

19.131/ITS/14/2003



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR

555

ANALISIS PERMINTAAN DAN PENGENDALIAN
PERSEDIAAN BAHAN BAKU *MINI PANCAKE* KASET
PANAREC DENGAN SISTEM *MATERIAL REQUIREMENT*
PLANNING (MRP) DI PT PANGGUNG *ELECTRIC*
CORPORATION SIDOARJO



RST
519.55
saf
a-1
2003

Oleh :

GALUH INDRI SAFITRI

1399.100.039

PERPUSTAKAAN
ITS

Tgl. Terima	19-8-2003
Terima Dari	1/
No. Agenda Prp.	818842

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2003

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERMINTAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU *MINI PANCAKE* KASET *PANAREC* DENGAN SISTEM *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)* DI PT PANGGUNG *ELECTRIC CORPORATION* SIDOARJO

Disusun Oleh :

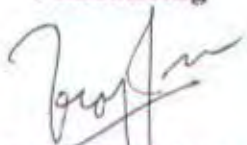
GALUH INDRI SAFITRI

1399.100.039

Surabaya, Agustus 2003

Menyetujui,

Pembimbing



Drs. Brodjot Sutije Ulama, M.Si

Nip. 131 879 383

Co-Pembimbing



Dra. Lucia Aridinanti, MT.

Nip. 131 652 211

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika ITS



Drs. H. Nur Iriawan, M.IKom, Ph.D.

NIP. 131 782 011

ABSTRAK

Peramalan terhadap permintaan suatu produk dapat membantu perusahaan dalam merencanakan dan mengendalikan persediaan bahan baku yang dibutuhkan. Salah satu masalah dalam persediaan bahan baku adalah persediaan bahan baku berupa komponen tertentu yang diproduksi dan dipakai sendiri sebagai sub-komponen suatu produk jadi oleh sebuah perusahaan. Dalam hal ini, komponen harus dibuat lebih dahulu dengan kecepatan produksi yang tetap, kemudian digunakan dalam proses produksi lebih lanjut.

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di PT Panggung Electric Corporation dengan variable yang diteliti adalah nilai permintaan kaset PANAREC tipe C-46, C-60, dan C-90. Salah satu bahan baku kaset PANAREC yaitu sub-komponen *Mini Pancake* yang harus diproduksi sendiri terlebih dahulu. Sub-komponen *Mini Pancake* terdiri dari *Hub*, *Clamping*, *Magnetic Tape*, *Leader Tape*, dan *Splicing*. Bahan baku *Hub* dan *Clamping* diproduksi sendiri oleh pihak perusahaan sedangkan sisanya diperoleh dari pihak diluar perusahaan. Penyediaan *Mini Pancake* yang cukup akan sangat membantu kelancaran proses *assembling* kaset.

Untuk dapat mengetahui tingkat kebutuhan *Mini Pancake* diperlukan analisis *time series* terhadap data permintaan kaset PANAREC. Dari analisis *time series* akan didapatkan model peramalan yang hasilnya dapat dibuat perencanaan kebutuhan bahan baku dengan menggunakan metode Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning*, MRP) yang menggunakan empat ukuran lot yaitu EOQ, *Lot For Lot*, PPB, dan POQ.

Dari analisis *time series* didapatkan model permintaan kaset tipe C-46 adalah AR (1). Dari hasil peramalan dengan menggunakan model tersebut diramalkan permintaan kaset tipe C-46 pada bulan April-Desember 2003 akan mengalami kenaikan. Model permintaan kaset tipe C-60 adalah AR (1) dan diramalkan permintaan kaset tipe C-60 pada bulan April-Desember 2003 akan menurun. Model permintaan kaset tipe C-90 adalah AR ([4]) dengan hasil ramalan yang menunjukkan permintaan kaset tipe tersebut pada bulan April-Desember 2003 akan mengalami fluktuasi.

Dari analisis MRP didapatkan ukuran lot *Lot For Lot* menunjukkan biaya persediaan yang minimum untuk empat bahan baku *Mini Pancake*, yaitu *Hub*, *Clamping*, *Magnetic Tape tipe C-60a*, *Magnetic Tape tipe C-60b*, dan *Leader tape*. Sedangkan ukuran lot PPB menunjukkan biaya persediaan yang minimum untuk bahan baku *Magnetic tape tipe C-90*. Persediaan bahan baku *Splicing* dapat mencukupi kebutuhan sampai akhir 2003 sehingga tidak dilakukan pemesanan. Ukuran lot POQ tidak digunakan untuk menghitung perencanaan bahan baku karena penentuan ukuran lot tidak dapat ditentukan secara sembarang. Metode POQ hanya digunakan untuk menghitung banyak pemesanan dan pembuatan dalam setahun serta interval waktunya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas berkat dan pertolonganNya, akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penelitian Tugas Akhir ini mengambil judul **"Analisis Permintaan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Mini Pancake Kaset PANAREC Dengan Sistem Material Requirment Planning (MRP) Di PT Panggung Electric Corporation Sidoarjo"**.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pada kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Sri Amijati, IBUKU TERSAYANG. Terima kasih telah banyak mendukung Galuh.
2. Bapak Wibowo, Ibu Sri Amijati, Mas Gembong, Dik Intan, selaku keluargaku tercinta.
3. Dosen pembimbing dan Co-pembimbing Tugas Akhir, Bapak Drs. Brodjol Sutijo U, Msi dan Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT.
4. Ketua Jurusan Statistika-ITS, Bapak Drs. Nur Irawan, M.Kom, Ph.D.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan Jurusan Statistika ITS.
6. Ibu Erni Juliatutik dan Bapak Prisdianto di Kantor unit 1A unit Media PT Panggung Electric Corporation, Sidoarjo.
7. Mas Agung dan Mbak Rini, thank you banget atas semua bantuannya.
8. Segenap staf dan karyawan PT Panggung Electric Corporation Sidoarjo.
9. Teman-teman satu perjuangan, yaitu Arlia, Mariun (Uun), Anik, Lintol (Lina), Lely (Thank's banget, ya Lel.), Khonik, Mihun (Muhin), Nencrut (Neni), Via, Karyo (Aryo), Yusi, Mak Wiek (Dwi), Bu Agus (Eka), Embul (Enik), Gandul (Liya), Heli, Yanti, Mas Hepi, Mas Sigit, Mas Yasid, Mbak Hafidah, Mbak Riza, teman-teman D3 1999 dan 2000, S1 1998, dan lain-lain.

10. Ikapus, Imam, Vera, Ningrum, Ucik (Suci), David, Reni, Net (Diah), Nurul, Rizki, Bu Jempol (Farida), Heri (Nich anak udah lulus duluan), Mirza, Jerry, Rudy, Andri, Plekenik (Ninik), Qo Ming Tse (Eko), Artisku (Elly), Upik (Lutfi), Rika, Yuli jilbab, Si Nyoman, Hanny, Hadju, Antok, Dono (Dana), Wicak, Bayi Promil (Bayu), Yuli Gondrong, Tedjo (Wigit), dan YantiSuk, teman-temanku thank you atas kenangan yang tak terlupakan.
11. Jajaran Dewan Direksi Multivariate Plus (Via, Dana, Elly, dan Uun), tetaplah menjaga keakraban diantara kita dan merawat kecantikan masing-masing.
12. Mas Anwar, Keluarga Om dan Tante di Petemon dan Sidoarjo, Keluarga Budhe di Perumdos, dan semua keluarga Galuh dimana saja.
13. Yudi dan Ilma, terima kasih telah menjadi pendukungku selalu.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perusahaan, para pembaca, maupun bagi peneliti-peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian yang sejenis.

Surabaya, Agustus 2003

Penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Asumsi Dan Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Dasar Peramalan.....	5
2.2 Metode Peramalan	5
2.3 Konsep Dasar Time series	7
2.4 Stasioneritas Dalam Time Series	8
2.5 Fungsi Autokovarians Dan Autokorelasi	9
2.6 Fungsi Autokorelasi Parsial	10
2.7 Proses White Noise	11
2.8 Model – Model Time Series.....	11
2.9 Prosedur Peramalan Arima Box-Jenkins	14
2.10 Pemeriksaan Kesesuaian Model	15
2.11 Overfitting	17
2.12 Seleksi Model	17

2.13 Sistem Persediaan	18
2.14 Material Requirement Planning	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Sumber Data	30
3.2 Struktur Produk.....	32
3.3 Variabel Penelitian	34
3.4 Langkah-Langkah Analisis	34
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-46.....	39
4.2 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-60.....	43
4.3 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-90.....	46
4.4 Analisis Sistem Persediaan.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Transformasi Box and Cox	9
Tabel 2.2 Kriteria Pendugaan Model ARIMA	14
Tabel 2.3 Proses Pengolahan MRP	29
Tabel 3.1 Data Persediaan <i>Mini Pancake</i> 30 Maret 2003.....	30
Tabel 3.2 Persediaan Bahan Baku Pembuatan <i>Mini Pancake</i> 30 Maret 2003.....	31
Tabel 4.1 Seleksi Model Data Permintaan Kaset Tipe C-46	43
Tabel 4.2 Seleksi Model Data Permintaan Kaset Tipe C-60	47
Tabel 4.3 Rencana Produksi Kaset Bulanan Dalam Satuan Unit	50
Tabel 4.4 Kebutuhan <i>Mini Pancake</i> Tipe C-46 Bulan April-Desember 2003.....	51
Tabel 4.5 Kebutuhan <i>Mini Pancake</i> Tipe C-60 Bulan April-Desember 2003.....	51
Tabel 4.6 Kebutuhan <i>Mini Pancake</i> Tipe C-90 Bulan April-Desember 2003.....	51
Tabel 4.7 <i>Bill Of Material Mini Pancake</i> Tipe C-46	52
Tabel 4.8 <i>Bill Of Material Mini Pancake</i> Tipe C-60	52
Tabel 4.9 <i>Bill Of Material Mini Pancake</i> Tipe C-90	52
Tabel 4.10 <i>Item Master Bahan Baku Hub</i>	53
Tabel 4.11 <i>Item Master Bahan Baku Clamping</i>	53
Tabel 4.12 <i>Item Master Bahan Baku MT Tipe C-60a dan C-60b</i>	54
Tabel 4.13 <i>Item Master Bahan Baku MT Tipe C-90</i>	54
Tabel 4.14 <i>Item Master Bahan Baku Splacing</i>	54
Tabel 4.15 Perhitungan Persediaan Bahan Baku <i>Splacing</i>	55
Tabel 4.16 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk <i>Hub</i>	56

