein
- ◆ Almamater

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAKSI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Metode Box-Jenkins.....	5
2.1.1 Alat-alat dalam analisis runtun waktu.....	6
2.1.2 Stasioneritas dan Non-stasioneritas.....	8

2.1.3	Identifikasi Model	10
2.1.4	Verifikasi Model ARIMA	12
2.1.5	Pemeriksaan Diagnostik	14
2.1.6	Forecasting	15
2.1.7	Mengenali Adanya Faktor Musiman dalam Suatu Deret berkala	16
2.2	Biaya Produksi	17
2.2.1	Analisis Perilaku Biaya	17
2.2.2	Pemisahan Biaya semivariabel	18
2.3	Program Dinamis	20
2.3.1	Program Dinamis Deterministik	21
2.3.2	Program Dinamis Probabilistik	22
2.3.3	Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur pada Program Dinamis	23
2.3.4	Program Dinamis pada Perencanaan Produksi	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Tempat dan waktu penelitian	27
3.2	Tahapan penelitian	27
3.2.1	Studi Pendahuluan	27
3.2.2	Studi Kepustakaan	27
3.2.3	Identifikasi Data	28

3.3	Metode Pengumpulan data.....	28
3.4	Pengolahan dan Analisis data.....	29
3.4.1	Peramalan Permintaan.....	29
3.4.2	Perumusan Program Dinamis.....	29
3.4.3	Kerangka Pemecahan.....	30
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Kebutuhan permintaan Pasar.....	31
4.1.1	Peramalan Permintaan Kain Grey Ps 217.....	31
4.1.2	Peramalan Permintaan Kain Grey Ps 219.....	36
4.2	Perhitungan biaya produksi.....	42
4.2.1	Biaya Bahan Baku Dasar.....	42
4.2.2	Biaya Bahan Baku Penolong.....	43
4.2.3	Biaya Tenaga Kerja Langsung.....	43
4.2.4	Biaya Overhead Pabrik.....	45
4.2.5	Biaya Simpan Produk.....	46
4.2.6	Total Biaya Produksi.....	47
4.3	Penentuan jumlah produksi dengan Program Dinamis.....	47
4.3.1	Penentuan jumlah Produksi Kain Grey Ps 217.....	48
4.3.2	Penentuan jumlah Produksi Kain Grey Ps 219.....	50
4.5	Analisis penentuan jumlah produksi optimal.....	52

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	53
5.1.1	Hasil Ramalan Permintaan	53
5.1.2	Penentuan Jumlah Produksi	55
5.2	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN – LAMPIRAN	58



DAFTAR TABEL

No.Tabel	Judul	Hal
4.1	Ramalan permintaan kain Grey Ps 217	36
4.2	Ramalan permintaan kain Grey Ps 217	41
4.3	Berat benang / yard	42
4.4	Pemakaian benang	42
4.5	Komposisi pemakaian bahan baku	43
4.6	Biaya bahan baku masing-masing jenis produk	43
4.7	Data volume produksi dan BTKL kain Grey Ps 217	43
4.8	Data volume produksi dan BTKL kain Grey Ps 217	44
4.9	Biaya Overhead kain Grey Ps 217	45
4.10	Biaya Overhead kain Grey Ps 219	45
4.11	Biaya produksi variabel untuk jenis produk Grey	47
4.12	Solusi optimum kain Grey Ps 217	49
4.13	Solusi optimum kain Grey Ps 219	51



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Hal
3.1	Kerangka pemecahan masalah	30
4.1	Plot data volume penjualan PS 217	31
4.2	Plot ACF dan PACF	32
4.3	Plot ACF dan PACF residual	35
4.4	Plot residual probabilitas normal	35
4.5	Plot data volume penjualan PS 219	36
4.6	Plot ACF dan PACF	37
4.7	Plot ACF dan PACF residual	40
4.8	Plot residual probabilitas normal	41

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua umumnya dan kepada penyusun khususnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini . Sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Muhammad Saw beserta keluarganya.

Dalam kesempatan ini Penyusun mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam penyusunan laporan kerja praktek ini baik secara langsung maupun tidak langsung antara lain:

1. Bapak Ir. H. Ibnu Saleh MM sebagai Pimpinan PT. Primissima
2. Bapak Ishaq Nur Khozain S.Ip yang telah mendampingi penyusun selama pelaksanaan Tugas akhir di PT. Cambrics Primissima
3. Bapak Jaka Nugraha M.Si sebagai Dekan Fakultas MIPA UII
4. Bapak Prof. Drs. Suryo Guritno, Ph.D M.Stats sebagai Dosen Pembimbing pertama
5. Bapak Arya Wirabhuana, ST sebagai Dosen Pembimbing Kedua
6. Ibu Rohmatul Fajriyah,M.Si sebagai Kajor Statistika UII
7. Semua Dosen Jurusan Statistika Fakultas MIPA UII

8. Ayahanda, Ibunda, Kakanda dan Adinda yang selama ini selalu memberikan dorongan Moral dan Materil selama ini.
9. Untuk S0hib-s0hib ku N!-en, Achrul, Ech!, R!r!n, Mb.L!la, all crew k0s Anu9rah. Makasih atas support dan toleransi yang telah kalian berikan.
10. Teman-teman “Statistik 00” dan semua teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, **“aku tidak akan bisa menjadi seperti ini tanpa kalian semua”**. Terimakasih ...
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kepada segenap pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun mohon maaf apabila ada kekurangan maupun kesalahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penyusun menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Penyusun berharap agar hasil dari Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien.

Wassalamua'laikum Wr.Wb

Jogjakarta, Oktober 2004

Penyusun

ABSTRAKSI

Telah dilakukan suatu penelitian tentang data pada jumlah penjualan kain Grey Ps.217 dan kain Grey Ps.219 selama periode Januari 1998 sampai dengan Desember 2003. Dari data-data tersebut dibuat peramalan terhadap jumlah penjualan kain Grey Ps.217 dan kain Grey Ps.219 untuk periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2004. Dari hasil ramalan tersebut ditentukan jumlah kain Grey Ps.217 dan kain Grey Ps.219 yang akan diproduksi tiap bulannya sehingga dapat meminimalisasikan biaya produksi. Peramalan terhadap jumlah penjualan kain Grey Ps.217 dan kain Grey Ps.219 di PT. PC Primissima, digunakan langkah atau cara dengan metode ARIMA, dan untuk menentukan jumlah kain Grey Ps.217 dan kain Grey Ps.219 yang akan diproduksi digunakan pendekatan program dinamis. Dari hasil perhitungan peramalan jumlah permintaan dengan menggunakan model ARIMA dan penentuan jumlah produksi menggunakan program dinamis didapatkan penghematan biaya produksi untuk kain Grey Ps 217 dan kain Grey Ps 219 sebesar Rp 19.058.606,94 selama 1(satu) tahun.

Kata kunci : ARIMA, jumlah penjualan kain Grey Ps.217, jumlah penjualan kain Grey Ps.219, biaya produksi, program dinamis, jumlah produksi kain Grey Ps.217, jumlah produksi kain Grey Ps.219.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada prinsipnya perusahaan didirikan untuk menyediakan barang atau jasa yang dibutuhkan oleh masyarakat. Dalam menghasilkan barang atau jasa, perusahaan akan berusaha agar dapat memperoleh laba sebesar mungkin dengan cara meminimalkan biaya produksi. Untuk dapat menghasilkan barang dengan menggunakan biaya produksi sekecil mungkin tetapi tetap dapat memenuhi permintaan konsumen, maka diperlukan perencanaan jumlah produk yang akan diproduksi.

Perencanaan produk tertentu biasanya berkaitan langsung dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Untuk memenuhi permintaan yang berfluktuasi, maka perusahaan perlu mengadakan perencanaan jumlah produk tiap periode sesuai dengan kapasitas yang dimiliki perusahaan tersebut. Didalam hal ini ada dua unsur utama dalam penyusunan perencanaan produksi, yaitu peramalan jumlah permintaan dan penentuan jumlah produk yang akan diproduksi.

Penulis memilih PT. Primissima sebagai objek penelitian karena selama ini sistem penjualan yang diterapkan berdasarkan pesanan konsumen dalam dan luar negeri dan pihak perusahaan belum menggunakan metode program dinamis dalam penentuan jumlah produk yang akan diproduksi sehingga terjadi kelebihan jumlah produk yang diproduksi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti adalah:

1. Bagaimanakah model ARIMA yang tepat untuk meramalkan jumlah produksi kain Grey untuk jenis Ps 217 dan Ps 219 di PT. Primissima?.
2. Berapakah jumlah produk yang harus diproduksi setiap periode dengan biaya minimal sehingga dapat memenuhi permintaan?.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan tidak melebarnya masalah yang ada, maka peneliti memberikan batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di perusahaan PT. PRIMISIMA Pabrik II departemen weaving. Jenis produk yang akan dihitung dalam penentuan jumlah produk optimal adalah kain Grey Ps 217 dan Ps 219.
2. Biaya produksi yang diminimalkan adalah biaya produksi variabel dan biaya simpan.
3. Teknik peramalan menggunakan metode Box-Jenkins (ARIMA), data diolah dengan bantuan Software MINITAB 13.0.
4. Perhitungan penentuan jumlah produksi menggunakan pendekatan metode program dinamis rekrusif maju.

Asumsi-asumsi:

1. Diasumsikan proses produksi dari tiap produksi diabaikan dan hanya digunakan kapasitas produksi tiap periode.
2. Hal-hal yang merupakan kebijakan dari pemerintah dan perusahaan tidak mempengaruhi proses produksi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan penelitian, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan model ARIMA yang tepat, yang akan digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan kain Grey untuk jenis Ps 217 dan Ps 219 di PT. Primissima.
2. Menentukan jumlah produk yang harus diproduksi guna memenuhi permintaan tiap periode agar dapat meminimalisasikan biaya produksi.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis diharapkan dapat mengetahui sejauh mana teori-teori yang ada dapat diterapkan di lapangan atau dunia sesungguhnya bagi peneliti.
2. Secara praktis penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi PT. Primissima dalam penyusunan suatu perencanaan produksi sehingga dapat meminimalisasikan biaya produksi.



1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini dibagi menjadi 5 (lima) bab, yaitu:

1. Bab I Pendahuluan.
2. Bab II Landasan Teori.
3. Bab III Metodologi Penelitian.
4. Bab IV Analisa dan Pembahasan.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Metode Box-Jenkins (ARIMA)

Model-model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) telah dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976) dan nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA yang diterapkan untuk analisis deret berkala, peramalan dan pengendalian.

Metode ARIMA merupakan metode peramalan yang mengkombinasikan prinsip metode peramalan dekomposisi, pemulusan dan juga metode klausal (atau sering disebut juga regresi).

Metode pemulusan meramalkan berdasarkan ramalannya pada prinsip perataan (pemulusan) kesalahan-kesalahan masa lalu dengan menambahkan persentase kesalahan pada persentase ramalan sebelumnya. Metode dekomposisi didasarkan pada prinsip pemecahan data deret berkala kedalam masing-masing komponennya yaitu musiman, *trend*, siklus dan unsur random, dan kemudian dilakukan peramalan terhadap nilai masing-masing dan komposisi tersebut secara terpisah dan akhirnya menggabungkan kembali ramalan tersebut. Sedangkan regresi meramalkan variasi dari sejumlah faktor lain yang disebut faktor bebas (Makridakis, dkk. 1995,330).