Tabel 4.17 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk <i>Clamping</i>	58
Tabel 4.18 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk MT tipe C-60a	59
Tabel 4.19 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk MT tipe C-60b	60
Tabel 4.20 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk MT tipe C-90	62
Tabel 4.21 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk <i>Leader Tape</i>	63
Tabel 4.22 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk <i>Hub</i>	64
Tabel 4.23 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk <i>Clamping</i>	65
Tabel 4.24 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk MT C-60a	66
Tabel 4.25 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk MT C-60b	66
Tabel 4.26 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk MT C-90	67
Tabel 4.27 Sistem MRP dengan Ukuran Lot <i>Lot For Lot</i> Untuk <i>Leader Tape</i> ...	67
Tabel 4.28 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk <i>Hub</i>	68
Tabel 4.29 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk <i>Clamping</i>	69
Tabel 4.30 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-60a	70
Tabel 4.31 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-60b	71
Tabel 4.32 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-90	72
Tabel 4.33 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk <i>Leader Tape</i>	73
Tabel 4.34 Total Biaya Persediaan Untuk Metode EOQ, L-4-L, Dan PPB	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur produk Mini Pancake C-46	26
Gamabr 3.1 Struktur Produk <i>Mini Pancake</i> C-46	32
Gambar 3.2 Struktur Produk <i>Mini Pancake</i> C-60	33
Gambar 3.3 Struktur Produk <i>Mini Pancake</i> C-90	33
Gambar 3.4 Prosedur Pengolahan Data	38
Gambar 4.1 Plot Permintaan Kaset Tipe C-46	39
Gambar 4.2 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR(1) Untuk Tipe C-46	41
Gambar 4.3 Plot Residual Model MA(1) Untuk Tipe C-46	41
Gambar 4.4 Plot Permintaan Kaset Tipe C-60	44
Gambar 4.5 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR(1) Untuk Tipe C-60	45
Gambar 4.7 Plot Permintaan Kaset Tipe C-90	46
Gambar 4.8 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR(4) Untuk Tipe C-90	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1 Data Permintaan Kaset PANAREC Januari 1999-Maret 2003	84
Lampiran 2 Program ARIMA SAS Untuk Model AR (p) Dan MA (q)	85
Lampiran 3 Ouput Program ARIMA SAS Data Permintaan Kaset Tipe C-46	86
Lampiran 4 Ouput Program ARIMA SAS Data Permintaan Kaset Tipe C-60.....	90
Lampiran 5 Ouput Program ARIMA SAS Data Permintaan Kaset Tipe C-90	93

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peramalan sangat penting dilakukan dalam berbagai bidang usaha sejak prediksi kejadian-kejadian yang akan datang dilibatkan dalam proses pengambilan keputusan. Kecenderungan untuk dapat meramalkan peristiwa secara lebih tepat akan terus menerus memberikan dasar yang lebih baik bagi perencanaan. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Makridakis and Friends, 1999). Peramalan terhadap permintaan suatu produk dapat membantu perusahaan dalam merencanakan dan mengendalikan persediaan bahan baku yang dibutuhkan.

Masalah persediaan dalam sistem manufaktur lebih rumit bila dibandingkan dengan masalah pada sistem non manufaktur. Pada sistem manufaktur, ada hubungan langsung antara tingkat persediaan, jadwal produksi dan permintaan konsumen. Oleh karena itu perencanaan dan pengendalian persediaannya harus terintegrasi dengan peramalan permintaan. Pengembangan masalah dalam persediaan bahan baku adalah persediaan bahan baku berupa komponen tertentu yang diproduksi dan dipakai sendiri sebagai sub-komponen suatu produk jadi oleh sebuah perusahaan. Dalam hal ini, komponen harus dibuat lebih dahulu dengan kecepatan produksi yang tetap, kemudian digunakan dalam proses produksi lebih lanjut.

Kaset PANAREC yang diproduksi PT Panggung Electric Corporation sebagian besar diekspor ke negara-negara Timur Tengah dan Afrika. Salah satu bahan baku kaset PANAREC adalah sub-komponen yang harus diproduksi sendiri terlebih dahulu. Sub-komponen dimaksud adalah *Mini Pancake*. Penyediaan *Mini Pancake* yang cukup akan sangat membantu kelancaran proses *assembling* kaset. Persediaan bahan baku *Mini Pancake* akan sangat vital dalam proses produksi. Seringkali pihak konsumen mengajukan permintaan tambahan untuk bulan yang sama, padahal pihak perusahaan telah melakukan perencanaan bahan baku sesuai dengan pesanan awal, akibatnya perusahaan kesulitan untuk memenuhi kebutuhan tambahan bahan baku. Sehingga perusahaan melakukan pengalokasian bahan baku secara berlebihan. Namun dalam menentukan berapa besar kebutuhan tambahan bahan baku perusahaan tidak memiliki cara perhitungan secara pasti tetapi hanya berdasarkan perkiraan, akibatnya sering terjadi penumpukan bahan baku dan pada akhirnya dapat meningkatkan biaya persediaan.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dibentuk model permintaan melalui analisis *time series* sehingga dapat ditentukan nilai peramalan untuk periode yang akan datang. Selanjutnya dari hasil peramalan dapat dibuat perencanaan kebutuhan bahan baku dengan menggunakan metode Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning*, MRP).

1.2 Perumusan Masalah

Dengan gambaran latar belakang diatas maka permasalahan dalam penelitian Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan model dan meramalkan permintaan kaset PANAREC sembilan bulan kedepan, yaitu bulan April 2003 sampai dengan Desember 2003.
2. Bagaimana pengalokasian bahan baku sub-komponen *Mini Pancake* untuk memenuhi permintaan kaset PANAREC dengan sistem MRP yang ekonomis sembilan bulan kedepan, yaitu bulan April 2003 sampai dengan Desember 2003.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang ada, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan model permintaan kaset PANAREC dan meramalkan permintaan kaset PANAREC sembilan bulan kedepan.
2. Menentukan pengalokasian bahan baku sub-komponen *Mini Pancake* untuk memenuhi permintaan kaset PANAREC sembilan bulan kedepan dengan sistem MRP yang ekonomis.

1.4 Manfaat Penelitian

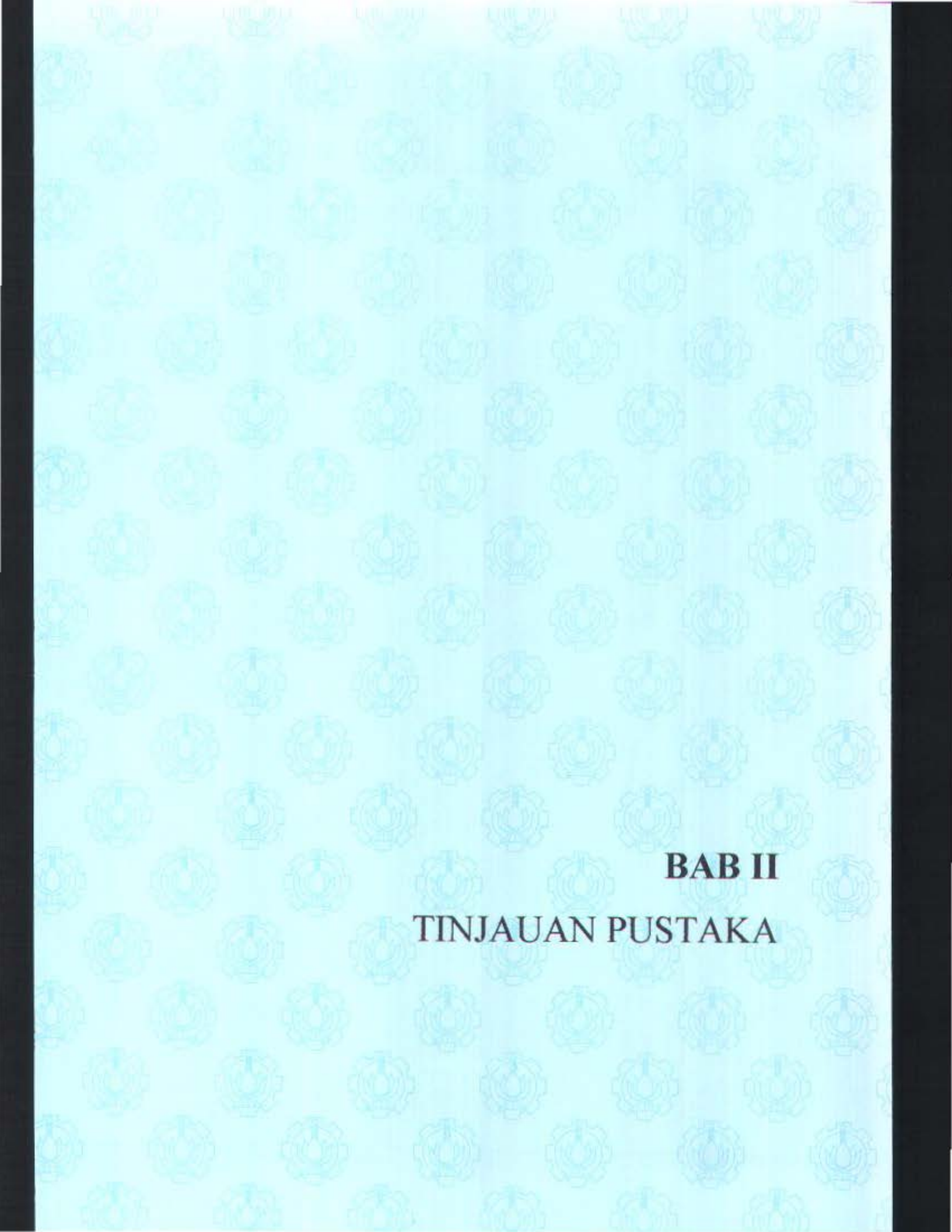
Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui estimasi permintaan produk kaset PANAREC berdasarkan model peramalan.
2. Mengetahui alokasi bahan baku sub-komponen *Mini Pancake* yang ekonomis.