2.1.1 Alat-alat dalam Analisis Runtun Waktu

a. Time Series Plot (TS Plot)

Time series plot adalah suatu grafik yang memplotkan data hasil pengukuran pada sumbu y dan data waktu pada sumbu X. secara umum, pada titik data diberi tanda / simbol dan dihubungkan oleh suatu garis.

b. Fungsi auto korelasi (ACF)

Proses stasioner dari suatu data runtun waktu $\{X_t\}$, mempunyai mean $E(X_t) = \mu$ dan variansi $(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$ yang konstant dan kovariansi (X_t, X_{t-k}) adalah fungsi-fungsi selang waktu $|t-k|$ saja. Oleh karena itu, dalam kasus ini dituliskan kovariansi antara X_t dan X_{t+k} sebagai

$$\gamma_k = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) \text{ dan korelasi antara } X_t \text{ dan } X_{t+k} \text{ adalah}$$

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(X_t)}\sqrt{\text{var}(X_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan catatan bahwa $\text{var}(X_t) = \text{var}(X_{t+k}) = \gamma_0$. Sebagai fungsi dari k , γ_k disebut sebagai fungsi autokovariansi dan ρ_k disebut fungsi autokorelasi (ACF). Dalam praktek dapat menggunakan fungsi autokorelasi sampel dan fungsi autokovariansi sampel, dimana

$$\hat{\gamma}_k = \frac{1}{T} \sum (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X}) \text{ dan}$$

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{T-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum (X_t - \bar{X})^2}, k = 0, 1, 2, \dots \text{ dengan } \bar{X} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_t$$

adapun sifat-sifat autokovarian γ_k dan fungsi autokorelasi ρ_k adalah sebagai berikut:

1. $\gamma_0 = \text{var}(X_t)$ dan $\gamma_0 = 1$
2. $|\gamma_k| \leq \gamma_0$ dan $|\gamma_k| \leq 1$
3. $\gamma_k = \gamma_{-k}$ dan $\rho_k = \rho_{-k}$ untuk semua k, yaitu γ_k dan ρ_k simetris terhadap $k=0$, sifat ini berasal dari fakta bahwa perbedaan waktu antara X_t dan X_{t+k} serta X_t dan X_{t-k} adalah sama.

c. Fungsi auto korelasi parsial (PACF)

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan X_t dan X_{t+k} dengan mengangap ketergantungan linier pada variabel-variabel diantara keduanya, yaitu $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k-1}$ dihilangkan. Autokorelasi parsial dapat diturunkan dengan menggunakan model regresinya, dimana variabel dependen X_{t+k} dari proses stasioner dengan mean sama dengan nol. Diregresikan pada lag k variable $X_{t+k-1}, X_{t+k-2}, \dots$ dan X_t .

$$X_{t+k} = \phi_{k1} X_{t+k-1} + \phi_{k2} X_{t+k-2} + \dots + \phi_{kk} X_t + e_{t+k} \quad (2.2)$$

Dimana ϕ_{ki} dinotasikan sebagai parameter regresi ke-i dan e_{t+k} . Suatu error normal yang tidak berkorelasi dengan X_{t+k-1} untuk $j \geq 1$. Dengan mengalikan X_{t+k-1} pada ke-2 sisi persamaan (2.2) dan mengambil ekspektasinya diperoleh:

$$\gamma_j = \phi_{k1} \gamma_{j-1} + \phi_{k2} \gamma_{j-2} + \dots + \phi_{kk} \gamma_{j-k} \quad (2.3)$$

bila persamaan (2.3) diatas dibagi dengan γ_0 maka didapat

$$\rho_j = \phi_{k1} \rho_{j-1} + \phi_{k2} \rho_{j-2} + \dots + \phi_{kk} \rho_{j-k} \quad ; \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k$$

dengan aturan Cramer untuk $k = 1, 2, \dots$ didapatkan :

$$\phi_1 = \rho_1$$

$$\phi_2 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

$$\phi_k = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} \dots (2.4)$$

jadi autokorelasi parsial antara X_t dan X_{t+k} dapat diperoleh sebagai koefisien regresi yang berhubungan dengan X_t dan X_{t+k} pada lag variabel dari dirinya yaitu X_{t+k-1} , X_{t+k-2} , \dots dan X_t .

2.1.2 Stasioneritas dan non-stasioneritas

Suatu proses dikatakan stasioner jika memenuhi syarat sebagai berikut:

1. $E(X_t) = \mu$ konstan untuk semua t
2. $\text{Var}(X_t) = \sigma^2$ konstan untuk semua t
3. $\text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = \gamma_k$ konstant untuk semua t dan $k \neq 0$

Bentuk visual dari suatu plot data runtun waktu seringkali cukup untuk meyakinkan para peramal bahwa diantara data tersebut adalah stasioner atau tidak stasioner, demikian pula plot autokorelasi dapat dengan mudah memperlihatkan

ketidakstasioneran. Nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun sampai dengan nol sesudah *time lag* kedua atau ketiga, sedangkan untuk data yang tidak stasioner, nilai-nilai tersebut signifikan berbeda dengan nol untuk beberapa periode waktu. Apabila disajikan secara grafik, autokorelasi data yang tidak stasioner memperlihatkan suatu trend searah diagonal dari kanan ke kiri bersama meningkatkan jumlah *time lag* (selisih waktu).

Ketidakstasioneran dalam variansi dapat dihilangkan dengan melakukan transformasi untuk menstabilkan variansi. Apabila data deret waktu tersebut tidak stasioner, maka perlu dilakukan pengolahan data untuk merubah data yang non-stasioner menjadi data yang stasioner yaitu dengan melakukan pembedaan atau transformasi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$BX_t = X_{t-1} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : B = pembeda
 X_t = nilai X pada orde ke-t
 X_{t-1} = nilai X pada orde ke-t-1

Artinya notasi B yang dipasang pada X_t mempunyai pengaruh menggeser data 1 periode kebelakang. Tujuan dilakukan pembedaan adalah untuk mencapai stasioneritas, dan secara umum pembedaan orde ke- d , akan kita tulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Pembedaan orde ke-}d &= (1 - B)^d X_t \\ \text{ARIMA } (0,d,0) \\ (1 - B)^d X_t &= e_t \dots\dots\dots (2.6) \end{aligned}$$

perlu diingat bahwa ARIMA (0,d,0) mempunyai arti dimana data asli tidak mengandung aspek *moving average* (MA) dan mengalami pembedaan orde ke-*d*. (Makridakis dkk, 1995, 381-382)

2.1.3 Identifikasi Model

a. Model AR (*p*)

Suatu runtun waktu dikatakan mengikuti proses Autoregresif (AR), jika lag-lag pada plot ACF menurun secara eksponensial dan banyaknya lag yang signifikans berbeda dengan nol pada plot PACF digunakan sebagai indikasi besarnya parameter *p*. Secara umum untuk proses AR orde ke-*p* adalah sebagai berikut (Makridakis dkk, 1995, 385) :

$$\text{ARIMA } (p,0,0)$$

$$X_t = \mu' + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2.7)$$

Dimana : μ' = nilai konstanta

$\phi_1 \dots \phi_p$ = parameter autoregresif ke-*p*

e_t = nilai parameter kesalahan pada saat *t*

X_{t-p} = nilai data pada saat t-p

Selain persamaan diatas ada 1 persamaan yang harus diingat untuk suatu model AR pada orde-*p* , persamaan Yule-Walker yaitu sebagai berikut (Makridakis dkk, 1995, 407) :

Untuk model AR (1) $\phi_1 = r_1$

Untuk model AR (2) $\phi_2 = \frac{r_1 - r_1^2}{1 - r_1^2}$

Dimana : r_1, r_2 = nilai koefisien Autokorelasi parsial

ϕ_1, ϕ_2 = nilai parameter untuk mode AR

b. Model MA (q)

Suatu runtun waktu dikatakan mengikuti proses *Moving average* (MA), jika lag-lag pada plot PACF menurun secara eksponensial dan banyaknya lag yang signifikan berbeda dengan nol pada plot ACF digunakan sebagai indikasi besarnya parameter q . Proses MA umum berorde- q dapat ditulis sebagai berikut (Makridakis dkk, 1995, 388) :

ARIMA (0,0,q) atau MA(q)

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : μ' = nilai konstanta

$\theta_1, \dots, \theta_q$ = parameter-parameter MA

e_t = nilai parameter kesalahan pada saat t

e_{t-k} = nilai kesalahan pada saat $t-k$

Selain persamaan diatas, ada 1 persamaan lain yang harus diingat untuk suatu model MA pada orde- q , persamaan Yule-Walker yaitu sebagai berikut (Makridakis dkk, 1995, 408) :

Untuk model MA (1) $r_1 = \frac{-\theta_1}{1+\theta_1^2}$

Untuk model MA (2) $r_1 = \frac{-\theta_1 + \theta_1\theta_2}{1+\theta_1^2 + \theta_2^2}$

$$r_2 = \frac{-\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2}$$

dimana : r_1, r_2 = nilai koefisien autokorelasi

θ_1, θ_2 = nilai parameter untuk model MA

c. Model ARIMA (p, θ, q)

Suatu runtun waktu dikatakan mengikuti proses *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA), jika lag-lag pada plot ACF dan PACF menurun secara eksponensial. Persamaan untuk kasus yang paling sederhana ARIMA ($p, 0, q$) diperoleh sebagai berikut:

ARIMA ($p, 0, q$)

$$\phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_k X_{t-p} = \mu^I + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_k e_{t-q} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana : μ^I = nilai konstanta

ϕ_1, \dots, ϕ_k = parameter autoregresif ke- p

$\theta_1, \dots, \theta_k$ = parameter-parameter MA

e_t = nilai parameter kesalahan pada saat t

e_{t-q} = nilai kesalahan pada saat $t-k$

X_{t-p} = nilai data pada saat $t-p$

2.1.4 Verifikasi model ARIMA

Pada langkah verifikasi akan diperoleh bagaimana model yang kurang sesuai itu dimodifikasi menjadi model baru. Apabila diperlukan model lain yang lebih luas, maka dapat dilakukan *overfitting*. Setelah *overfitting* dilakukan akan

diperoleh beberapa model sehingga perlu diingat tentang prinsip *parsimony* yaitu dari model sederhana diharapkan mempunyai informasi sebanyak mungkin atau kesimpulan yang signifikan (Zanzawi, S. 1987-6.20). Di dalam *overfitting* model ARIMA ada 2 (dua) hal yang perlu diuji untuk menetapkan model yang sesuai yaitu uji Overall dan uji parsial

o Uji Overall

Uji yang digunakan untuk menguji apakah data antar pengamatan independen antara satu sama lain, residual antara nilai peramalan dan nilai sebenarnya kecil dan dipandang sebagai observasi random dengan mean sama dengan nol ($\mu=0$) dan variansi sama dengan 1 ($\sigma^2=1$). Statistik uji yang digunakan adalah Uji Chi-kuadrat (χ^2), yang dikenal dengan Statistik Box-Pierce Q.

• Uji hipotesa

$H_0 : \varepsilon_k = 0$, (residual bersifat random)

$H_1 : \varepsilon_k \neq 0$, (residual tidak bersifat random)

• Tingkat signifikansi (α) , $\chi^2_{(\alpha-m-p-q)}$

• Daerah penolakan

Tolak H_0 jika p-value pada modified Box-pierce < 0.05

• Kesimpulan

o Uji Parsial

Dasar pemikiran pengambilan estimasi parameter adalah jika absolut atau tidak sama dengan nol dan besar, maka hipotesis nol nilai-nilai parameter

sama dengan nol ditolak, dan hipotesis satu bagi nilai-nilai parameter yang tidak sama dengan nol tidak ditolak. Hal ini berarti parameter dapat dimasukkan dalam model.

- Uji hipotesa

H_0 : nilai parameter $\phi_i, \theta_i = 0$, dimana $i = 1, 2$

H_1 : nilai parameter $\phi_i, \theta_i \neq 0$

- Tingkat signifikansi (α), $T_{\text{tabel}} \left(\frac{\alpha}{2}, n - p - d - q \right)$
- Daerah penolakan :
 H_0 ditolak jika p-value pada estimates of parameter $< 0,05$
- Kesimpulan

2.1.5 Pemeriksaan diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan melalui analisis terhadap residual dari deret $\{\hat{a}_t\}$, karena deret residual merupakan produk dari estimasi parameter untuk memeriksa apakah error berdistribusi normal, juga dapat dihitung ACF dan PACF sampel dari residual sehingga dapat dilihat apakah residual menunjukkan pola tertentu.

a. **Overfitting**

Overfitting yaitu menggunakan beberapa parameter lebih banyak daripada yang diperlukan atau memilih AR orde ke-2 bilamana AR orde pertama telah ditetapkan (Makridakis dkk, 1999, 414). Proses *overfitting* diharapkan dapat

menurunkan nilai variansi sesatan. Apabila dalam proses *overfitting* tak menurunkan variansi sesatan maka digunakan model awal.

2.1.6 Forecasting

Langkah terakhir dalam proses runtun waktu adalah peramalan runtun waktu dimasa mendatang berdasarkan tingkat geraknya dimasa lalu (data sebelumnya). Sebagai contoh, digambarkan sebagai berikut :

$$\text{Model ARIMA } (0,1,1) (0,1,1)^2$$

$$(1 - B)(1 - B^2)X_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \Theta_1 B^2)e_t$$

namun agar dapat menggunakan suatu model yang ditetapkan untuk peramalan perlu dilahirkan pengembangan persamaan tersebut dan membuatnya lebih menyerupai persamaan regresi biasa. Untuk model diatas, bentuknya adalah:

$$X_t = X_{t-1} + X_{t-2} - X_{t-3} + e_t + \theta_1 e_{t-1} - \Theta_1 e_{t-2} + \theta_1 \Theta_1 e_{t-3}$$

Agar dapat menggunakan persamaan ini untuk meramal 1 periode ke depan, yaitu X_{t+1} kita tambahkan satu angka pada yang menunjukkan waktu, seperti persamaan dibawah ini :

$$X_{t+1} = X_t + X_{t-1} - X_{t-2} + e_{t+1} + \theta_1 e_t - \Theta_1 e_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 e_{t-2} \dots \dots \dots (2.10)$$

Nilai e_{t+1} tidak akan diketahui, karena nilai yang diharapkan untuk galat acak pada masa yang akan datang harus ditetapkan sama dengan nol, akan tetapi dari model yang disesuaikan (*fitted model*) kita boleh mengikuti model nilai e_t , e_{t-1} dan e_{t-2} dengan nilai mereka yang ditetapkan secara empiris yaitu, seperti yang diperoleh sesudah iterasi terakhir algoritma Marquardt. Tentu saja bila kita meramal jauh

kedepan, tidak akan kita peroleh nilai empiris “ e ” sesudah beberapa waktu, dan oleh sebab itu nilai harapan mereka akan seluruhnya nol.

Untuk nilai-nilai X pada awal proses peramalan, kita akan mengetahui nilai X_t , X_{t-1} dan X_{t-12} . Akan tetapi sesudah beberapa saat, nilai X pada persamaan diatas akan berupa nilai ramalan (*forecasted value*) bukan nilai-nilai masa lalu yang telah diketahui (Makridakis dkk, 1999, 414-415).

2.1.7 Mengenali adanya faktor musiman (*seasonality*) dalam suatu deret berkala

Musiman didefinisikan sebagai suatu pola berulang-ulang dalam selang waktu yang tetap. Sebagai contoh, penjualan minyak untuk alat pemanas tinggi pada musim dingin dan rendah pada musim panas yang memperlihatkan pola musim 12 bulan. Apabila pola tersebut konsisten, maka koefisien autokorelasi dengan lag 12 bulan akan memperlihatkan adanya pengaruh musiman. Apabila signifikansi tidak berbeda dengan nol, ini akan memperlihatkan bulan-bulan di dalam satu tahun adalah tidak berbeda (random) dan tanpa pola yang konsisten dari satu tahun kepada tahun berikutnya. Data seperti ini bukanlah data musiman (seasonal).

Untuk data yang stasioner, faktor musiman dapat ditentukan dengan mengidentifikasi koefisien autokorelasi pada dua atau tiga *time lag* yang berbeda nyata dengan nol. Autokorelasi yang secara signifikan berbeda dari nol menyatakan adanya suatu pola dalam data. Namun, hal ini tidaklah mudah apabila dikombinasikan dengan pola lain seperti *trend*. Sebagai pedoman, data tersebut



harus ditransformasikan ke bentuk yang stasioner sebelum ditentukan adanya faktor musim (Makridakis dkk, 1999, 356).

2.2 Biaya Produksi

2.2.1 Analisis perilaku biaya

Dalam kaitannya dengan perencanaan maka klasifikasi biaya yang relevan yaitu klasifikasi berdasarkan tingkah laku biaya terhadap volume produksi. Berdasarkan hubungan dengan perubahan volume produksi, biaya dapat digolongkan atas : biaya variabel, biaya tetap dan biaya semi variabel

- Biaya variabel (*variable cost*)

Biaya variabel merupakan jenis biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume penjualan. Perubahan ini tercermin dalam biaya variabel total. Contohnya : biaya bahan baku, upah buruh, dll

- Biaya tetap (*Fixed cost*)

Biaya tetap merupakan biaya yang selalu tetap, dan tidak terpengaruh oleh volume penjualan melainkan dihubungkan dengan waktu (*Function of time*), sehingga jenis biaya ini akan konstan selama periode tertentu. Contoh : sewa, gaji, bunga, dll.

- Biaya semi variabel

Biaya semi variabel merupakan jenis biaya yang sebagian variabel dan sebagian tetap, yang kadang-kadang pula disebut semi *fixed cost*. Contoh : komisi salesmen, biaya umum, pajak penghasilan, administrasi, dll.

Sedangkan untuk biaya simpan (*holding cost* atau *carrying cost*) terdiri atas biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan. Biaya akan semakin besar apabila kuantitas bahan yang dipesan semakin besar atau rata-rata persediaan semakin besar. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan adalah :

1. Biaya fasilitas-fasilitas penyimpanan.
2. Biaya modal (*opportunity cost of capital*, yaitu alternatif pendapatan atas dana yang diinvestasikan dalam persediaan).
3. Biaya perhitungan fisik dan konsiliasi laporan.
4. Biaya keusangan, asuransi persediaan pajak persediaan.
5. Biaya pencurian, pengrusakan atau perampokan.

Biaya ini adalah biaya variabel bila bervariasi dengan tingkat persediaan. Bila biaya fasilitas penyimpanan tidak variabel tetapi tetap, maka tidak dimasukkan dalam biaya penyimpanan.

2.2.2 Pemisahan biaya semivariabel

Untuk memisahkan unsur biaya tetap dan variabel dari biaya semivariabel dapat dilakukan hanya dengan penilaian manajerial atau dengan observasi kausal. Meskipun pendekatan semacam itu layak digunakan, namun seringkali menghasilkan estimasi biaya yang tidak dapat diandalkan. Umumnya penggolongan dan estimasi biaya yang dapat diandalkan diperoleh dengan menggunakan salah satu metode perhitungan berikut ini :

- a. Metode kuadrat terkecil (*method of least squares*)

b. Metode scattergraph

c. Metode titik terendah dan tertinggi (*the high and low point method*)

Didalam penelitian ini penulis menggunakan metode kuadrat terkecil, karena metode ini banyak dipakai oleh para peneliti dan dianggap menghasilkan garis yang paling cocok. *Metode least square* (atau disebut juga dengan analisis regresi sederhana) secara matematis menghasilkan garis yang paling cocok atau garis regresi linear melalui serangkaian titik, sehingga jumlah pengkuadratan deviasi (selisih) vertikal antara titik-titik dengan garis minimum (Ibid,360).

Karena alasan tersebut diatas, maka penulis menggunakan metode *least square* untuk memisahkan biaya semi variabel menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Untuk menjelaskan metode ini terlebih dahulu diketengahkan rumus dasar yang dipergunakan. Pada umumnya dinyatakan dengan fungsi sebagai berikut:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (2.10)$$

Penentuan pola perilaku biaya per unit menurut metode ini adalah menentukan biaya tetap dan biaya variabel per unit dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}; \quad a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n}$$

dimana: n = jumlah periode pengamatan

X = volume kegiatan selama n periode

Y = biaya yang dikeluarkan selama n periode

b = biaya variabel per unit

a = biaya tetap selama n periode

2.3 Program Dinamis

Program dinamis (*Dinamics Program*) adalah suatu kumpulan teknik program matematis yang digunakan untuk memperbaiki efisiensi perhitungan masalah pemograman matematis tertentu dengan menguraikan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan karena itu lebih sederhana dalam perhitungan. (*Hamdy Atha, 1996:136*) pengambilan keputusan yang terdiri dari banyak tahap (*multistage*). Suatu masalah pengambilan keputusan yang *multistage* dipisah-pisah menjadi suatu seri masalah atau submasalah yang berurutan dan saling berhubungan. Program dinamis dikembangkan pertama kali oleh Ricard E Bellman pada tahun 1957.

Pemograman dinamis merupakan strategi untuk membangun masalah optimal bertingkat, yaitu masalah dapat digambarkan dalam bentuk serangkaian tahap (*stage*) yang saling mempengaruhi. Prosedur pemecahan persoalan dilakukan secara perhitungan berulang, ini berarti setiap dilakukan pengambilan keputusan harus diperhatikan keadaan yang dihasilkan keputusan sebelumnya. Karena itu, keadaan yang diakibatkan oleh keputusan sebelumnya dan merupakan landasan bagi keputusan berikutnya. Umumnya tiap tahapan mempunyai variabel yang mempunyai pengaruh baik langsung maupun tidak langsung terhadap tahapan lainnya dalam sistem.

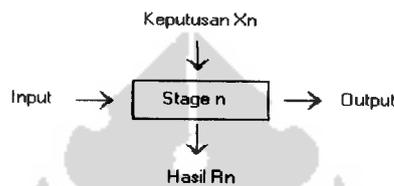
- a. Input tahapan n , S_n , yang tergantung dari keputusan yang dibuat pada tahapan tertentu atau tergantung dari input asal yang tetap pada sistem.
- b. Set keputusan pada tahapan n , X_n , yang menentukan kondisi atau syarat operasi dari tahapan.

$S'_n = T_n (S_n, X_n)$ dimana T_n adalah fungsi transisi

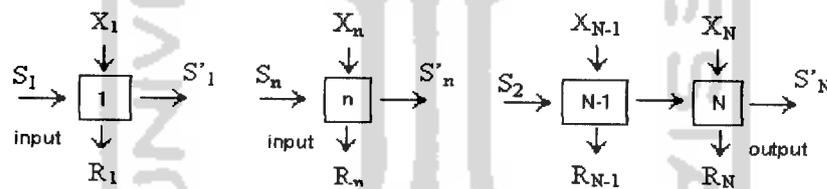
- c. Hasil dari tahapan n, R_n yang merupakan ukuran bagi kontribusi tahapan n terhadap fungsi tujuan system keseluruhan (ongkos, keuntungan, manfaat, atau ukuran lainnya)

Biasanya hasil ini merupakan fungsi dari input pada tahapan n dan output pada tahapan n. $R_n = f_n (S_n, X_n, S'_n)$ (2.12)

Secara grafis, gambaran dari suatu tahapan dapat diperlihatkan sebagai berikut :



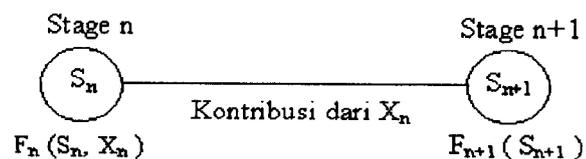
Sedangkan gambaran menyeluruh dari suatu proses bertingkat sederhana adalah sebagai berikut



2.3.1 Program dinamis deterministik

Pada pendekatan program dinamis yang dipandang sebagai persoalan deterministik, state pada stage berikutnya sepenuhnya ditentukan oleh state dan keputusan pada stage saat ini.

Program dinamis deterministik ini dapat diterangkan dengan diagram berikut



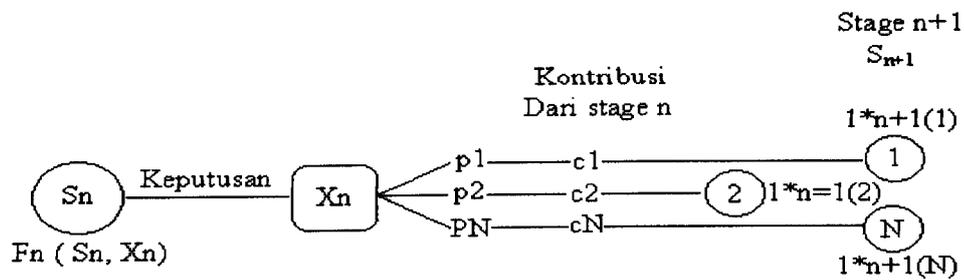
Dengan demikian, maka pada stage n , prosesnya akan berada pada state S_n pada state ini dibuat keputusan X_n , kemudian proses bergerak ke state S_{n+1} pada stage $(n+1)$. Dari titik ini kedepan, nilai fungsi tujuan untuk keputusan optimumnya telah terlebih dahulu dihitung, yaitu $f_{n+1}^*(S_{n+1})$. keputusan memilih X_n juga memberikan kontribusi terhadap tujuan, yang dengan menggabungkan kedua besaran ini akan diperoleh nilai fungsi tujuan $f_n(S_n, X_n)$ yang berawal pada stage n .

Satu cara untuk mengkategorikan persoalan dinamis deterministik ini adalah dengan melihat fungsi tujuan. Sebagai contoh, fungsi tujuan meminimumkan jumlah kontribusi dari masing-masing stage atau dapat pula memaksimumkan atau minimumkan hasil perkaliannya, dan sebagainya.

2.3.2 Program Dinamis Probabilistik

Pada program dinamis probabilistik *stage* berikutnya tidak dapat seluruhnya ditentukan oleh *state* dan keputusan *stage* saat ini. Tetapi ada suatu distribusi kemungkinan mengenai apa yang akan terjadi. Namun, distribusi kemungkinan ini masih seluruhnya ditentukan oleh *state* dan keputusan pada state ini.

Struktur dasar program dinamis probabilistik ini dapat digambarkan sebagai berikut:



dimana :

- N adalah banyaknya state yang mungkin pada stage $(n+1)$
- (p_1, p_2, \dots, p_n) adalah distribusi kemungkinan dari terjadinya suatu state berdasarkan state S_n dari keputusan X_n pada stage n
- c_i adalah kontribusi dari stage n terhadap fungsi tujuan. Jika state berubah menjadi 1

Akibat struktur probabilistik ini, maka hubungan antara $f_n(X_n, S_n)$ dengan $f_{n+1}^*(S_{n+1})$ menjadi lebih rumit daripada untuk program dinamis deterministik. Bentuk yang tepat untuk hubungan ini akan bergantung pada bentuk fungsi tujuan secara keseluruhan.

2.3.3 Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur pada Program Dinamis

Perhitungan maju terjadi apabila sistem n tahap perhitungan perolehan dimulai dari tahap 1 , $f_n(S_n)$ searah informasi, urutan perhitungan adalah sebagai berikut: $f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow \dots \rightarrow f_n \rightarrow f_1$

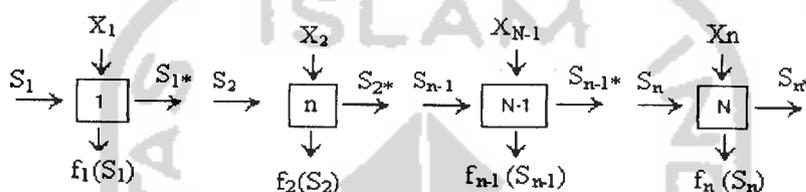
Penentuan keputusan optimal untuk keseluruhan persoalan, yaitu x^* dilakukan dengan proses mundur. Setelah $f_n(S_n)$ diketahui, maka keputusan optimal untuk tahap n dapat ditentukan. Dari sini kemudian dilanjutkan dengan mencari keputusan optimal pada tahap $(n-1)$. Demikian seterusnya sampai

keputusan optimal untuk tahap 1 selesai. Proses penentuan keputusan optimal untuk keseluruhan perolehan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$X_n^* \rightarrow X_{n+1} \rightarrow \dots \rightarrow X_i \rightarrow X_1$$

S_1 sebagai keseluruhan dari tahap 1 menjadikan masukan tahap 2, sampai tahap n. Adapun perhitungan diatas S_{2^*} adalah $S_{1^*} + X_2 - D_2$ dan secara umum dapat dinyatakan : $S_n^* = S_{n-1}^* + X_n - D_2 \dots \dots \dots (2.13)$

Rumus perhitungan maju dapat digambarkan sebagai berikut:



Perhitungan mundur terjadi apabila untuk n tahap, perhitungan perolehan dan keputusan optimal dilakukan dari tahap n dan dilanjutkan tahap 1, adapuan urutannya adalah sebagai berikut: $f_n^* \rightarrow f_{n-1} \rightarrow \dots \rightarrow f_i \rightarrow \dots \rightarrow f_1$

Penentuan keputusan optimal sama dengan perhitungan maju yang dilakukan dengan proses mundur. Keluaran dari tahap n-1 adalah S_{n-1}^* merupakan bagi tahap n.