1.5 Asumsi dan Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan mencapai target yang telah ditetapkan sebelumnya, maka arah penelitian ini harus difokuskan sehingga tidak melebar kemana-mana. Untuk itu diambil batasan yaitu tipe kaset yang menjadi obyek pengamatan adalah tipe C-46, C-60, dan C-90. Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Tidak ada efek intervensi selama kurun waktu untuk data yang dipergunakan untuk keperluan peramalan.
2. Jika persediaan bulan ini tidak terpakai akan digunakan untuk bulan berikutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Peramalan

Dalam dunia usaha apabila ingin mengetahui, melihat, dan mengkaji situasi dan kondisi dimasa mendatang perlu dilakukan peramalan. Proses untuk menaksir besar kebutuhan dimasa mendatang yang mencakup kebutuhan dalam segi kuantitas, waktu, sumber daya, dan biaya dalam rangka memenuhi permintaan konsumen inilah yang dimaksud dengan peramalan disini.

Dalam perencanaan produksi, peramalan merupakan kegiatan penyusunan ramalan tentang perkembangan jumlah produksi yang dihasilkan perusahaan pada waktu tertentu dimasa yang akan datang, sehingga penjualannya pun tidak mengalami gangguan yang berarti. Sedangkan dalam ramalan penjualan juga memperhatikan permintaan konsumen atau peluang pasar perusahaan, rencana pemasaran, rencana produksi, dan rencana keuangan. Kegunaan dari peramalan penjualan antara lain membantu kegiatan perencanaan dan pengendalian produksi secara efektif dan efisien, sebagai pedoman dalam melakukan aktivitas pengendalian persediaan dan sumber daya yang dimiliki perusahaan, dan lain-lain.

2.2 Metode Peramalan

Pemilihan metode peramalan yang akan digunakan dalam kegiatan peramalan sangatlah tergantung pada kegiatan yang dilakukan, horizon waktu peramalan, ketersediaan dalam segi waktu, sumber daya, biaya, dan berbagai

aspek yang muncul. Metode peramalan pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu (Buffa, 1996) :

1. Metode Peramalan Kualitatif, yaitu metode yang mengandalkan opini para ahli atau estimasi subyektif dalam rangka meramalkan masa depan. Penggunaan pertimbangan dalam peramalan sekilas nampak tidak ilmiah. Tetapi bila data masa lalu tidak tersedia atau tidak mencerminkan masa depan, tidak banyak alternatif yang dapat digunakan selain menggunakan opini para ahli tersebut.
2. Metode Peramalan Kuantitatif, yaitu metode yang menggunakan metode-metode sistematis, seperti metode deret berkala (*time series*) dan metode penjelasan (*explanatory*). Dalam metode *time series* prediksi masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu, dengan tujuan untuk menemukan pola dalam deret data historis. Sedangkan metode peramalan *explanatory* mengasumsikan bahwa permintaan suatu produk tergantung pada beberapa faktor independen misalnya harga, iklan, harga pesaing, dan lain-lain. Metode ini menetapkan hubungan antara variabel yang diramal dengan variabel independen. Yang termasuk dalam metode peramalan kuantitatif adalah metode *Moving Average*, *Decomposition*, *Exponential Smoothing*, dan model *time series* Box-Jenkins. Metode peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi sebagai berikut:
 1. Tersedianya informasi masa lalu
 2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik

3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlangsung dimasa mendatang.

2.3 Konsep Dasar Time Series

Time Series adalah serangkaian nilai yang berlangsung secara kontinyu dari suatu proses terhadap suatu variable yang diperoleh pada titik waktu yang berbeda menurut urutan kejadian dengan selang waktu yang sama dan pengamatan tersebut merupakan pengamatan yang saling berkorelasi atau dengan kata lain pada metode *time series* ini tiap pengamatannya diambil dari suatu variabel berkorelasi linear dengan variabel itu sendiri, pada waktu sebelumnya secara dinamis, sehingga dengan dasar tersebut analisis *time series* berguna untuk model peramalan.

Salah satu asumsi yang penting dari data deret waktu adalah *time series* dibangkitkan dari suatu proses stokastik, artinya rangkaian pengamatan *time series* nilainya tidak dapat dirumuskan secara pasti, tetapi dapat dirumuskan dengan pendekatan probabilistik dengan setiap nilai dari suatu rangkaian pengamatan tersebut yang berasal dari suatu variabel random dengan distribusi tertentu. Secara umum data deret waktu pada saat $t_1, t_2, \dots, t_n$ berupa variable random $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ dengan fungsi distribusi probabilitas $P(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$ (Wei, 1990).

2.4 Stasioneritas Dalam Time Series

Time series dikatakan stasioner apabila bentuk distribusi bersama dari pengamatan $Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_n}$ yang dilakukan pada urutan waktu $t_1, t_2, \dots, t_n$ sama dengan bentuk distribusi terpadu dari pengamatan $Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_n+k}$ atau dengan kata lain dapat dituliskan:

$$P(Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_n}) = P(Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_n+k}) \quad (2.1)$$

Jika suatu deret berkala bersifat stasioner, maka mean μ , varians σ^2 , dan kovariansnya γ_k tidak terpengaruh oleh waktu pengamatan, sehingga (Box and Jenkins, 1976):

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad (2.2)$$

$$E(Z_t - \mu) = E(Z_{t+k} - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2.3)$$

$$E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)] = E[(Z_{t+m} - \mu)(Z_{t+m+k} - \mu)] = \gamma_k \quad (2.4)$$

Deret waktu yang tidak stasioner dalam mean berarti memiliki mean yang tidak konstan atau meannya terpengaruh oleh waktu pengamatan. Cara yang digunakan untuk mengatasi keadaan non stasioner dalam mean yaitu melakukan pembedaan (*differencing*) terhadap deret berkala.

Deret berkala yang tidak stasioner dalam varians berarti mempunyai varians yang tidak konstan atau variansnya terpengaruh oleh waktu dan dapat diatasi dengan mentransformasi data. Transformasi yang menstabilkan varians dikenalkan oleh Box and Cox (Box and Cox, 1964), dimana transformasi tersebut

$$\text{adalah : } T(Z_t) = Z_t^{(\lambda)} = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.5)$$

dengan λ adalah parameter transformasi. Nilai λ dan transformasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Transformasi Box and Cox

Nilai λ	Transformasi
-1.0	$\frac{1}{Z_t}$
-0.5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0.0	$\ln Z_t$
0.5	$\sqrt{Z_t}$
1.0	Z_t

Suatu proses yang stasioner dalam mean tidak perlu stasioner dalam varians. Bagaimanapun juga, suatu proses yang tidak stasioner dalam mean juga tidak akan stasioner dalam varians (Wei,1990).

2.5 Fungsi Autokovarian Dan Autokorelasi

Dalam sebuah proses stokastik fungsi rata-rata didefinisikan sebagai $\mu_t = E(Z_t)$ untuk $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. Dimana μ_t adalah nilai harapan dari proses pada waktu ke t . Pada proses stasioner, Z_t mempunyai mean dan varians yang konstan, dan kovarians merupakan fungsi perbedaan waktu $|t-s|$. Sehingga fungsi autokovarians antara Z_t dan Z_{t+k} sebagai berikut (Wei, 1990) :

$$\gamma_k = \text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) \quad (2.6)$$



Sedangkan fungsi autokorelasi (ACF) adalah keeratan hubungan linear antara Z_t dan Z_{t+k} data deret waktu yang dipisahkan oleh waktu sebesar k yang dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 1990) :

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Z_t)}\sqrt{\text{var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.7)$$

dimana $\text{var}(Z_t) = \text{var}(Z_{t+k}) = \gamma_0$.

Fungsi autokovarians dan autokorelasi pada proses yang stasioner harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. $\gamma_0 = \text{var}(Z_t)$; $\rho_0 = 1$
2. $|\gamma_k| \leq \gamma_0$; $|\rho_k| \leq 1$
3. $\gamma_k = \gamma_{-k}$; $\rho_k = \rho_{-k}$

Dimana ρ_k merupakan autokorelasi pada lag ke k dan γ_k merupakan fungsi autokovarians pada lag ke k .

2.6 Fungsi Autokorelasi Parsial

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) adalah korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} dimana pengaruh Z_{t+1} , Z_{t+2} , ..., Z_{t+k-1} terhadap Z_t dan Z_{t+k} sudah dihilangkan. Fungsi autokorelasi parsial tersebut dapat didefinisikan sebagai berikut (Wei, 1990):

$$\text{PACF} = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k} \mid Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \quad (2.8)$$

2.7 Proses White Noise

White Noise merupakan suatu keadaan pada deret berkala yang tidak berpola atau dapat dikatakan suatu proses a_t disebut *white noise* apabila merupakan suatu rangkaian peristiwa yang saling independen dengan mean konstan, yang dapat ditulis $E(a_t) = \mu_t$ yang biasanya diasumsikan nol. $\text{Var}(a_t)$ ditulis σ_a^2 dan $\gamma_k = \text{cov}(a_t, a_{t+k}) = 0$ untuk $k \neq 0$. Dari definisi tersebut, proses *white noise* adalah stasioner dengan (Wei, 1990) :

Fungsi Autokovarians

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_a^2, & k = 0 \\ 0, & k \neq 0 \end{cases} \quad (2.9)$$

Fungsi Autokorelasi

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ 0, & k \neq 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

Fungsi Autokorelasi Parsial

$$\phi_{kk} = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ 0, & k \neq 0 \end{cases} \quad (2.11)$$

2.8 Model – Model Time Series

2.8.1 Model Autoregressive (AR)

Autoregressive adalah suatu bentuk regresi yang menghubungkan nilai-nilai sebelumnya (*past value*) diri sendiri (masing-masing variable) pada selang waktu yang bermacam-macam. *Autoregressive* order ke p dapat dituliskan $\text{AR}(p)$ atau $\text{ARIMA}(p,0,0)$ dengan persamaan (Wei, 1990):

$$\hat{Z}_t = \phi_1 \hat{Z}_{t-1} + \phi_2 \hat{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \hat{Z}_{t-p} + a_t \quad (2.12)$$

$$\phi_p(B) \hat{Z}_t = a_t$$

$$\text{dimana } \phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

Syarat invertibilitas terpenuhi jika jumlah absolut parameter adalah *finite*. Sedangkan syarat stasioner terpenuhi jika parameter-parameter yang merupakan akar-akar dari $\phi_p(B) = 0$ berada diluar lingkaran satuan.