Pada tahap status keluarannya adalah S_n^* dimana:

$$S_{n-1}^* = S_n = S_{n-1} + X_{n-1} - D_{n-1} \dots \dots \dots (2.14)$$

Jadi perbedaan antara perhitungan maju dengan mundur adalah terletak pada rumus statusnya.

2.3.4 Program Dinamis Pada Perencanaan Produksi

Masalah yang dihadapi adalah membuat rencana produksi dengan menentukan jumlah produksi suatu jenis produk selama n periode mendatang, dimana ada sejumlah permintaan tertentu untuk produk itu setiap periode. Dalam hal ini, waktu proses produksi sesuai dengan bertambahnya jumlah produksi. Juga setiap kelebihan produk harus disimpan, dengan memperhatikan bahwa semua permintaan produk dapat dipenuhi tepat waktunya. Penentuan program dinamis lebih menekankan pada faktor jumlah.

Untuk memudahkan pemahaman dan pembuatan persamaan matematisnya, maka digunakan notasi-notasi sebagai berikut:

X_n = jumlah yang diproduksi pada periode n

S_n = jumlah permintaan produk pada periode n

I_n = jumlah persediaan akhir pada periode n , sama dengan jumlah persediaan awal periode $I+1$

I_{n-1} = persediaan awal dari periode n , tergantung dari keputusan yang dibuat pada periode sebelumnya.

CX_n = Biaya produksi variabel per unit

CI_n = Biaya simpan produk per unit per periode

K_p = Kapasitas produksi maksimum tiap periode n

KG = Kapasitas gudang penyimpanan hasil produksi tiap periode n

Tahap pembuatan model program dinamis pada perencanaan produksi dalam penentuan volume produksi, adalah dengan memperlihatkan beberapa hal, yaitu:

1. jumlah persediaan masuk pada setiap periode tidak boleh melebihi kapasitas gudang, maka didapatkan :

$$0 \leq I_n \leq KG$$

2. Jumlah produk yang diproduksi tiap periode :

$$X_n = S_n - I_{n-1} + I_n \text{ dan } X_n \leq Kp$$

3. Persamaan rekursif maju dalam bentuk umum yaitu:

$$F_n(I_n) = \min \{C(X_n + I_n) + f_{n-1}^*(I_{n-1})\}$$



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di PT. Cambrics Primisima, jalan Magelang Km. 15 Medari Jogjakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 Juli sampai dengan tanggal 14 Agustus 2004.

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dimaksudkan untuk melihat kondisi serta permasalahan yang terdapat pada objek penelitian yang akan dipergunakan sebagai bahan penelitian.

3.2.2 Studi kepustakaan

Studi kepustakaan ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran-gambaran mengenai teori-teori dan konsep-konsep yang mendasar tentang permasalahan dalam penelitian. Studi literatur yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- Fungsi produksi
- Volume produksi
- Peramalan permintaan
- Biaya produksi
- Program dinamis

3.2.3 Identifikasi data

Data yang diperlukan adalah data kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka kongkrit yang dapat dipergunakan dalam perhitungan-perhitungan dalam analisis. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

- Data Primer

Data permintaan setiap jenis produk, data biaya produksi variabel untuk jenis produk, biaya simpan variabel, data kapasitas produksi dan kapasitas gudang.

- Data Sekunder

Data ini diantaranya arsip-arsip perusahaan yang relevan dengan penelitian, laporan produksi per periode, referensi, tinjauan pustaka dan lain-lain sebagai bahan acuan dalam penelitian ini.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain dengan menggunakan :

- Metode *Interview*

Merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan wawancara dengan segenap pihak yang terkait.

- Metode *Observasi*

Merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung pada saat proses produksi berlangsung.

3.4 Pengolahan dan Analisis Data

3.4.1 Peramalan permintaan

Pengolahan data dilakukan dengan *software* statistik MINITAB versi 13.0. Ada beberapa tahap dan beberapa sub tahap dalam proses pembentukan model (ARIMA) Box-Jenkins yaitu: (Makridakis dkk, 1999, 382)

1. Tahap I (Identifikasi), terdiri atas :
 - Rumuskan kelompok model-model yang umum
 - Penetapan model untuk sementara
2. Tahap II (Penaksiran dan pengujian), terdiri atas:
 - Penaksiran parameter pada model sementara
 - Pemeriksaan diagnosa (apakah model memadai?)
3. Tahap III (Penerapan), terdiri atas:
 - Gunakan model untuk peramalan

3.4.2 Perumusan program dinamis

langkah-langkah penyelesaian program dinamis

Menghitung biaya-biaya produksi yang terkait (perhitungan harga pokok produksi dengan pendekatan *variable costing*)

Biaya-biaya yang bersifat semi variabel seperti biaya overhead dengan menggunakan metode *least square*.

Total biaya variabel adalah sebagai berikut:

$$Y_t = V X \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana: Y_t = total biaya variabel

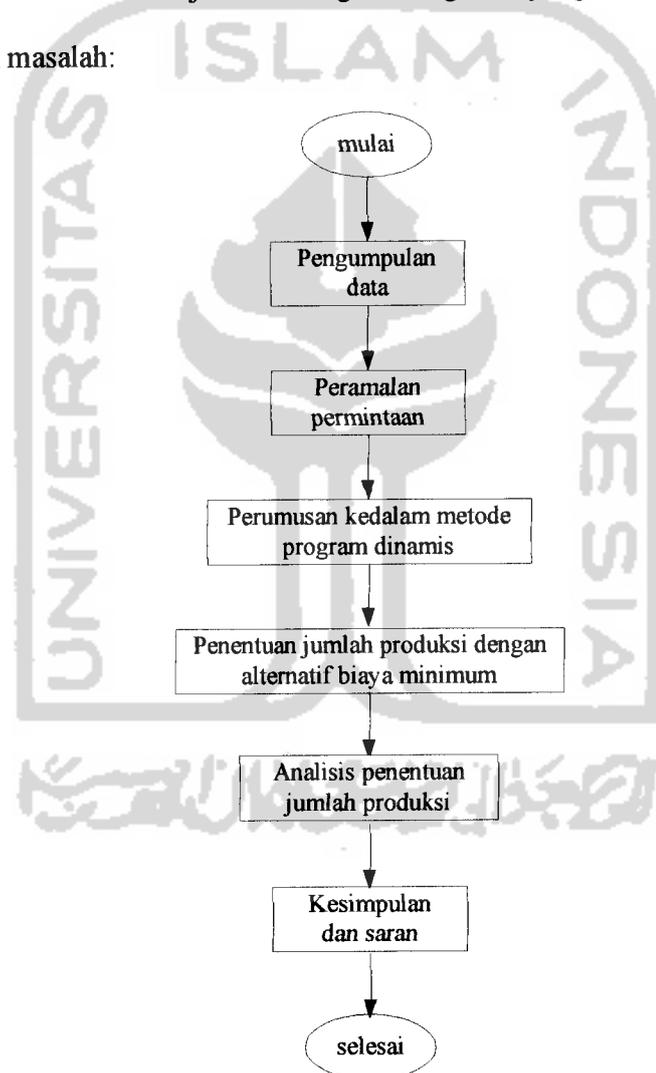
V = variabel cost per unit

X = jumlah unit

Dalam penentuan volume produksi ini, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rekursif maju.

3.4.3 Kerangka Pemecahan Masalah

Diagram alir menunjukkan langkah-langkah yang ditempuh untuk menyelesaikan masalah:



gambar 3.1 kerangka pemecahan masalah

BAB IV

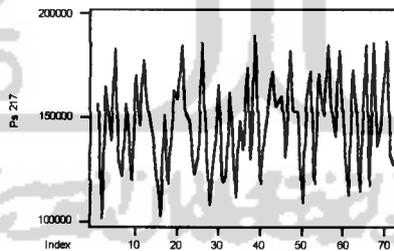
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan permintaan pasar

Menentukan besarnya permintaan pasar untuk periode yang akan datang dapat dilakukan dengan menggunakan metode peramalan Box-Jenkins. Data yang digunakan data volume penjualan Kain Grey Ps.217 periode januari 1998 sampai dengan Desember 2003 dan volume penjualan Kain Grey Ps.219 periode januari 1998 sampai dengan Desember 2003 (lampiran 1). Semua proses pengolahan data menggunakan paket program Minitab 13.0

4.1.1 Permintaan untuk kain Grey Ps 217

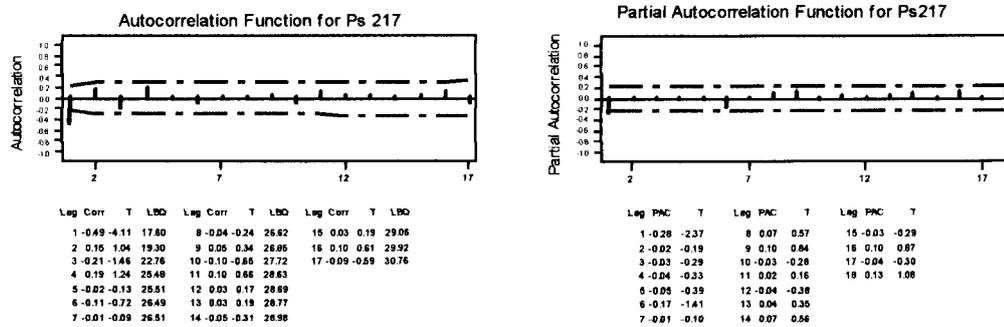
Berikut ini plot data permintaan untuk kain grey Ps 217 selama 72 bulan terakhir (periode Januari 1998 – Desember 2003) adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Plot data volume penjualan Ps 217

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa data telah memenuhi asumsi stasioner dalam hal variansi.





Gambar 4.2 Plot Autokorelasi Autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF)

Dari grafik diatas terlihat bahwa deret data telah stasioner dalam hal mean ditandai dengan deret data yang *cut off* setelah *lag* ke-1 dan deret data berkala tidak musiman. Dari grafik autokorelasi diatas memperlihatkan pola gelombang sinus, ini memberikan kesan bahwa proses AR (1) yang ditandai dengan adanya nilai autokorelasi parsial yang berbeda secara signifikan dengan nol.

Berdasarkan output komputer (lampiran 2), maka diperoleh hasil pengujian parameter yang ditampilkan sebagai berikut :

o ARIMA (1 0 0)

▪ Uji Overall

1. Hipotesa

H_0 : Model sesuai / layak

H_1 : Model tidak sesuai / tidak layak dipakai

2. Tingkat Signifikan (α) = 0.05

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika p-value pada modified Box-pierce < 0.05

4. Kesimpulan

Berdasarkan output komputer diperoleh nilai p-value pada modified Box-pierce $0,954 > 0,05$ maka H_0 tidak ditolak artinya secara keseluruhan model dikatakan sesuai atau layak dipakai untuk peramalan

- Uji Parsial

Uji Koefisien AR (1)

1. Hipotesis :

$$H_0 : \phi_1 = 0, \theta_1 = 0 \text{ atau } \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0, \theta_1 \neq 0 \text{ atau } \theta_2 \neq 0$$

2. Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

3. Daerah kritik :

$$H_0 \text{ ditolak jika } p\text{-value} < 0,05$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan output komputer diperoleh nilai p-value pada tabel estimates of parameter $0,017 < 0,15$ berarti H_0 ditolak artinya bahwa AR(1) signifikan terhadap model.

Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan dengan *overfitting* atau dapat juga dengan memeriksa plot residual dari model yang telah diestimasi.