2.8.2 Model Moving Average (MA)

Moving Average berarti nilai deret berkala pada waktu ke t dipengaruhi oleh unsur kesalahan pada saat ini dan unsur kesalahan terbobot pada masa lalu. Model MA berorder q biasa ditulis $MA(q)$ atau $ARIMA(0,0,q)$. Secara umum bentuk persamaannya adalah (Wei, 1990):

$$\hat{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.13)$$

$$\hat{Z}_t = \theta_q(B) a_t$$

$$\text{dimana } \theta_q(B) = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q).$$

Syarat stasioner proses terpenuhi jika jumlah parameter adalah tertentu dan terbatas, yaitu $1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2 < \infty$, sedangkan syarat *invertible* terpenuhi jika parameter-parameter yang merupakan akar-akar dari persamaan $\theta_q(B) = 0$ berada diluar lingkaran satuan.

2.8.3 Model Campuran Autoregressive dan Moving Average (ARMA)

Model gabungan dari proses AR dan MA disebut ARMA(p,q) atau ARIMA(p,0,q) yang persamaannya adalah sebagai berikut (Wei, 1990):

$$\phi_p(B)Z_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (2.14)$$

$$\text{dimana: } \phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

Syarat kestasioneran jika akar-akar persamaan $\phi_p(B) = 0$ berada diluar lingkaran satuan dan akan *invertible* bila akar-akar persamaan $\theta_q(B) = 0$ berada diluar lingkaran satuan.

2.8.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA (p,d,q) merupakan model campuran antara ARMA (p,q) yang mengalami proses *differencing* orde d. Model ARIMA (p,d,q) secara umum dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 1990) :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (2.15)$$

2.8.5 Model ARIMA Musiman

Secara umum bentuk model ARIMA Box-Jenkins musiman atau ARIMA (p,d,q) (P,D,Q)^S yaitu (Wei, 1990) :

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\alpha_t \quad (2.16)$$

$$\text{dimana: } \Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_P B^{Ps}$$

$$\Theta_Q(B^s) = 1 = \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$$

p, d, q = order AR, MA, dan perbedaan non musiman

P, D, Q = order AR, MA, dan perbedaan musiman

2.9 Prosedur Peramalan ARIMA Box-Jenkins

Prosedur peramalan yang berdasarkan model ARIMA dikenal menggunakan pendekatan metode Box-Jenkins. Tahapan yang digunakan untuk mendapatkan model peramalan dengan metode Box-Jenkins antara lain:

1. Tahap Identifikasi Model, yaitu dengan melihat kondisi plot ACF dan PACF pada data yang telah stasioner. Adapun beberapa model dugaan setelah melihat kondisi plot ACF dan PACF sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kriteria Pendugaan Model ARIMA

Kondisi plot ACF	Kondisi plot PACF	Model Dugaan
<i>Dies down</i> atau turun lambat dengan bertambahnya K	<i>Cut off</i> atau terpotong setelah lag ke p	AR(p)
<i>Cut off</i> atau terpotong setelah lag ke q	<i>Dies down</i> atau turun lambat dengan bertambahnya K	MA(q)
<i>Dies down</i> menuju nol setelah lag (q-p)	<i>Dies down</i> menuju nol setelah lag (p-q)	ARMA(p,q)

2. Tahap estimasi, yaitu tahap mengestimasi parameter-parameter dari model identifikasi sementara.

3. Tahap Pemeriksaan, yaitu tahap pemeriksaan residual dari model dugaan apakah model dugaan yang diperoleh sudah memadai.
4. Tahap Mencari Model Alternatif (jika diperlukan) : Jika model dugaan awal tidak memadai karena beberapa alasan maka pemilihan model ARIMA yang lain dapat dicoba sampai model yang memadai dapat ditemukan.

2.10 Pemeriksaan Kesesuaian Model

Dalam pemodelan ARIMA, setelah suatu model tertentu diterapkan maka perlu dilakukan pengujian kesesuaian model. Bila pengujian menghasilkan ketidaksesuaian baik dalam parameter maupun residual, maka perlu dilakukan beberapa pemodelan ARIMA lainnya yang memberikan kesesuaian tinggi. Uji kesesuaian model dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. Pengujian Signifikansi Parameter

Secara umum jika $\hat{\theta}$ adalah nilai taksiran parameter dari θ untuk suatu model ARIMA tertentu, $s.e(\hat{\theta})$ adalah taksiran standart error dari nilai taksiran $\hat{\theta}$, maka uji signifikansi parameter dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Hipotesis:

$$H_0: \theta = 0 \quad H_1: \theta \neq 0$$

$$2. \text{ Statistik Uji : } t = \frac{\hat{\theta}}{s.e(\hat{\theta})} \quad (2.17)$$

3. Keputusan: tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2, df=n-n_p}$, dimana n_p = jumlah parameter

b. Pengujian Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model meliputi kecukupan model (pengujian *white noise*) dan pengujian asumsi distribusi normal. Pengujian asumsi distribusi normal dapat dilakukan secara nonparametrik dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov atau uji lainnya.

1. Uji Asumsi *White Noise*

Cara yang digunakan untuk menguji sample ACF dan PACF secara statistik tidak signifikan atau tidak berbeda nyata dari nol, maka digunakan statistik uji Q Box-Ljung. Statistik uji Box-Ljung merupakan modifikasi dari statistik uji Box-Pierce. Hipotesisnya adalah:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0$$

$$\text{Statistik Uji: } Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \quad (2.18)$$

Dimana Q mengikuti distribusi $\chi^2_{(K-m)}$ dan m adalah jumlah parameter yang diestimasi dalam model. Tolak H_0 jika $Q > \chi^2_{\alpha, (K-m)}$ atau jika nilai Pvalue $< \alpha$.

2. Uji Distribusi Normal

Uji kenormalan residual dengan menggunakan plot normal dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Data diurutkan mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.

$$b. \text{ Kemudian plot dengan probabilitas } P_t \text{ dimana } P_t = \frac{100\left(t - \frac{1}{2}\right)}{n}$$

(2.19)

Apabila plot residual menunjukkan kecenderungan membentuk garis lurus diagonal maka diasumsikan a_t berdistribusi normal.

2.11 Overfitting

Jika model yang didapatkan pada tahap identifikasi dan pengujian masih dianggap belum sebagai model yang terbaik, maka dicobakan model lain, yang biasa disebut *overfitting*. Pedoman utama dalam *overfitting* adalah memperhatikan setiap perubahan pada struktur ACF dan PACF, kemudian dilakukan pengujian.

2.12 Seleksi Model

Dalam analisis *time series* atau analisis data secara umum, ada kemungkinan beberapa model yang cukup dapat digunakan untuk menjelaskan seluruh data yang diberikan. Bila terdapat lebih dari satu model *time series* yang sesuai dan layak pakai maka diperlukan kriteria berikut yang berhubungan dengan pemodelan dan peramalan deret waktu :

- a. AIC (Akaike's Information Criterion)

$$AIC = N \ln(S/N) + 2f + N + N \ln(2\pi)$$

(2.20)

- b. SBC (Schwarz's Bayesian Criterion)

$$SBC = N \ln(S/N) + f \ln(N) + N + N \ln(2\pi)$$

(2.21)

c. MSE (Mean Square Error)

$$MSE = \frac{S}{N - f} \quad (2.22)$$

Dimana : N = banyaknya observasi

S = jumlah kuadrat residual

f = banyaknya parameter yang ditaksir

2.13 Sistem Persediaan

Persediaan merupakan suatu sumberdaya yang mengganggu yang menunggu proses yang lebih lanjut. Yang dimaksud proses lebih lanjut adalah berupa kegiatan produksi dalam sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi pada sistem rumah tangga.

Dalam sistem manufaktur, persediaan terdiri dari 3 bentuk sebagai berikut :

1. Bahan Baku, yaitu yang merupakan input awal dari proses transformasi menjadi produk jadi.
2. Bahan Setengah Jadi, yaitu yang merupakan bentuk peralihan antara bahan baku dengan produk setengah jadi.
3. Barang Jadi, yaitu yang merupakan hasil akhir proses transformasi yang siap dipasarkan kepada konsumen.

Masalah persediaan dalam sistem manufaktur lebih rumit bila dibandingkan dengan masalah pada sistem non manufaktur. Pada sistem manufaktur, ada hubungan langsung antara tingkat persediaan, jadwal produksi dan permintaan konsumen. Oleh karena itu perencanaan dan pengendalian persediaannya harus terintegrasi dengan peramalan permintaan, Jadwal Induk

Produksi dan pengendalian produksi. Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan.

Biaya sistem persediaan terdiri dari (Nasution, 1999) :

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break* dimana harga barang per-unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat. Dalam kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian tidak dimasukkan kedalam total biaya sistem persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang perunit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli sehingga komponen biaya pembelian untuk periode tertentu (misalnya satu tahun) konstan dan hal ini tidak akan mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus dipesan.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya pengadaan dibedakan atas dua jenis sesuai asal-usul barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri.

a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan

supplier, pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan seterusnya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan. Besar biaya pemesanan sama dengan frekuensi pemesanan yang dilakukan dikalikan dengan besar biaya per pemesanan.

b. Biaya Pembuatan (*Setup Cost*)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul didalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja dan seterusnya. Besar biaya *setup* sama dengan frekuensi *setup* yang dilakukan dikalikan besar biaya per *setup*.

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost / Carrying Cost*)

Biaya simpan ini meliputi : biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya asuransi, dan lain-lain. Besar biaya penyimpanan sama dengan banyak unit persediaan yang disimpan dalam beberapa periode dikalikan besar biaya penyimpanan per unit per periode.

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

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

Perhitungan biaya persediaan dalam Tugas Akhir ini hanya memperhatikan besar biaya *setup*, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Jika

bahan baku didapatkan dari dalam perusahaan sendiri maka biaya persediaan merupakan penjumlahan dari biaya *setup* dan biaya penyimpanan, dan jika bahan baku didapatkan dari luar perusahaan (pemesanan) maka biaya persediaan merupakan penjumlahan dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

2.14 Material Requirement Planning (MRP)

Metode Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning, MRP*) merupakan metode perencanaan dan pengendalian *item* barang (komponen) yang tergantung pada *item* dilevel yang lebih tinggi. MRP lebih dari sekedar metode proyeksi kebutuhan-kebutuhan akan komponen individual dari suatu produk.

Metode MRP mempunyai tiga fungsi utama : kontrol tingkat persediaan, penugasan komponen berdasar urutan prioritas, dan penentuan kebutuhan kapasitas (*Capacity requirement*) pada tingkat yang lebih detail. Metode MRP ini bersifat *computer oriented*, yang terdiri dari sekumpulan prosedur, aturan-aturan keputusan dan seperangkat mekanisme pencatatan yang dirancang untuk menjadwalkan Jadwal Induk Produksi (JIP). Dari sejarahnya, penerapan MRP pertama kali digunakan pada industri logam tipe *job shop* dimana tipe ini termasuk yang paling sulit dikendalikan dalam sistem manufaktur.

Dengan demikian kehadiran MRP sangat berarti dalam meminimasi investasi persediaan, memudahkan penyusunan jadwal kebutuhan setiap komponen yang diperlukan dan sebagai alat pengendalian produksi dan persediaan. Dalam perkembangan selanjutnya, MRP dapat diterapkan juga pada

pengendalian persediaan dalam sistem manufaktur baik untuk tipe *job shop*, tipe produksi massal (*mass production*) maupun tipe lainnya (Orlicky, 1975).

Beberapa teknik ukuran lot dalam sistem MRP yang banyak dipakai dalam bidang industri adalah sebagai berikut :

a. Economic Order Quantity (EOQ)

Penetapan ukuran lot dengan teknik hampir tidak pernah dilupakan dalam lingkungan MRP karena teknik ini sangat populer dalam sistem persediaan tradisional. Dalam teknik ini besarnya ukuran lot adalah konstan. Perumusan yang dipakai dalam teknik ini adalah sebagai berikut :

- Untuk bahan baku yang berasal dari luar pabrik

$$EOQ = \sqrt{\frac{2UK}{H}} \quad (2.23)$$

Dimana : U adalah kebutuhan bahan baku selama setahun

K adalah biaya per pesan

H adalah biaya penyimpanan per unit per tahun

- Untuk bahan baku yang berasal dari dalam pabrik

$$EOQ = \sqrt{\frac{2US}{H}} \quad (2.24)$$

Dimana : U adalah kebutuhan bahan baku selama setahun

S adalah biaya per *setup*

H adalah biaya penyimpanan per unit per tahun

b. Period Order Quantity (POQ)

Teknik penetapan ukuran lot dengan teknik ini membuat pesanan berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan dengan cara membagi banyak

periode waktu dalam setahun (12 bulan) dengan banyak pemesanan dalam setahun. Banyak pemesanan dalam setahun ditentukan dengan cara membagi banyak permintaan setahun dengan kuantitas pemesanan yang ekonomis.

$$\text{Banyak } \textit{setup} \text{ bahan baku setahun} = \frac{\textit{kebutuhandalamsatutahun}}{\textit{EOQ}}$$

$$\text{Interval antar } \textit{setup} = \frac{\textit{Banyakbulandalamsetahun}}{\textit{Banyaksetupdalamsetahun}}$$

$$\text{Banyak pemesanan bahan baku setahun} = \frac{\textit{kebutuhandalamsatutahun}}{\textit{EOQ}}$$

$$\text{Interval antar pemesanan} = \frac{\textit{Banyakbulandalamsetahun}}{\textit{Banyakpemesananbahanbaku}}$$

c. Lot for Lot (L-4-L)

Definisi dari model *lot size* yang ideal adalah jumlah yang dibutuhkan hanya pada saat ini atau dalam periode ini. Istilah *Lot For Lot* ini diaplikasikan untuk teknik yang memadukan jumlah order dengan kebutuhan untuk periode perencanaan. Sangat sedikit terjadi penyimpangan dan aliran kerja dalam pusat kerja menjadi lebih *reliable*. Metode ini secara implisit mengabaikan biaya pemesanan. Teknik ini hampir selalu melakukan perhitungan kembali terutama sekali apabila terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga dengan teknik ini ongkos simpan menjadi nol.

d. Part Period Balancing (PPB)

Istilah *Part Period* mengarah pada satu unit digunakan untuk satu periode. Asumsi yang dibangun adalah misalnya satu unit digunakan untuk 20 periode

akan sama dengan 20 unit yang digunakan untuk satu periode. Langkah pertama untuk menghitung *part period* yang ekonomis adalah :

$$EconomicPartPeriod = \frac{BiayaPemesanan}{BiayapenyimpananperUnitperPeriode}$$

2.14.1 Kemampuan Sistem MRP

Ada empat kemampuan yang menjadi ciri utama dari sistem MRP, yaitu (Nasution, 1999):

1. Mampu menentukan kebutuhan pada saat yang tepat

Maksudnya adalah menentukan secara tepat “kapan” suatu pekerjaan harus diselesaikan atau “kapan” material harus tersedia untuk memenuhi permintaan atas produk akhir yang sudah direncanakan pada Jadwal Induk Produksi.

2. Membentuk kebutuhan minimal untuk setiap item

Dengan diketahuinya kebutuhan akan produk jadi, MRP dapat menentukan secara tepat sistem penjadwalan untuk memenuhi semua kebutuhan minimal setiap item komponen.

3. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan

Maksudnya adalah memberikan indikasi kapan pemesanan atau pembatalan terhadap pesanan harus dilakukan, baik pemesanan yang diperoleh dari luar atau dibuat sendiri.

4. Menentukan penjadwalan ulang atau pembatalan atas suatu jadwal yang sudah direncanakan

Apabila kapasitas yang ada tidak mampu memenuhi pesanan yang dijadwalkan pada waktu yang diinginkan, maka MRP dapat memberikan indikasi untuk melakukan rencana penjadwalan ulang dengan menentukan prioritas

pesanan yang realistis. Jika penjadwalan masih tidak memungkinkan untuk memenuhi pesanan, berarti perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan konsumen, sehingga perlu dilakukan pembatalan atas pesanan konsumen tersebut.

2.14.2 Input Sistem MRP

Ada tiga input yang dibutuhkan oleh sistem MRP, yaitu (Nasution, 1999) :

1. Jadwal Induk Produksi

Jadwal Induk Produksi (JIP) didasarkan pada peramalan atas permintaan dari setiap produk akhir yang akan dibuat. Hasil peramalan (perencanaan jangka panjang) dipakai untuk membuat rencana produksi (perencanaan jangka sedang) yang pada akhirnya dipakai untuk membuat JIP (perencanaan jangka Pendek) yang berisi rencana secara mendetail mengenai jumlah produksi yang dibutuhkan untuk setiap produk akhir beserta periode waktunya untuk suatu jangka perencanaan dengan memperhatikan kapasitas yang tersedia (pekerja, mesin, bahan).

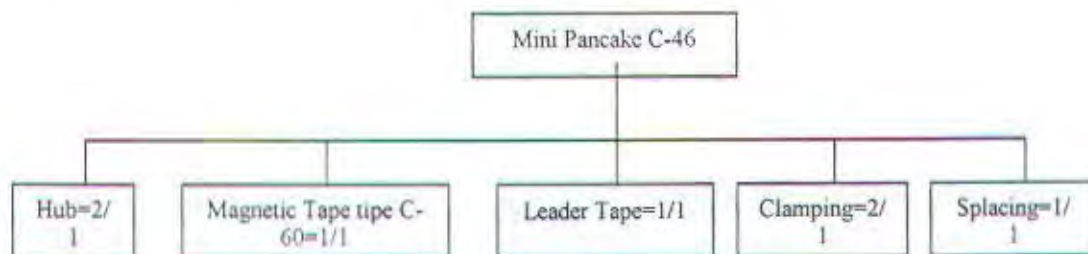
2. Catatan Keadaan Persediaan

Catatan keadaan persediaan menggambarkan status semua item yang ada dalam persediaan. Setiap item persediaan harus diidentifikasi secara jelas jumlahnya karena transaksi-transaksi yang terjadi, seperti penerimaan, pengeluaran, produk cacat dan data-data tentang *lead time*, teknik ukuran lot yang dipakai, persediaan pengaman dan sebagainya.

3. Struktur Produk

Struktur produk berisi informasi tentang hubungan antara komponen-komponen dalam suatu proses *assembling*. Informasi ini dibutuhkan dalam menentukan kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih suatu komponen. Selain itu, struktur produk juga berisi informasi tentang jumlah kebutuhan komponen pada setiap tahap *assembling* dan jumlah produk akhir yang harus dibuat.

Salah satu contoh struktur produk dari komponen *Mini Pancake C-46* dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur produk *Mini Pancake C-46*

Dengan keterangan bahwa Hub=2/1 berarti untuk membuat satu *Mini Pancake C-46* membutuhkan dua Hub yang memiliki *lead time* selama satu bulan.

2.14.3 Output Sistem MRP

Output dari perhitungan MRP adalah penentuan jumlah masing-masing kebutuhan bahan dari suatu produk yang dibutuhkan bersamaan dengan tanggal dibutuhkannya. Informasi ini digunakan untuk merencanakan pelepasan pesanan (*order release*) untuk pembelian dan pembuatan sendiri komponen-komponen yang

dibutuhkan. Pelepasan pesanan yang direncanakan (*Planned Order release, POR*) secara otomatis dihasilkan oleh sistem komputer MRP bersamaan dengan pesanan-pesanan yang harus dijadwalkan kembali, dimodifikasi, ditangguhkan atau dibatalkan. Dengan cara ini MRP menjadi suatu alat untuk perencanaan operasi bagi manajer produksi.

Berdasarkan uraian diatas, output yang diperoleh dari sistem MRP adalah (Nasution, 1999):

1. Memberikan catatan tentang jadwal pemesanan yang harus dilakukan atau direncanakan, baik dari pabrik sendiri atau dari supplier
2. Memberikan indikasi bila diperlukan penjadwalan ulang
3. Memberikan indikasi untuk pembatalan atas pesanan
4. Memberikan indikasi tentang keadaan dari pesediaan

2.14.4 Langkah-Langkah Proses Pengolahan MRP

Adapun langkah-langkah mendasar pada proses MRP adalah sebagai berikut (Nasution, 1999) :

1. Netting, yaitu perhitungan kebutuhan bersih. Kebutuhan bersih dianggap nol bila lebih kecil atau sama dengan nol.
2. Lotting, yaitu penentuan ukuran lot.
3. Offsetting, yaitu penetapan besarnya *lead time*.
4. Explosion, yaitu perhitungan selanjutnya untuk level dibawahnya.