Overfitting

Model yang dicoba adalah model yang semua parameternya memenuhi syarat uji *overall* dan uji parsial. Sehingga dapat dibandingkan MS (*mean square*) nya sehingga dengan prinsip parsimoni (menggunakan parameter sesedikit mungkin) dapat diputuskan model yang akan digunakan untuk peramalan. Berdasarkan output komputer lampiran 2, maka model yang memenuhi uji *overall* dan uji parsial untuk produksi kain grey Ps 217 adalah :

ARIMA (1 0 1)

Residuals : SS = 38233.0

MS = 554.1

ARIMA (0 0 1)

Residuals: SS = 38286.2

MS = 546.9

ARIMA (1 0 0)

Residuals: SS = 38258.0

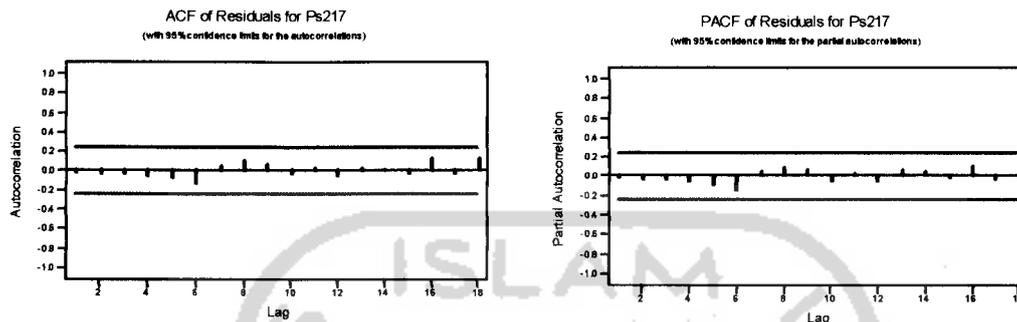
MS = 546.5

Dengan prinsip parsimoni, maka model yang digunakan untuk peramalan jumlah permintaan kain Ps 217 adalah model ARIMA (1 0 0).

Analisis Residu

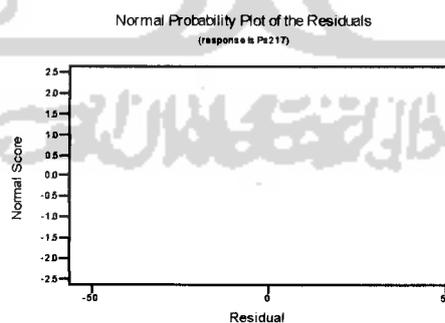
Untuk memeriksa independensi dalam model dengan membuat plot fungsi autokorelasi. Model dikatakan layak jika fungsi autokorelasi untuk lag 1, 2, ... dst tidak secara signifikan berbeda dengan nol. Jika ada 1 lag yang secara independen

berbeda dengan nol, berarti tidak independen. Ini dikarenakan nilai korelasi tersebut merupakan estimasi, jadi akan selalu mengandung resiko kesalahan.

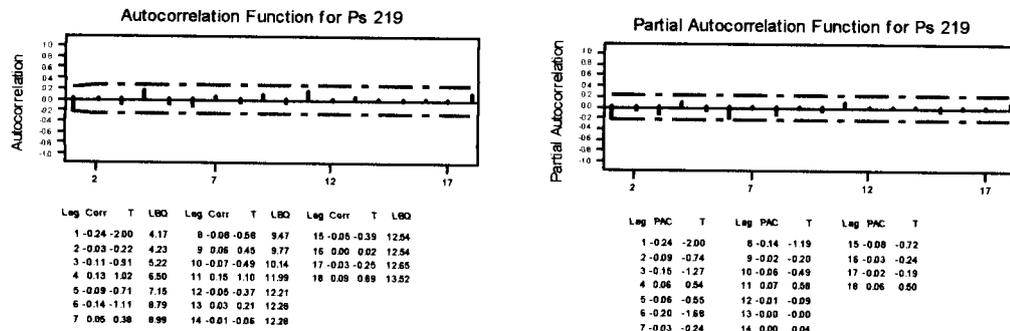


Gambar 4.3 Plot residual Autokorelasi (ACF) dan residual Autokorelasi Parsial (PACF)

Fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial untuk lag 1, 2, ...dst tidak secara signifikan berbeda dari nol. Dengan demikian model dikatakan layak. Dan ada satu analisis lagi untuk memenuhi asumsi residual, yaitu memeriksa normalitas residual. Model dikatakan layak jika residual tersebut cenderung membentuk garis lurus atau linier.



Gambar 4.4 Plot residual probabilitas normal data asli



Gambar 4.6 Plot Autokorelasi Autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF)

Dari grafik diatas terlihat bahwa deret data telah stasioner ditandai dengan deret data yang *cut off* setelah lag ke-1 dan deret data berkala tidak musiman. Dari grafik autokorelasi diatas memperlihatkan pola gelombang sinus, ini memberikan kesan bahwa proses AR (1) yang ditandai dengan adanya nilai autokorelasi parsial yang berbeda secara signifikan dengan nol. Dari grafik autokorelasi parsial menunjukkan proses moving average MA (1) yang ditandai dengan adanya satu nilai autokorelasi yang berbeda secara signifikan dengan nol.

Berdasarkan output komputer lampiran 2, maka diperoleh hasil pengujian parameter yang ditampilkan sebagai berikut :

ARIMA (1 0 1)

- Uji Overall

1. Hipotesa

H_0 : Model sesuai / layak

H_1 : Model tidak sesuai / layak dipakai

2. Tingkat Signifikan $\alpha = 0,05$

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika p-value pada modified Box-pierce < 0.05

4. Kesimpulan

Berdasarkan output komputer diperoleh nilai p-value pada modified Box-pierce $0,678 > 0,05$ maka H_0 tidak ditolak artinya secara keseluruhan model dikatakan sesuai atau layak dipakai untuk peramalan.

▪ Uji Parsial

a. Uji Koefisien AR (1)

1. Hipotesis :

$$H_0 : \phi_1 = 0, \theta_1 = 0 \text{ atau } \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0, \theta_1 \neq 0 \text{ atau } \theta_2 \neq 0$$

2. Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

3. Daerah kritik : H_0 ditolak jika p-value $< 0,05$

Hasil : AR(1), p-value = $0,000 < 0,05$ berarti H_0 ditolak

4. Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa AR(1) signifikan terhadap model.

b. Uji Koefisien MA (1)

1. Hipotesis :

$$H_0 : \phi_1 = 0, \theta_1 = 0 \text{ atau } \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0, \theta_1 \neq 0 \text{ atau } \theta_2 \neq 0$$

2. Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

3. Daerah kritik : H_0 ditolak jika $p\text{-value} < 0,05$

Hasil : MA(1), $p\text{-value} = 0,000 < 0,05$ berarti H_0 ditolak

4. Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa MA (1) signifikan terhadap model.

Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan dengan *overfit* atau dapat juga dengan memeriksa plot residual dari model yang telah diestimasi.

Overfitting

Model yang dicoba adalah model yang semua parameternya memenuhi syarat uji *overall* dan uji parsial. Sehingga dapat dibandingkan MS (*mean square*)nya sehingga dengan prinsip parsimoni (menggunakan parameter sesedikit mungkin) dapat diputuskan model yang akan digunakan untuk peramalan. Berdasarkan output komputer lampiran 2, maka model yang memenuhi uji *overall* dan uji parsial untuk produksi kain grey Ps 219 adalah :

ARIMA (1 0 1)

Residuals : SS = 37606,0

MS = 545,0

ARIMA (0 0 1)

Residuals : SS = 40323,9

MS = 576,1

ARIMA (1 0 0)

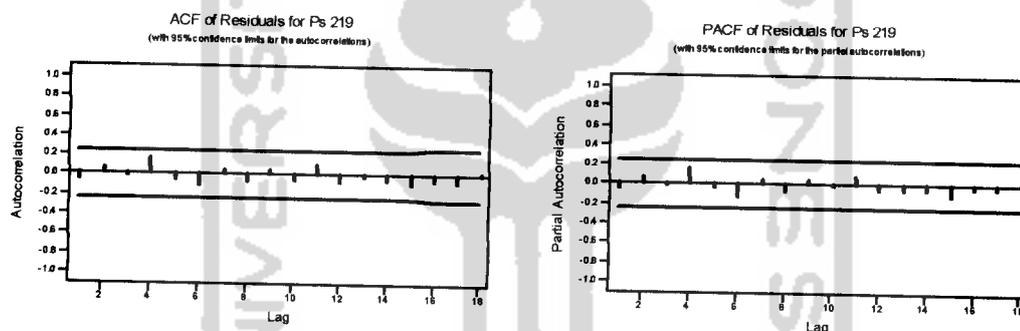
Residuals: SS = 40915,2

MS = 584,5

Dengan prinsip parsimoni, maka model yang digunakan untuk peramalan jumlah produksi kain Grey Ps 219 adalah model ARIMA (1 0 1).

Analisis Residu

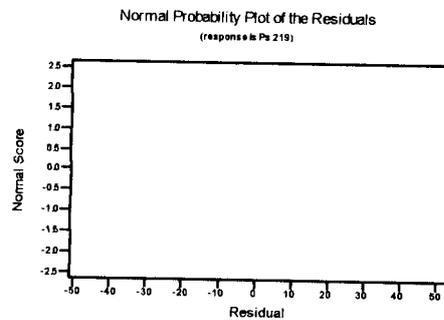
Untuk memeriksa independensi dalam model dengan membuat plot fungsi autokorelasi. Model dikatakan layak jika fungsi autokorelasi untuk lag 1, 2, ... dst tidak secara signifikan berbeda dengan nol.



Gambar 4.7 Plot residual Autokorelasi (ACF)

dan residual Autokorelasi Parsial (PACF)

Fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial untuk lag 1, 2, ... dst tidak secara signifikan berbeda dari nol. Dengan demikian model dikatakan layak. Dan ada satu analisis lagi untuk memenuhi asumsi residual, yaitu memeriksa normalitas residual. Model dikatakan layak jika residual tersebut cenderung membentuk garis lurus atau linier.



Gambar 4.8 Plot residual probabilitas normal data asli

Setelah semua asumsi dari model ARIMA (1,0,1) terpenuhi maka model ini layak digunakan untuk data yang dimiliki. Dari model diatas dapat diramalkan jumlah volume penjualan kain Grey Ps 219 untuk 12 bulan periode kedepan (lampiran 3) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Ramalan permintaan kain grey Ps 219 (tahun 2004)

Bulan	Ramalan Permintaan (m)	Bulan	Ramalan Permintaan (m)
Januari	155342	Juli	147318
Februari	152392	Agustus	147065
Maret	150434	September	146898
April	149134	Oktober	146786
Mei	148271	November	146712
Juni	147698	Desember	146663

Sumber : data olah

4.2 Perhitungan biaya produksi

Biaya-biaya produksi terkait dalam proses produksi yang dikeluarkan oleh PT. Primisima meliputi biaya bahan baku dasar, biaya bahan baku penolong/pembantu, biaya tenaga kerja, biaya overhead pabrik dan biaya simpan. Besarnya unsur variabilitas pada biaya ditentukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square methode*).

4.2.1 Perhitungan biaya bahan baku dasar

Bahan baku yang digunakan adalah benang, yaitu benang lusi dan benang pakan. Adapun perbandingan pemakaian benang lusi dan benang pakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Berat benang / yard (gr)

Jenis produk	Berat benang / yard (gr)	
	Lusi	Pakan
Ps.217	89.72	46.95
Ps.219	81.09	39.73

Sumber : Data perusahaan

Sedangkan pemakaian benang lusi dan benang pakan serta volume produksi tahun 2003 untuk setiap jenis produk :

Tabel 4.4 Pemakaian benang (kg)

Jenis produk	Berat benang / yard (gr)		Vol. Produksi (m)
	Lusi	Pakan	
Ps.217	189632.15	99233.51	1932675.46
Ps.219	17060.59	83626.40	1924691.23

Sumber : Data perusahaan

Perhitungan berat benang lusi dan benang pakan per meter produk untuk setiap jenis produk adalah sebagai berikut:

Ps.217

$$\text{Benang lusi} = \frac{189632.15 \text{ kg}}{1932675.46 \text{ m}} = 0.0981 \text{ kg/m}$$

$$\text{Benang pakan} = \frac{99233.15 \text{ kg}}{1932675.46 \text{ m}} = 0.0513 \text{ kg/m}$$

Ps.219

$$\text{Benang lusi} = \frac{170620.59 \text{ kg}}{1924691.23 \text{ m}} = 0.0886 \text{ kg/m}$$

$$\text{Benang pakan} = \frac{83626.40 \text{ kg}}{1924691.23 \text{ m}} = 0.0434 \text{ kg/m}$$

Tabel 4.5 komposisi pemakaian bahan baku tahun 2003 (m)

Jenis bahan	Jenis benang	Jenis produk	
		Ps.217	Ps.219
Ne 40's cd	Benang lusi	0.0981 kg	0.0886 kg
	Benang Pakan	0.0513 kg	0.0434 kg

Sumber : Data perusahaan

Dari komposisi diatas kemudian dilakukan perhitungan dengan cara mengalikan antara jumlah bahan baku yang dipakai dengan harga beli per satuan, seperti yang terlihat pada terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Biaya bahan baku masing-masing jenis produk (Rp/m)

	Harga beli (Rp/kg)	Jenis benang	Jenis produk	
			Ps.217	Ps.219
40's	16630.3452	Benang lusi	1631.4369	1473.4486
		Benang Pakan	853.13671	721.7569
Jumlah			2484.5736	2195.2056

Sumber : Data perusahaan

4.2.2 Perhitungan biaya bahan baku penolong

Biaya bahan baku penolong produksi ini dibuat berdasarkan standar harga tertentu, yaitu sebesar Rp 73,21 per meter.