Dalam melakukan proses pengolahan MRP digunakan bantuan sebuah tabel yang berisi keterangan yang menyangkut aliran persediaan. Tabel 2.3 merupakan

salah satu contoh tabel proses pengolahan MRP dan akan digunakan dalam analisis MRP dalam Tugas Akhir ini.

Tabel 2.3 Proses Pengolahan MRP

Item/Lead Time :	1	2	3	4	5
Gross Requirement					
Safety Stock					
Total Requirement					
Inventory On Hand					
Net Requirement					
Schedule Received					
Planned Order Release					

Keterangan yang menyangkut aliran persediaan dalam Tabel 2.3 adalah sebagai berikut :

1. Item/Lead Time, berisi nama dan *lead time* dari bahan baku yang akan dianalisis.
2. Angka (1, 2, 3, 4, 5), menunjukkan periode waktu dalam analisis. Biasanya menunjukkan urutan hari, minggu, bulan atau nama bulan.
3. Kebutuhan kotor (*Gross Requirement*), untuk produk akhir yang didapatkan dari hasil peramalan yang didapat.
4. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*) adalah persediaan yang diadakan untuk mengatasi lonjakan kebutuhan.
5. Total kebutuhan (*Total Requirement*) adalah penjumlahan kebutuhan kotor dan persediaan pengaman.
6. Stok yang tersedia (*On Hand Inventory*) adalah besar persediaan yang dimiliki pihak perusahaan.

7. Kebutuhan bersih (*Net Requirement*) adalah pengurangan total kebutuhan terhadap stok yang tersedia.
8. Pemesanan yang dijadwalkan (*Schedule Received*) adalah jumlah pemesanan material yang akan dijadwalkan.
9. Pelepasan pesanan yang direncanakan (*Planned Order Release*) adalah besar pemesanan bahan baku yang dipesan berdasarkan waktu tunggu (*Lead Time*).

2.14.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kesulitan Dalam Penerapan MRP

Beberapa faktor yang dapat menyulitkan praktisi dalam menerapkan sistem MRP adalah sebagai berikut (Nasution, 1999) :

1. Struktur Produk

Struktur produk merupakan sesuatu yang mutlak harus ada bila kita ingin menerapkan sistem MRP, tetapi struktur produk yang rumit dan banyak tingkat akan membuat perhitungan semakin kompleks, terutama dalam proses *eksplosion*.

2. Ukuran Lot

Teknik lot yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda dalam biaya persediaannya.

3. Lead time berubah-ubah

Lead time akan mempengaruhi proses *offsetting*, sehingga jika *lead time* berubah-ubah maka *offsetting* akan berubah juga. Jika *offsetting* sering berubah, maka kegiatan produksi akan tidak dapat terjadwal dengan baik.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir adalah data sekunder yang diperoleh dari PT Panggung Electric Corporation Sidoarjo pada *Magnetic Tape Departement* unit 1A bagian PPIC. Adapun data-data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Data penjualan kaset PANAREC bulanan selama Januari 1999 sampai dengan Maret 2003. Dalam penelitian Tugas Akhir ini penjualan kaset dibedakan menjadi tiga tipe berdasarkan panjang durasi pita kasetnya, yaitu C-46, C-60, dan C-90 sebanyak 51 data yang dapat dilihat pada Lampiran 1 yang digunakan untuk keperluan peramalan.
- b. Data persediaan *Mini Pancake* dan bahan baku pembuatan *Mini Pancake* untuk keperluan proses *assembling* tiga tipe kaset tersebut, dalam hal ini digunakan untuk keperluan analisis MRP yaitu data persediaan pada tanggal 30 Maret 2003.

Tabel 3.1 Data Persediaan *Mini Pancake* 30 Maret 2003

Item	Jumlah (unit)
Mini Pancake C-46	13640
Mini PancakeC-60	214100
Mini Pancake C-90	22700

Tabel 3.2 Persediaan Bahan Baku Pembuatan *Mini Pancake* 30 Maret 2003

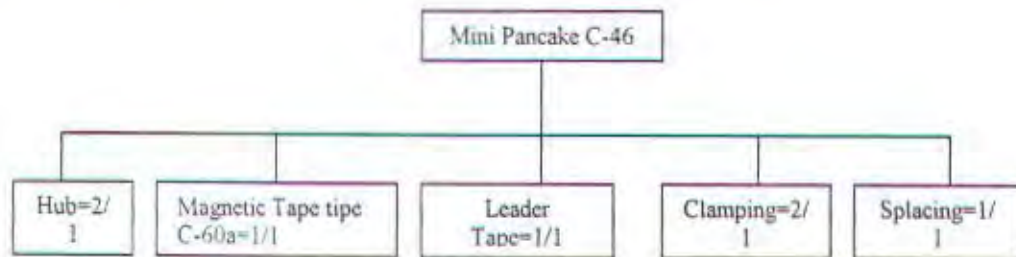
Bahan Baku	Jumlah (unit)
Magnetic Tape tipe C-60 untuk Mini Pancake C-46	86220
Magnetic Tape tipe C-60 untuk Mini Pancake C-60	109800
Magnetic Tape tipe C-90	276120
Leader Tape	1848000
Splasing	113064000
Hub	720000
Clamping	4240000

- c. Data *Lead Time* (waktu tunggu) untuk tiap bahan baku yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *Mini Pancake* adalah data waktu tunggu mulai pemesanan sampai kedatangan pesanan untuk bahan baku yang berasal dari luar perusahaan (*Magnetic Tape*, *Leader Tape*, dan *Splasing*) dan waktu tunggu pembuatan komponen penyusun yang siap pakai untuk bahan baku yang berasal dari dalam perusahaan (*Hub* dan *Clamping*), yaitu rata-rata satu bulan.
- d. Data biaya pembuatan, pemesanan, dan biaya penyimpanan untuk bahan baku yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *Mini Pancake*, yang digunakan untuk keperluan perhitungan biaya persediaan. Adapun data biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut :
- Biaya per *setup* untuk *Hub* dan *Clamping* sebesar Rp 3.000.000,-
 - Biaya per pemesanan untuk *Magnetic Tape*, *Leader Tape*, dan *Splasing* sebesar Rp 1.000.000,-
 - Biaya penyimpanan untuk *Hub* dan *Clamping* sebesar Rp 10,- per unit per tahun.

- Biaya penyimpanan untuk *Magnetic Tape*, *Leader Tape*, dan *Splacing* sebesar Rp 20,- per unit per tahun.

3.2 Struktur Produk

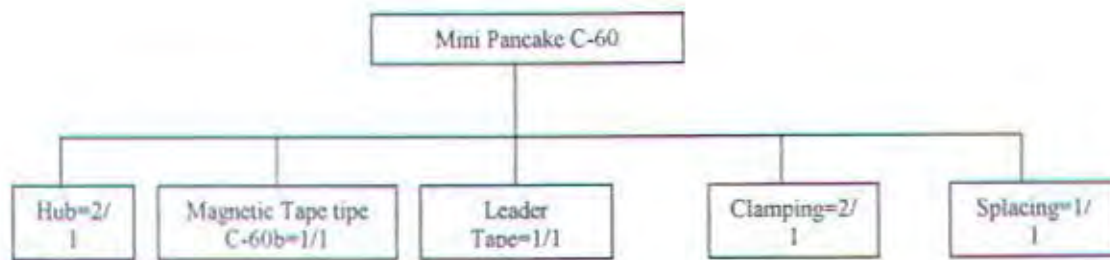
Ketersediaan struktur produk dalam hal penyusunan rencana kebutuhan bahan baku sangat penting. Struktur produk untuk bahan baku *Mini Pancake* dari ketiga tipe kaset dapat dilihat pada Gambar 3.1, Gambar 3.2, dan Gambar 3.3.



Gamabr 3.1 Struktur Produk *Mini Pancake C-46*

Keterangan : Untuk membuat satu *Mini Pancake C-46* membutuhkan bahan baku sebagai berikut :

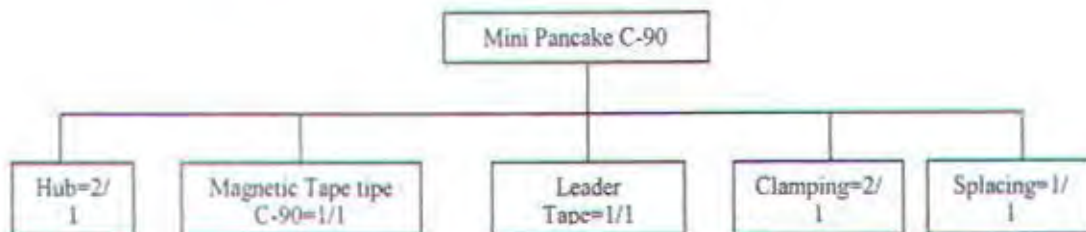
- Dua unit *Hub* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Magnetic Tape* tipe C-60a dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Leader Tape* dengan *lead time* satu bulan
- Dua unit *Clamping* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Splacing* dengan *lead time* satu bulan



Gambar 3.2 Struktur Produk *Mini Pancake C-60*

Keterangan : Untuk membuat satu *Mini Pancake C-60* membutuhkan bahan baku sebagai berikut :

- Dua unit *Hub* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Magnetic Tape* tipe C-60b dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Leader Tape* dengan *lead time* satu bulan
- Dua unit *Clamping* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Splacing* dengan *lead time* satu bulan



Gambar 3.3 Struktur Produk *Mini Pancake C-90*

Keterangan : Untuk membuat satu *Mini Pancake C-90* membutuhkan bahan baku sebagai berikut :

- Dua unit *Hub* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Magnetic Tape* tipe C-90 dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Leader Tape* dengan *lead time* satu bulan
- Dua unit *Clamping* dengan *lead time* satu bulan
- Satu unit *Splicing* dengan *lead time* satu bulan

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang dijadikan bahan pertimbangan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada supaya sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

- a. Variabel C-46 = hasil penjualan bulanan untuk kaset tipe C-46
- b. Variabel C-60 = hasil penjualan bulanan untuk kaset tipe C-60
- c. Variabel C-90 = hasil penjualan bulanan untuk kaset tipe C-90

Penggunaan variabel-variabel penelitian diatas didasarkan atas pertimbangan bahwa dari variabel penelitian tersebut dapat mencerminkan jumlah kebutuhan bahan baku *Mini Pancake* yang perlu disiapkan tiap bulannya.

3.4 Langkah-Langkah Analisis

Untuk menentukan model permintaan kaset PANAREC maka dilakukan analisis *time series* dengan metode ARIMA dengan bantuan paket program

Minitab 13 dan SAS 6.12 sedangkan analisis persediaan menggunakan metode MRP.

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Menentukan model permintaan bulanan kaset PANAREC selama periode Januari 1999 sampai dengan Maret 2003 dengan prosedur sebagai berikut :

1. Membuat plot untuk data aslinya untuk memeriksa apakah data telah stasioner atau belum, jika data belum stasioner dalam mean maka dilakukan proses transformasi dan jika belum stasioner dalam varian maka dilakukan proses pembedaan.
2. Membuat plot ACF dan PACF untuk data yang telah stasioner sehingga dapat dilakukan identifikasi model dugaan sementara.
3. Estimasi dan pengujian parameter dalam model, yaitu untuk menentukan taksiran parameter yang signifikan dalam model yang dapat diketahui dengan menggunakan ukuran nilai Pvalue harus kurang dari 0.05.
4. Diagnostik model, yaitu dengan memeriksa residual dari model dugaan sementara apakah model dugaan sementara sudah memadai.
5. Mencari Model alternatif, yaitu model dugaan sementara lain yang dimunculkan karena alasan model dugaan awal dikhawatirkan tidak memadai.
6. Seleksi model, yaitu tahap seleksi terhadap beberapa model dugaan yang layak untuk menentukan model mana yang terbaik untuk keperluan peramalan untuk periode mendatang. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah besarnya nilai MSE, AIC, dan SBC yang minimum.

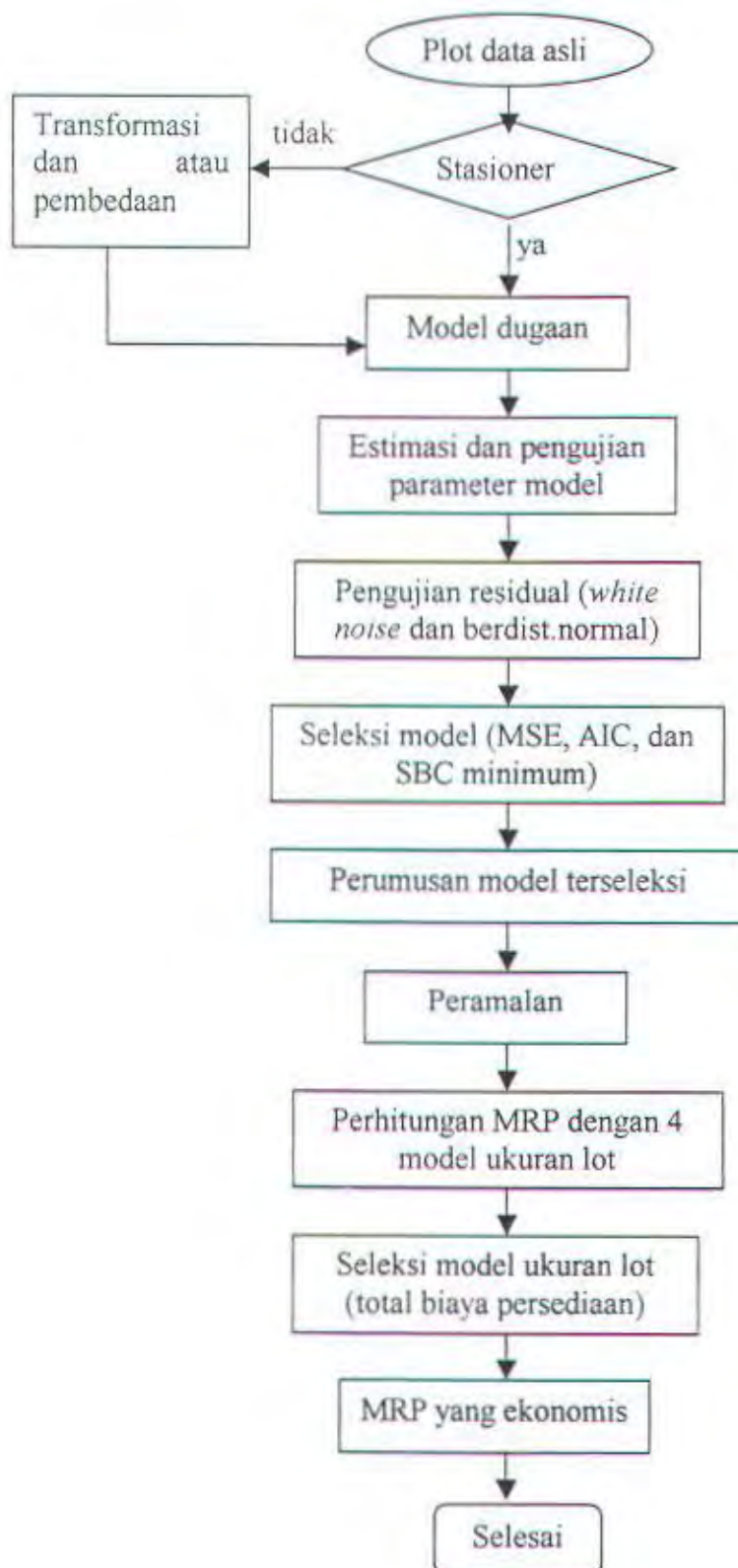
b. Melakukan analisis MRP, dengan menggunakan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan nama bahan baku yang akan dianalisis dan besar *lead time*.
2. Menentukan kebutuhan kotor, diperoleh dari hasil peramalan yang disesuaikan dengan kebutuhan bahan baku untuk suatu produk dengan memperhatikan struktur produknya.
3. Menentukan persediaan pengaman, biasanya diperoleh dari prosentase kebutuhan kotor.
4. Menghitung total kebutuhan, diperoleh dari penjumlahan kebutuhan kotor dan persediaan pengaman.
5. Menentukan stok yang tersedia, diperoleh dari informasi persediaan bahan baku pada tanggal 30 Maret 2003. Sisa stok dari pemakaian bahan baku sebesar kebutuhan bersih dari jumlah yang dijadwalkan akan dicatat disini. Sisa stok dari pemakaian bahan baku sebesar kebutuhan bersih juga akan dicatat disini. Sisa stok tersebut dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan bulan berikutnya.
6. Menghitung kebutuhan bersih, jika kebutuhan bahan baku masih dapat dipenuhi dari stok yang tersedia maka kebutuhan bersih akan bernilai nol. Dan apabila terdapat sisa stok setelah dilakukan perhitungan kebutuhan bersih maka sisa stok tersebut akan disimpan pada bulan yang sama dan akan dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan bulan berikutnya.
7. Menentukan kuantitas pemesanan bahan baku yang akan dijadwalkan, dilakukan jika stok yang tersedia tidak mampu memenuhi kebutuhan

bersih pada bulan ini. Jika hal ini tidak terjadi maka kuantitas pemesanan bahan baku yang akan dijadwalkan akan sama dengan nol.

8. Menentukan kapan akan dilakukan pemesanan bahan baku berdasarkan waktu tunggu, dilakukan jika ada pemesanan bahan baku yang akan dijadwalkan. Jika tidak ada pemesanan bahan baku yang akan dijadwalkan maka akan dikosongkan.
9. Menghitung biaya pemesanan untuk bahan baku yang diperoleh dari luar perusahaan, biaya *setup* untuk bahan baku yang berasal dari pihak perusahaan sendiri, biaya simpan per unit per bulan, dan biaya persediaan dari setiap bahan baku yang dianalisis dengan sistem MRP menggunakan ukuran lot EOQ, *Lot For Lot*, PPB, dan POQ.
10. Setelah melakukan tahap satu sampai sembilan untuk setiap bahan baku maka selanjutnya menentukan ukuran lot yang ekonomis untuk setiap bahan baku dilihat dari biaya persediaannya yang minimum.

Prosedur Pengolahan Data



Gambar 3.4 Prosedur Pengolahan Data



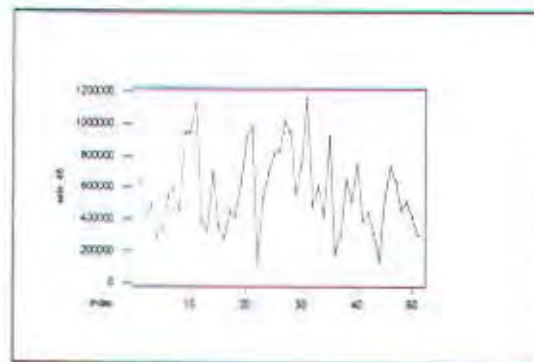
BAB IV
ANALISIS DATA
DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-46

Membuat plot data untuk melihat apakah data telah stasioner atau belum adalah langkah awal dalam analisis peramalan. Plot data permintaan kaset tipe C-46 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Plot Permintaan Kaset Tipe C-46

Plot permintaan kaset tipe C-46 menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam mean. Hal ini juga dapat dilihat dari plot ACF yang tidak turun sangat lambat pada Lampiran 3. Plot ACF terpotong pada lag pertama dan plot PACF terpotong pada lag pertama sehingga diduga model sementara untuk data permintaan kaset tipe C-46 adalah $AR(1)$ dan $MA(1)$. Setelah menetapkan model sementara, maka selanjutnya dilakukan estimasi dan pengujian parameter dan residual untuk masing-masing model sementara. Hasil perhitungan dan pengujian untuk masing-masing model sementara adalah sebagai berikut :

Model AR (1)

Untuk tahap pengujian parameter AR(1), hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_1 = 0 \qquad H_1 : \phi_1 \neq 0$$

Hasil estimasi dan pengujian parameter model AR (1) pada Lampiran 3 menunjukkan nilai taksiran parameter AR (1) = 0,281 dan nilai $|T_{\text{ratio}}| = 2.03$.

Nilai $|T_{\text{ratio}}|$ untuk parameter AR (1) lebih besar dari nilai $T_{(0.025, 49)} = 2.0096$ maka tolak H_0 atau parameter AR (1) telah signifikan sehingga dapat dilanjutkan pada tahap pengujian residual. Pengujian *white noise* residual dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \qquad H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0$$

Hasil pengujian *white noise* residual dapat dilihat pada Lampiran 3.