4.2.3 Biaya tenaga kerja langsung

a) Ps 217

Tabel 4.7 Data volume produksi dan BTKL grey Ps.217 tahun 2003

Bulan	Volume produksi (m)	BTKL(Rp)
1	146311,04	11533804,25
2	145250,63	11450259,85
3	120982,46	9538292,073
4	142342,57	11221148,34
5	130982,46	10326142,07
6	146304,11	11533258,27
7	132859,36	10474013,64
8	138949,66	10953837,92
9	144466,54	11388485,32

Lanjutan tabel 4.7

10	146216,05	11526320,46
11	137885,39	10869989,41
12	142779,39	11255563,2

Sumber : Data perusahaan

Data pada tabel diatas, selanjutnya diolah dengan bantuan komputer *software* Minitab 13.0 (lampiran 4), sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$Y = 668896,165 + 78,875X$$

Hal ini berarti bahwa biaya tenaga kerja langsung variabel Grey Ps 217 adalah sebesar Rp 78,875 per meter.

b) Ps 219

Tabel 4.8 Data volume produksi dan BTKL Grey Ps 219 tahun 2003

Bulan	Volume Produksi (m)	BTKL (Rp)
1	146082.08	10166077
2	130046.65	8807491.4
3	147000	10243847
4	126959.01	8545894.2
5	147000.19	10243863
6	110303.78	7134796.5
7	146463.95	10198431
8	130805	8871741.8
9	146357	10189369
10	134191.6	9158668.1
11	146129.6	10170103
12	139471.4	9605993.9

Sumber : Data perusahaan

Data pada tabel diatas, selanjutnya diolah dengan bantuan komputer *software* Minitab 13.0 (lampiran 4), sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$Y = -2210581 + 84,724X$$

Hal ini berarti bahwa biaya tenaga kerja langsung variabel Grey Ps 217 adalah sebesar Rp 84,724 per meter.

4.2.4 Biaya overhead pabrik

Pengeluaran biaya overhead PT. Primissima per bulannya merupakan total biaya produksi kain Grey Berkolissima 217 dan kain Grey Berkolissima 219.

a) Ps 217

Tabel 4.9 Biaya total overhead pabrik Grey ps 217

Bulan	Volume produksi (m)	BOP (Rp)
1	146311,04	32295800,83
2	145250,63	32089450,34
3	120982,46	27366985,8
4	142342,57	31523556,41
5	130982,46	29312935,8
6	146304,11	32294452,29
7	132859,36	29678171,16
8	138949,66	30863313,09
9	144466,54	31936870,35
10	146216,05	32277316,25
11	137885,39	30656211,47
12	142779,39	31608559,4

Sumber : Data perusahaan

Data pada tabel diatas, selanjutnya diolah dengan bantuan komputer *software* Minitab 13.0 (lampiran 4), sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$Y = 3.824.404 + 194,595X$$

Hal ini berarti bahwa biaya over head pabrik variabel Grey Ps 217 adalah sebesar Rp 194,595 per meter.

b) Ps 219

Tabel 4.10 Biaya total overhead pabrik Grey ps 219

Bulan	Volume produksi (m)	BOP (Rp)
1	146082.08	27350756.02
2	130046.65	24665286.52
3	147000	27504481
4	126959.01	24148196.36
5	147000.19	27504512.82
6	110303.78	21358928.34



Lanjutan tabel 4.10

7	146463.95	27414708.17
8	130805	24792288.16
9	146357	27396797.15
10	134191.6	25359445.44
11	146129.6	27358714.24
12	139471.4	26243658.83

Sumber : Data perusahaan

Data pada tabel diatas, selanjutnya diolah dengan bantuan komputer *software* Minitab 13.0 (lampiran 4), sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$Y = 2886244 + 167,471X$$

Hal ini berarti bahwa biaya over head pabrik variabel Grey Ps 219 adalah sebesar Rp 167,471 per meter.

4.2.5 Biaya simpan produk

Biaya tempat penyimpanan produk terletak didalam ruangan khusus, ini dikarenakan produk yang hasilnya sangat mudah rusak akan perubahan cuaca. Biaya penyimpanan yang dibebankan pada setiap jenis produk adalah sebagai berikut, terdiri dari :

- Biaya pemeliharaan per tahun : Rp 6.250.000,.
 - Biaya asuransi : Rp 26.750.000,.
 - Biaya kerusakan bahan : Rp 750.000,.
- Total biaya penyimpanan : Rp40.500.000,.

4.2.6 Total biaya produksi variabel

Tabel 4.11 Biaya produksi variabel untuk masing-masing jenis produk Grey (Rp/m)

Jenis biaya	Jenis produk Grey	
	Ps 217	Ps 219
Biaya bahan baku dasar	2484,5736	2195,2056
Biaya bahan baku penolong	73,21	73,21
Biaya tenaga kerja langsung	78,875	87,724
Biaya overhead pabrik	194,595	167,471
Jumlah	2831,2536	2523,6106

Sumber : Data diolah

Biaya simpan per meter dalam 1 bulan :

a) Ps 217

$$\text{Biaya simpan} = \frac{Rp40500000,}{1932675,46m} = Rp20,9554 / m$$

b) Ps 219

$$\text{Biaya simpan} = \frac{Rp40500000,}{1924691,23m} = Rp21,0423 / m$$

4.3 Penentuan jumlah produksi dengan program dinamis

Model program dinamis pada rencana produksi penentuan volume, adalah dengan memperhatikan beberapa hal, sebagai berikut :

1. Jumlah persediaan masuk pada setiap periode tidak boleh melebihi kapasitas gudang, maka didapatkan : $0 \leq I_n \leq KG$

2. Jumlah produk yang diproduksi per periode :

$$X_n = S_n - I_{n-1} + I_n \text{ dan } X_p \leq K_p$$

3. Persamaan rekursif maju dalam bentuk umum yaitu:

$$F_n(I_n) = \min \{ C(X_n + I_n) + f_{n-1}^*(I_{n-1}) \}$$

4.3.1 Penentuan jumlah produksi kain grey Ps 217

Contoh perhitungan :

Diket : Kapasitas gudang	= 150000
Kapasitas produksi	= 147000
Biaya produksi variabel	= Rp 2831,25
Biaya simpan per bulan	= Rp 20,96

- Tahap 1 (Januari 2004)

$$\text{Permintaan (S1)} = 152876$$

$$\text{Persediaan masuk (} I_{n-1} \text{)} = 42019$$

$$\begin{aligned} f_1(0) &= \{ 2831,25 (110857) + 20,96 (0) + 0 \} \\ &= 313863881,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_1(36143) &= \{ 2831,25 (147000) + 20,96 (36143) + 0 \} \\ &= 416951307,28 \end{aligned}$$

- Tahap 2 (Februari 2004)

$$\text{Permintaan (S2)} = 145714$$

$$\text{Persediaan masuk (} I_{n-1} \text{)} = 0$$

$$\begin{aligned} F_2(0) &= \{ 2831,25 (145714) + 20,96 (0) + 313863881,25 \} \\ &= 726416643,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2(1286) &= \{ 2831,25 (147000) + 20,96 (1286) + 313863881,25 \} \\ &= 730084585,81 \end{aligned}$$

$$\text{Persediaan masuk } (I_{n-1}) = 36143$$

$$\begin{aligned} F_2(0) &= \{ 2831,25 (109571) + 20,96 (0) + 416951307,28 \} \\ &= 727174201,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2(37429) &= \{ 2831,25 (147000) + 20,96 (37429) + 416951307,28 \} \\ &= 833929569,12 \end{aligned}$$

untuk lebih jelasnya perhitungan selanjutnya sampai tahap 12, dapat dilihat pada lampiran 5.

Berdasarkan perhitungan program dinamis didapat solusi optimum untuk masing-masing periode adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Solusi optimum kain Grey Ps 217

Periode / Bulan	Permintaan (m)	Volume Produksi (m)	Persediaan Awal (I_{n-1}) (m)	Persediaan Akhir (I_n) (m)	Biaya per periode (Rp)
Januari	152876	147000	42019	36143	416951307,28
Februari	145714	147000	36143	37429	416978261,84
Maret	147736	147000	37429	36693	416962835,28
April	147165	147000	36693	36528	416959376,88
Mei	147326	147000	36528	36202	416952543,92
Juni	147281	147000	36202	35921	416946654,16
Juli	147294	147000	35921	35627	416940491,92
Agustus	147290	147000	35627	35337	416934413,52
September	147291	147000	35337	35046	416928314,16
Oktober	147291	147000	35046	34755	416922214,80
November	147291	147000	34755	34464	416916115,44
Desember	147291	112827	34464	0	319441443,75
total	1771846	1729827	-	-	490583397,95

Sumber : data diolah

Dari hasil perhitungan untuk kain grey Ps 217, terlihat bahwa untuk memenuhi permintaan konsumen pada bulan Januari – November 2004 perusahaan harus memproduksi sesuai dengan kapasitas produksi maksimal perusahaan. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi permintaan konsumen yang besar (diatas kapasitas produksi maksimal) pada bulan berikutnya.

4.3.2 Penentuan jumlah produksi kain grey Ps 219

Contoh perhitungan :

Diket : Kapasitas gudang = 150000

Kapasitas produksi = 147000

Biaya produksi variabel per bulan = 2523,61

Biaya simpan per bulan = 21,04

- Tahap 1 (Januari 2004)

Permintaan (S1) = 155342

Persediaan masuk (I_{n-1}) = 50562

$$\begin{aligned} f_1(0) &= \{ 2523,61 (104780) + 21,04 (0) + 0 \} \\ &= 264423855,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_1(42220) &= \{ 2523,61 (147000) + 21,04 (42220) + 0 \} \\ &= 371858978,80 \end{aligned}$$

- Tahap 2 (Februari 2004)

Permintaan (S2) = 152392

Persediaan masuk (I_{n-1}) = 0

F₂(0) = tidak dihitung

Persediaan masuk (I_{n-1}) = 42220

$$\begin{aligned} F_2(0) &= \{ 2831,25 (110172) + 20,96 (0) + 371858978,80 \} \\ &= 649890139,72 \end{aligned}$$

$$f_1(36828) = \{ 2831,25 (147000) + 20,96 (36828) + 371858978,80 \}$$

$$= 743604509,92$$

untuk lebih jelasnya perhitungan selanjutnya sampai tahap 12, dapat dilihat pada lampiran 5.

Berdasarkan perhitungan program dinamis didapat solusi optimum untuk masing-masing periode adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Solusi optimum kain Grey Ps 219

Periode / Bulan	Permintaan (m)	Volume Produksi (m)	Persediaan Awal (I_{n-1}) (m)	Persediaan Akhir (I_n) (m)	Biaya per periode (Rp)
Januari	155342	147000	50562	42220	371858978,80
Februari	152392	147000	42220	36828	371745531,12
Maret	150434	147000	36828	33394	371673279,76
April	149134	147000	33394	31260	371628380,40
Mei	148271	147000	31260	29989	371601638,56
Juni	147698	147000	29989	29291	371586952,64
Juli	147318	147000	29291	28973	371580261,92
Agustus	147065	147000	28973	28908	371578894,32
September	146898	147000	28908	29010	371581040,40
Oktober	146786	147000	29010	29224	371585542,96
November	146712	147000	29224	29512	371591602,48
Desember	146663	117151	29512	0	295643435,11
total	1784713	1734151	-	-	4383655538,47

Sumber : data diolah

Dari hasil perhitungan untuk kain grey Ps 219, terlihat bahwa untuk memenuhi permintaan konsumen pada bulan Januari – November 2004 perusahaan harus memproduksi sesuai dengan kapasitas produksi maksimal perusahaan. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi permintaan konsumen yang besar (diatas kapasitas produksi maksimal) pada bulan berikutnya.

4.5 Analisis Penentuan jumlah produksi optimal

Untuk dasar pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan jumlah produksi menurut kebijakan perusahaan dan hasil perhitungan adalah pada tahun 2003 dan 2004 (lampiran 3 dan lampiran 5) sebagai berikut :

a. Tahun 2003

Metode	Jenis kain	Jumlah produksi (m)	Volume penjualan	total biaya produksi (Rp)
Kebijaksanaan perusahaan	Ps.217	1810817	1768798	4964149538
	Ps.219	1751798	1701236	4255340187
Hasil perhitungan	Ps.217	1770055	1768798	4904976264
	Ps.219	1703471	1701236	4188639929

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk tahun 2003 dari hasil perhitungan selisih antara jumlah produksi dan volume penjualan lebih kecil jika dibandingkan dengan selisih antara jumlah produksi hasil kebijaksanaan perusahaan dan volume penjualan, dan dapat menghemat biaya produksi Rp 125.873.532,. pada tahun 2003.

b. Tahun 2004

Metode	Jenis kain	Jumlah produksi (m)	total biaya produksi (Rp)
Kebijaksanaan perusahaan	217	1734091	4909845899,35
	219	1735106	4398702219,01
Hasil perhitungan	217	1729827	4905833972,95
	219	1734151	4383655538,47

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa perusahaan dapat melakukan penghematan biaya produksi untuk kain Grey Ps 217 dan kain Grey Ps 219 sebesar Rp 19.058.606,94 pada tahun 2004.

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data serta analisa hasil data yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran-saran sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

5.1.1 Hasil ramalan permintaan menggunakan metode Box-Jenkins

1. Kain Grey Ps.217

Untuk kain Grey Ps.217 model ARIMA yang sesuai atau layak digunakan adalah ARIMA (1,0,0). Dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = 188875 - 0,2823 X_{t-1} + e_t$$

- Bulan Januari 2004 diramalkan permintaan sebesar 152876 meter
- Bulan Februari 2004 diramalkan permintaan sebesar 145714 meter
- Bulan Maret 2004 diramalkan permintaan sebesar 147736 meter
- Bulan April 2004 diramalkan permintaan sebesar 147165 meter
- Bulan Mei 2004 diramalkan permintaan sebesar 147326 meter
- Bulan Juni 2004 diramalkan permintaan sebesar 147281 meter
- Bulan Juli 2004 diramalkan permintaan sebesar 147294 meter
- Bulan Agustus 2004 diramalkan permintaan sebesar 147290 meter
- Bulan September 2004 diramalkan permintaan sebesar 147291 meter
- Bulan Oktober 2004 diramalkan permintaan sebesar 147291 meter

- Bulan November 2004 diramalkan permintaan sebesar 147291 meter
- Bulan Desember 2004 diramalkan permintaan sebesar 147291 meter

2. Kain Grey Ps.219

Untuk kain Grey Ps.219 model ARIMA yang sesuai atau layak digunakan adalah ARIMA (1,0,1). Dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = 49259,9 + 0,6639X_{t-1} - 0,9656 e_{t-1} + e_t$$

- Bulan Januari 2004 diramalkan permintaan sebesar 155342 meter
- Bulan Februari 2004 diramalkan permintaan sebesar 152392 meter
- Bulan Maret 2004 diramalkan permintaan sebesar 150434 meter
- Bulan April 2004 diramalkan permintaan sebesar 149134 meter
- Bulan Mei 2004 diramalkan permintaan sebesar 148271 meter
- Bulan Juni 2004 diramalkan permintaan sebesar 147698 meter
- Bulan Juli 2004 diramalkan permintaan sebesar 147318 meter
- Bulan Agustus 2004 diramalkan permintaan sebesar 147065 meter
- Bulan September 2004 diramalkan permintaan sebesar 146898 meter
- Bulan Oktober 2004 diramalkan permintaan sebesar 146786 meter
- Bulan November 2004 diramalkan permintaan sebesar 146712 meter
- Bulan Desember 2004 diramalkan permintaan sebesar 146663 meter

5.1.2 Penentuan jumlah produksi menggunakan Program dinamis

1. Kain Grey Ps.217

- Bulan Januari 2004-November 2004, setiap bulan perusahaan memproduksi sebesar 147000 meter.
- Bulan Desember 2004 perusahaan memproduksi sebesar 112827 meter.

Dengan total biaya produksi selama 1 (satu) tahun sebesar Rp 4.905.833.529,-

2. Kain Grey Ps.219

- Bulan Januari 2004-November 2004, setiap bulan perusahaan memproduksi sebesar 147000 meter.
- Bulan Desember 2004 perusahaan memproduksi sebesar 117151 meter.

Dengan total biaya produksi selama 1 (satu) tahun sebesar Rp 4.383.655.538,-

5.2 Saran

1. Dalam memahami metode ARIMA Box-Jenkins diperlukan kajian yang hati-hati, namun sejak adanya teknologi komputer yang semakin canggih maka pengerjaan dalam berbagai perhitungan dapat dikerjakan dengan cepat. .
2. Untuk menganalisis masalah-masalah yang mengandung ketidakpastian seperti penentuan volume produksi, sangat tepat bila PT. Primissima menggunakan pendekatan program dinamis. Hal ini terlihat dengan adanya

pengaruh yang erat antara jumlah permintaan terhadap penentuan jumlah produksi yang berimbang pada total biaya produksi, sehingga penambahan ataupun pengurangan jumlah produksi dapat lebih terkendali.

3. Untuk rencana jangka panjang sebaiknya perusahaan meningkatkan kapasitas produksi kain, misalnya dengan penambahan mesin baru dan rencana jangka pendek perusahaan menggunakan sisa-sisa produksi bulan lalu atau mungkin melakukan subkontrak, sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan apabila jumlah permintaan jauh berada diatas kapasitas produksi.



DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang, S ; 1988, **Kalkulasi dan Pengendalian Biaya Produksi**, Binarupa aksara, Jakarta.
2. Dimiyati, A. Dimiyati, T ; 1987, **Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan**, Sinar Baru , Bandung.
3. Hillier, F. Lieberman, G ; 1994, **Pengantar Riset Operasi**, jilid 1, Erlangga, Jakarta.
4. Makridakis, S. dkk ; 1999. **Metode dan Aplikasi Peramalan**, jilid 1, Erlangga, Jakarta.
5. Makridakis, S. dkk ; 1999. **Metode dan Aplikasi Peramalan**, jilid 2, Erlangga, Jakarta.
6. Soejoeti, Z ; 1987, **Analisis Runtun Waktu**, Karunika, Jakarta.
7. Taha, H ; 1996. **Riset Operasi Suatu Pengantar**, jilid 1, Binarupa Aksara, Jakarta.
8. Yamit, Z ; 1993, **Manajemen Kuantitatif Untuk Bisnis (Operations Research)**, BPFE, Yogyakarta.

Lampiran - lampiran



Lampiran 1.

Data volume penjualan kain Grey Ps.217 untuk periode Januari 1998 sampai dengan Desember 2003

Bulan	volume penjualan (m)	Bulan	volume penjualan (m)	Bulan	volume penjualan (m)
Januari '98	156060,9	Januari '00	131054,2	Januari '02	152190
Februari	101413,6	Februari	185512,9	Februari	109200
Maret	164192,7	Maret	141080	Maret	158480
April	139163,2	April	107948,3	April	172170
Mei	182576	Mei	135270	Mei	117881,4
Juni	129984,8	Juni	165494,9	Juni	170714,1
Juli	121818,4	Juli	118678,6	Juli	150340,3
Agustus	156548,8	Agustus	121976	Agustus	184366,9
September	119789,2	September	161357,4	September	153766,2
Oktober	170302	Oktober	111227,9	Oktober	140556,4
November	146097,2	November	148463	November	182178
Desember	176804	Desember	134672,1	Desember	135648,2
Januari '99	156,311	Januari '01	173975,4	Januari '03	112015
Februari	140250,6	Februari	130009	Februari	172630
Maret	120982,5	Maret	188869	Maret	155239,2
April	102340	April	117949	April	113929
Mei	150930	Mei	142970	Mei	184445,1
Juni	118300	Juni	155130	Juni	117192
Juli	162859,4	Juli	172109,1	Julis	185719,7
Agustus	158949,7	Agustus	155683,6	Agustus	135842
September	184466,5	September	160230	September	146500
Oktober	151616,1	Oktober	130352,2	Oktober	186231,2
November	147885,4	November	181460	November	131547,9
Desember	122780	Desember	152330	Desember	127507,3

Sumber : Data perusahaan

Data volume penjualan kain Grey Ps.219 untuk periode Januari 1998 sampai dengan Desember 2003

Bulan	volume penjualan (m)	Bulan	volume penjualan (m)	Bulan	volume penjualan (m)
Januari '98	152640,1	Januari '00	133257	Januari '02	109829,4
Februari	106888	Februari	184972,3	Februari	116946,2
Maret	164688	Maret	150864,6	Maret	159907,7
April	147696	April	106896,9	April	172787,3
Mei	181696	Mei	130048,4	Mei	107406,7
Juni	122636	Juni	163112,5	Juni	169040,6
Juli	124392	Juli	111892,5	Juli	157358,4
Agustus	155928	Agustus	120667,8	Agustus	181566,3
September	117248	September	180736,9	September	156077,9
Oktober	176076	Oktober	110574,9	Oktober	142372,1
November	142788	November	146507,4	November	182755,6
Desember	176224	Desember	130049,4	Desember	131478,2
Januari '99	157284,3	Januari '01	185036,1	Januari '03	114708,2
Februari	144279,5	Februari	120433,6	Februari	120304,6
Maret	121695,6	Maret	180663,4	Maret	155653,4
April	149973,3	April	127662,1	April	116959
Mei	150415,3	Mei	141142,1	Mei	179906
Juni	110303,7	Juni	156310,4	Juni	110303,7
Juli	162680	Juli	163141,6	Juli	170446,3
Agustus	153794,3	Agustus	161376,1	Agustus	130805
September	180736,9	September	156077,9	September	159357
Oktober	158257,5	Oktober	133473,1	Oktober	184191,6
November	146507,4	November	183311,4	November	119129,6
Desember	120667,8	Desember	154565,9	Desember	109471,4

sSumber : Data perusahaan

Lampiran 2.

Hasil estimasi parameter model ARIMA untuk data volume penjualan kain Grey Ps 217 yang memenuhi syarat uji *overall* dan uji parsial

Pemodelan ARIMA (1,0,1)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.1720	0.4182	-0.41	0.682
MA 1	0.1193	0.4220	0.28	0.778
Constant	172655	2.444	70.65	0.000
Mean	147318	2.085		

Number of observations: 72

Residuals: SS = 38233.0 (backforecasts excluded)
MS = 554.1 DF = 69

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	4.1	12.8	20.5	31.0
DF	9	21	33	45
P-Value	0.908	0.916	0.956	0.945

Pemodelan ARIMA (0,0,1)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	0.2858	0.1151	2.48	0.015
Constant	147353	1.969	74.82	0.000
Mean	147353	1.969		

Number of observations: 72

Residuals: SS = 38286.2 (backforecasts excluded)
MS = 546.9 DF = 70

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	4.1	12.3	19.7	30.9
DF	10	22	34	46
P-Value	0.945	0.950	0.976	0.958

Pemodelan ARIMA (1,0,0)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.2823	0.1152	-2.45	0.017
Constant	188875	2.755	68.55	0.000
Mean	147291	2.149		

Number of observations: 72

Residuals: SS = 38258.0 (backforecasts excluded)
MS = 546.5 DF = 70

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

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	4.1	13.2	21.2	31.1
DF	10	22	34	46
P-Value	0.943	0.926	0.958	0.954

Hasil estimasi parameter model ARIMA untuk data volume penjualan kain Grey
Ps 219 yang memenuhi syarat uji *overall* dan uji parsial

Pemodelan ARIMA (1 0 1)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.6639	0.1067	6.22	0.000
MA 1	0.9656	0.0633	15.25	0.000
Constant	49259.9	0.1806	272.75	0.000
Mean	146566	0.537		

Number of observations: 72
Residuals: SS = 37606.0 (backforecasts excluded)
MS = 545.0 DF = 69

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

Lag	Chi-Square	DF	P-Value
12	24	36	48
6.1	18.7	27.8	40.1
9	21	33	45
0.726	0.607	0.722	0.678

Pemodelan ARIMA (1,0,0)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	-0.2437	0.1179	-2.07	0.042
Constant	181766	2.850	63.79	0.000
Mean	146152	2.291		

Number of observations: 72
Residuals: SS = 40915.2 (backforecasts excluded)
MS = 584.5 DF = 70

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

Lag	Chi-Square	DF	P-Value
12	24	36	48
7.4	21.8	31.2	47.6
10	22	34	46
0.683	0.471	0.608	0.409

Pemodelan ARIMA (0,0,1)

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T	P
MA 1	0.3118	0.1161	2.68	0.009
Constant	146265	1.949	75.04	0.000
Mean	146265	1.949		

Number of observations: 72
Residuals: SS = 40323.9 (backforecasts excluded)
MS = 576.1 DF = 70

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

Lag	Chi-Square	DF	P-Value
12	24	36	48
7.0	19.4	29.2	44.4
10	22	34	46
0.722	0.622	0.700	0.540

Lampiran 3.

Ramalan permintaan kain grey Ps 217 (tahun 2003)

Forecasts from period 60

Period	Forecast	95 Percent Limits		Actual
		Lower	Upper	
61	150578	104747	196409	112015
62	146363	98741	193985	172630
63	147553	99791	195315	155239
64	147217	99444	194990	113929
65	147312	99538	195086	184445
66	147285	99511	195059	117192
67	147293	99518	195067	185720
68	147290	99516	195065	135842
69	147291	99517	195065	146500
70	147291	99517	195065	186231
71	147291	99517	195065	131548
72	147291	99517	195065	127507

Ramalan permintaan kain grey Ps 217 (tahun 2004)

Forecasts from period 72

Period	Forecast	95 Percent Limits	
		Lower	Upper
73	152876	107046	198707
74	145714	98092	193336
75	147736	99974	195498
76	147165	99392	194938
77	147326	99552	195100
78	147281	99507	195055
79	147294	99520	195068
80	147290	99516	195064
81	147291	99517	195065
82	147291	99517	195065
83	147291	99517	195065
84	147291	99517	195065

Ramalan permintaan kain grey Ps 219 (tahun 2003)

Forecasts from period 60

Period	Forecast	95 Percent Limits		Actual
		Lower	Upper	
61	127835	82068	173601	114708
62	134130	86326	181935	120305
63	138310	89634	186986	155653
64	141085	92030	190140	116959
65	142927	93706	192148	179906
66	144150	94856	193444	110304
67	144962	95636	194288	170446
68	145501	96161	194842	130805
69	145859	96513	195206	159357
70	146097	96748	195446	184192
71	146255	96904	195605	119130
72	146360	97009	195711	109471

Ramalan permintaan kain grey Ps 219 (tahun 2004)

Forecasts from period 72

Period	Forecast	95 Percent Limits	
		Lower	Upper
73	155342	109575	201108
74	152392	104588	200197
75	150434	101759	199110
76	149134	100080	198189
77	148271	99050	197492
78	147698	98404	196992
79	147318	97992	196644
80	147065	97725	196406
81	146898	97551	196244
82	146786	97437	196136
83	146712	97362	196063
84	146663	97312	196014

Lampiran 4.

Pemisahan unsur biaya tetap dan biaya variabel pada Biaya overhead pabrik untuk kain Grey Ps 217

The regression equation is

$$\text{bop} = 3824404 + 194.595 \text{ prod}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3824404	2986526	1.28	0.229
prod	194.60	17.89	10.88	0.000

S = 2723530 R-Sq = 92.2% R-Sq(adj) = 91.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	8.77695E+14	8.77695E+14	118.33	0.000
Residual Error	10	7.41762E+13	7.41762E+12		
Total	11	9.51871E+14			

Unusual Observations

Obs	prod	bop	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
12	62779	13158761	16040984	1925892	-2882222	-1.50 X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Pemisahan unsur biaya tetap dan biaya variabel pada Biaya overhead pabrik untuk Grey Ps 219

The regression equation is

$$\text{bop} = 2886244 + 167.471 \text{ prod}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2886244	4085731	0.71	0.496
prod	167.47	25.08	6.68	0.000

S = 2487988 R-Sq = 81.7% R-Sq(adj) = 79.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.76076E+14	2.76076E+14	44.60	0.000
Residual Error	10	6.19008E+13	6.19008E+12		
Total	11	3.37977E+14			

Unusual Observations

Obs	prod	bop	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
12	248319	43985912	44472551	2318991	-486639	-0.54 X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

**Pemisahan unsur biaya tetap dan biaya variabel pada Biaya tenaga kerja langsung
untuk Grey Ps 217**

The regression equation is

$$btkl = 668898 + 78.875 \text{ prod}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	668898	1282863	0.52	0.613
prod	78.875	7.684	10.26	0.000

S = 1169893 R-Sq = 91.3% R-Sq(adj) = 90.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1.44197E+14	1.44197E+14	105.36	0.000
Residual Error	10	1.36865E+13	1.36865E+12		
Total	11	1.57884E+14			

Unusual Observations

Obs	prod	btkl	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	196311	13495874	16152918	432951	-2657045	-2.44R
12	62779	5837209	5620618	827268	216591	0.26 X

R denotes an observation with a large standardized residual

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

**Pemisahan unsur biaya tetap dan biaya variabel pada Biaya tenaga kerja langsung
untuk produk Kain Grey Ps 219**

The regression equation is

$$btkl = -2210581 + 84.724 \text{ prod}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-2210581	1530280	-1.44	0.179
prod	84.724	9.392	9.02	0.000

S = 931857 R-Sq = 89.1% R-Sq(adj) = 88.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	7.06585E+13	7.06585E+13	81.37	0.000
Residual Error	10	8.68358E+12	8.68358E+11		
Total	11	7.93421E+13			

Unusual Observations

Obs	prod	btkl	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	157284	9137917	11115215	270582	-1977298	-2.22R
12	248319	19512074	18828079	868561	683995	2.03RX

R denotes an observation with a large standardized residual

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Lampiran 5.

▪ Penentuan jumlah produksi optimum kain Grey Ps 217 tahun 2004

S1 = 152876

I1	I0	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	42019	110857	313863881.25	0.00	0	0.00	313863881.25
36143	42019	147000	416193750.00	757557.28	36143	0.00	416951307.28

S2 = 145714

I2	I1	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	0	145714	412552762.5	0	0	313863881.25	726416643.75
1286	0	147000	416193750	26954.56	1286	313863881.25	730084585.81
0	36143	109571	310222893.8	0	0	416951307.28	727174201.03
37429	36143	147000	416193750	784511.84	37429	416951307.28	833929569.12

S3 = 147736

I3	I2	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	726416643.75	tidak dihitung
0	1286	146450	414636562.5	0	0	730084585.81	1144721148.31
550	1286	147000	416193750	11528	550	730084585.81	1146289863.81
0	37429	110307	312306693.8	0	0	833929569.12	1146236262.87
36693	37429	147000	416193750	769085.28	36693	833929569.12	1250892404.40

S4 = 147165

I4	I3	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	1144721148.31	tidak dihitung
0	550	146615	415103718.8	0	0	1146289863.81	1561393582.56
385	550	147000	416193750	8069.6	385	1146289863.81	1562491683.41
0	36693	110472	312773850	0	0	1250892404.40	1563666254.40
36528	36693	147000	416193750	765626.88	36528	1250892404.40	1667851781.28

S5 = 147326

I5	I4	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	1561393582.56	tidak dihitung
0	385	146941	416026706.3	0	0	1562491683.41	1978518389.66
59	385	147000	416193750	1236.64	59	1562491683.41	1978686670.05
0	36528	110798	313696837.5	0	0	1667851781.28	1981548618.78
36202	36528	147000	416193750	758793.92	36202	1667851781.28	2084804325.20

S6 = 147281

I6	I5	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	1978518389.66	tidak dihitung
-	59	147000	416193750	-	-	1978686670.05	tidak dihitung
0	36202	111079	314492418.8	0	0	2084804325.20	2399296743.95
35921	36202	147000	416193750	752904.16	35921	2084804325.20	2501750979.36

S7 = 147294

i7	i6	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	2399296743.95	tidak dihitung
0	35921	111373	315324806.3	0	0	2501750979.36	2817075785.61
35627	35921	147000	416193750	746741.92	35627	2501750979.36	2918691471.28

S8 = 147290

i8	i7	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	2817075785.61	tidak dihitung
0	35627	111663	316145868.8	0	0	2918691471.28	3234837340.03
35337	35627	147000	416193750	740663.52	35337	2918691471.28	3335625884.80

S9 = 147291

i9	i8	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	3234837340.03	tidak dihitung
0	35337	111954	316969762.5	0	0	3335625884.80	3652595647.30
35046	35337	147000	416193750	734564.16	35046	3335625884.80	3752554198.96

S10 = 147291

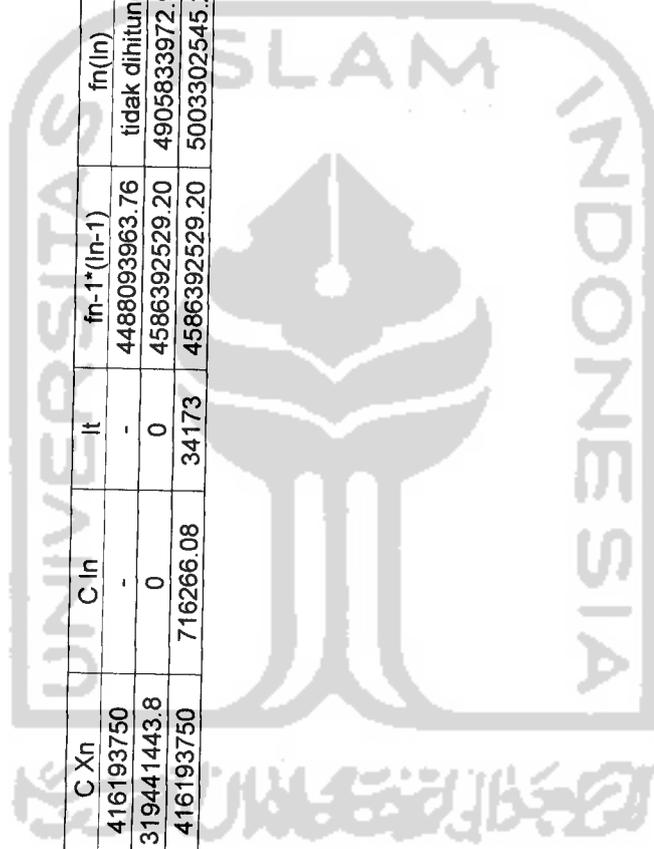
i10	i9	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	416193750	-	-	3652595647.30	tidak dihitung
0	35046	112245	317793656.3	0	0	3752554198.96	4070347855.21
34755	35046	147000	416193750	728464.8	34755	3752554198.96	4169476413.76

S11 = 147291

I11	I10	Xn	C Xn	C In	It	fn-1*(In-1)	fn(In)
-	0	147000	416193750	-	-	4070347855.21	tidak dihitung
0	34755	112536	318617550	0	0	4169476413.76	4488093963.76
34464	34755	147000	416193750	722365.44	34464	4169476413.76	4586392529.20

S12 = 147291

I12	I11	Xn	C Xn	C In	It	fn-1*(In-1)	fn(In)
-	0	147000	416193750	-	-	4488093963.76	tidak dihitung
0	34464	112827	319441443.8	0	0	4586392529.20	4905833972.95
34173	34464	147000	416193750	716266.08	34173	4586392529.20	5003302545.28



▪ Penentuan jumlah produksi optimum kain Grey Ps 219 tahun 2004

S1 = 155342

I1	Io	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	50562	104780	264423855.80	0	0	0	264423855.80
42220	50562	147000	370970670.00	888308.8	42220	0	371858978.80

S2 = 152392

I2	I1	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	264423855.80	tidak dihitung
0	42220	110172	278031160.9	0	0	371858978.80	649890139.72
36828	42220	147000	370970670	774861.1	36828	371858978.80	743604509.92

S3 = 150434

I3	I2	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	649890139.72	tidak dihitung
0	36828	113606	286697237.7	0	0	743604509.92	1030301747.58
33394	36828	147000	370970670	702609.8	33394	743604509.92	1115277789.68

S4 = 149134

I4	I3	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	1030301747.58	tidak dihitung
0	33394	115740	292082621.4	0	0	1115277789.68	1407360411.08
31260	33394	147000	370970670	657710.4	31260	1115277789.68	1486906170.08

S5 = 148271

I5	I4	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	128844	325152006.8	-	-	1407360411.08	tidak dihitung
0	31260	117011	295290129.7	0	0	1486906170.08	1782196299.79
29989	31260	147000	370970670	630968.6	29989	1486906170.08	1858507808.64

S6 = 147698

I6	I5	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	2022545284.13	tidak dihitung
0	29989	117709	297051609.5	0	0	1858507808.64	2155559418.13
29291	29989	147000	370970670	616282.6	29291	1858507808.64	2230094761.28

S7 = 147318

I7	I6	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	2441164754.79	tidak dihitung
0	29291	118027	297854117.5	0	0	2230094761.28	2527948878.75
28973	29291	147000	370970670	609591.9	28973	2230094761.28	2601675023.20

S8 = 147065

I8	I7	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
-	0	147000	370970670	-	-	2858693720.37	tidak dihitung
0	28973	118092	298018152.1	0	0	2601675023.20	2899693175.32
28908	28973	147000	370970670	608224.3	28908	2601675023.20	2973253917.52

S9 = 146898

I9	I8	Xn	C.Xn	C.ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	0	146898	370713261.8	0	0	3275499714.42	3646212976.20
102	0	147000	370970670	2146.08	102	3275499714.42	3646472530.50
0	28908	117990	297760743.9	0	0	2973253917.52	3271014661.42
29010	28908	147000	370970670	610370.4	29010	2973253917.52	3344834957.92

S10 = 146786

I10	I9	Xn	C.Xn	C.ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	0	146786	370430617.5	0	0	3646212976.20	4016643593.66
214	0	147000	370970670	4502.56	214	3646212976.20	4017188148.76
0	102	146684	370173209.2	0	0	3646472530.50	4016645739.74
316	102	147000	370970670	6648.64	316	3646472530.50	4017449849.14
0	29010	117776	297220691.4	0	0	3344834957.92	3642055649.28
29224	29010	147000	370970670	614873	29224	3344834957.92	3716420500.88

S11 = 146712

I11	I10	Xn	C.Xn	C.ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	0	146712	370243870.3	0	0	4016643593.66	4386887463.98
288	0	147000	370970670	6059.52	288	4016643593.66	4387620323.18
0	214	146498	369703817.8	0	0	4017188148.76	4386891966.54
502	214	147000	370970670	10562.08	502	4017188148.76	4388169380.84
0	316	146396	369446409.6	0	0	4017449849.14	4386896258.70
604	316	147000	370970670	12708.16	604	4017449849.14	4388433227.30
0	29224	117488	296493891.7	0	0	3716420500.88	4012914392.56
29512	29224	147000	370970670	620932.5	29512	3716420500.88	4088012103.36

S12 = 146663

I12	I11	Xn	C Xn	C ln	It	fn-1*(ln-1)	fn(ln)
0	0	146663	370120213.4	0	0	438687463.98	4757007677.41
337	0	147000	370970670	7090.48	337	438687463.98	4757865224.46
0	288	146375	369393413.8	0	0	4387620323.18	4757013736.93
625	288	147000	370970670	13150	625	4387620323.18	4758604143.18
0	502	146161	368853361.2	0	0	4388169380.84	4757022742.05
839	502	147000	370970670	17652.56	839	4388169380.84	4759157703.40
0	604	146059	368595953	0	0	4388433227.30	4757029180.29
941	604	147000	370970670	19798.64	941	4388433227.30	4759423695.94
0	29512	117151	295643435.1	0	0	4088012103.36	4383655538.47
29849	29512	147000	370970670	628023	29849	4088012103.36	4459610796.32