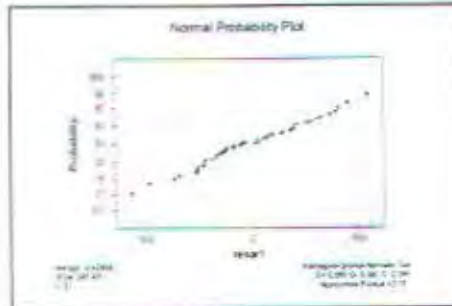
Dari hasil pengujian didapatkan nilai Chi-Square $< \chi^2_{(0.05, DF)}$ untuk semua derajat bebas, maka dapat disimpulkan gagal tolak H_0 yang berarti residual telah *white noise* untuk model AR (1). Karena asumsi *white noise* terpenuhi maka dapat dilanjutkan pada tahap pengujian kenormalan residual dengan hipotesis :

H_0 : Residual model AR (1) berdistribusi normal

H_1 : Residual model AR (1) tidak berdistribusi normal

Hasil pengujian kenormalan residual dapat dilihat pada Gambar 4.2, yang menunjukkan bahwa residual model AR(1) dengan Pvalue Kolmogorov Smirnov lebih besar dari 0.15 yang berarti lebih besar dari $\alpha=5\%$ maka gagal tolak H_0 atau

dapat disimpulkan bahwa residualnya mengikuti distribusi normal. Hal ini juga didukung oleh plot residual model AR (1) yang mendekati garis lurus.



Gambar 4.2 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR(1) Untuk Tipe C-46

Model MA(1)

Pada tahap pengujian parameter MA (1), digunakan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \theta_1 = 0 \quad H_1 : \theta_1 \neq 0$$

Hasil pengujian dan estimasi parameter model MA (1) pada Lampiran 3 menunjukkan bahwa nilai taksiran parameter MA (1) = -0.278 dan $|T_{\text{runo}}| = 2.01$. Hal ini berarti parameter model MA(1) lebih besar dari nilai $T_{(0.025, 49)} = 2.0096$ dengan $\alpha=5\%$, maka tolak H_0 atau dapat disimpulkan bahwa parameter dalam model MA(1) telah signifikan sehingga dapat dilanjutkan pada tahap pengujian residual. Pengujian *white noise* residual dengan hipotesis sebagai berikut :

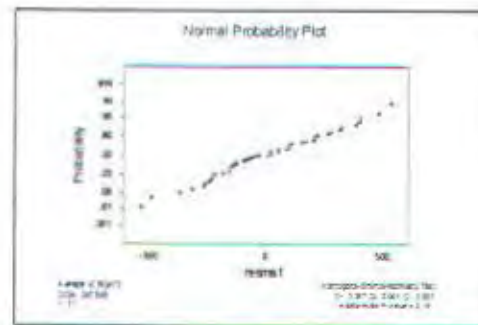
$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0 \quad H_1: \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0$$

Hasil pengujian *white noise* residual untuk model MA (1) pada Lampiran 3 menunjukkan bahwa nilai Chi-Square $< \chi^2_{(0.05, DF)}$ pada lag 6, 12, 18, dan 24 maka dapat disimpulkan gagal tolak H_0 yang berarti residual telah *white noise*

untuk model MA (1). Dengan terpenuhinya asumsi *white noise* maka dapat dilanjutkan pada tahap pengujian kenormalan residual dengan hipotesis :

H_0 : Residual model MA (1) berdistribusi normal

H_1 : Residual model MA (1) tidak berdistribusi normal



Gambar 4.3 Plot Residual Model MA(1) Untuk Tipe C-46

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa residual model MA (1) memiliki nilai Pvalue Kolmogorov Smirnov > 0.15 yang berarti lebih besar dari $\alpha=5\%$ maka gagal tolak H_0 atau dapat disimpulkan bahwa residualnya mengikuti distribusi normal. Kenormalan residual juga dapat dilihat dari plot residual yang mendekati garis lurus.

Karena kedua dugaan model sementara layak pakai maka akan dilakukan seleksi model dengan menggunakan kriteria pemodelan dan peramalan yaitu dengan memilih model yang memiliki nilai MSE, AIC, dan SBC yang minimum. Berikut adalah penyeleksian model data permintaan kaset tipe C-46 :

Tabel 4.1 Seleksi Model Data Permintaan Kaset Tipe C-46

Kriteria	AR(1)	MA(1)
MSE	6.146E10	6.152E10
AIC	1413.619	1413.670
SBC	1417.483	1417.533

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa model AR (1) memiliki nilai MSE, AIC, dan SBC yang minimum dibandingkan model MA (1). Jadi model AR (1) merupakan model yang layak untuk memodelkan permintaan kaset tipe C-46 sehingga dapat digunakan untuk peramalan selanjutnya. Maka perumusan model AR (1) berdasarkan Lampiran 3 adalah sebagai berikut :

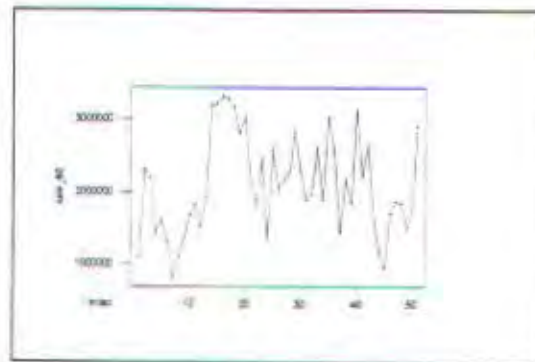
$$\hat{Z}_t = 413392.333 + 0.281Z_{t-1}$$

Hal ini berarti bahwa ramalan permintaan pada waktu ke t sama dengan 413392.333 permintaan ditambahkan 0.281 kali permintaan pada periode sebelumnya. Ramalan permintaan kaset tipe C-46 berdasarkan model AR (1) untuk sembilan bulan kedepan dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari hasil peramalan dengan menggunakan model AR (1) dapat diketahui bahwa permintaan kaset tipe C-46 untuk bulan April-Desember 2003 diperkirakan akan mengalami peningkatan permintaan.

4.2 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-60

Kestasioneran data dalam analisis peramalan mutlak diperlukan, untuk itu perlu dilakukan pengecekan melalui plot datanya. Plot data permintaan kaset tipe C-60 pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam mean. Plot

ACF dan PACF untuk data permintaan kaset tipe C-46 dapat dilihat pada Lampiran 4 yang merupakan output dari pemakaian paket program SAS 6.12.



Gambar 4.4 Plot Permintaan Kaset Tipe C-60

Plot ACF dan PACF untuk data permintaan kaset tipe C-60 pada Lampiran 4 masing-masing menunjukkan *dies down* dan *cut off* setelah lag satu maka model sementara adalah AR (1). Setelah model sementara didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan penaksiran dan pengujian parameter dan residual dari model AR (1).

Tahap pengujian parameter AR (1) menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \phi_1 = 0 \quad H_1 : \phi_1 \neq 0$$

Hasil penaksiran dan pengujian parameter dapat dilihat pada Lampiran 4.

Dari hasil penaksiran dan pengujian parameter didapatkan nilai taksiran parameternya sebesar 0.541 dan nilai $|T_{ratio}|$ untuk parameter AR (1) sebesar 4.4. Dengan $\alpha=5\%$ diperoleh $T_{(0.025,49)}=2.0096$. Karena $|T_{ratio}| > T_{(0.025,49)}$, maka tolak H_0 yang berarti parameter AR (1) signifikan dalam pembentukan model AR (1).

Langkah selanjutnya adalah pengujian residual apakah *white noise* dan berdistribusi normal atau belum. Pengujian residual *white noise* menggunakan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

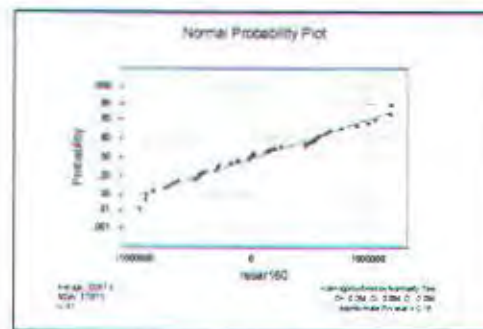
$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0$$

Hasil pengujian residual *white noise* dapat dilihat pada Lampiran 4.

Nilai Chi-Square pada lag 6, 12, 18, dan 24 telah menunjukkan nilai yang lebih kecil dari nilai $\chi^2_{(0.05, DF)}$, maka dapat disimpulkan gagal tolak H_0 yang berarti residualnya *white noise*. Untuk memeriksa apakah residual berdistribusi normal atau tidak dapat dilakukan pengujian sebagai berikut :

H_0 : Residual model AR (1) berdistribusi normal

H_1 : Residual model AR (1) tidak berdistribusi normal



Gambar 4.5 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR(1) Untuk Tipe C-60

Berdasarkan pada plot normal yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa plot mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model AR (1) berdistribusi normal. Hal ini dapat dibuktikan dari nilai Pvalue Kolmogorov Smirnov > 0.15 yang berarti lebih besar dari $\alpha=5\%$ maka gagal tolak H_0 atau residual model AR (1) berdistribusi normal.

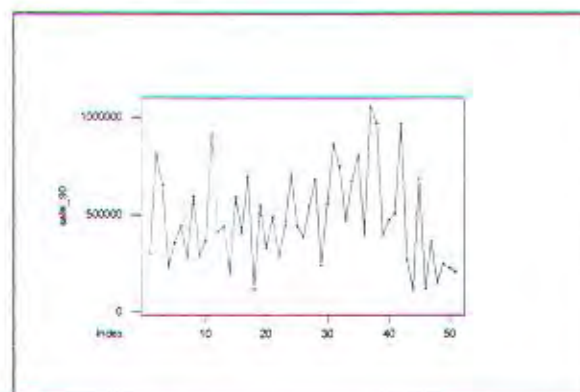
Karena hasil pengujian parameter menunjukkan hasil yang signifikan dan residualnya memenuhi syarat white noise dan berdistribusi normal maka model AR (1) adalah model yang layak digunakan untuk keperluan peramalan permintaan kaset tipe C-60. Maka dapat dirumuskan model AR (1) untuk permintaan kaset tipe C-60 adalah sebagai berikut :

$$\hat{Z}_t = 949874.478 + 0.541Z_{t-1}$$

Hal ini berarti bahwa ramalan permintaan pada waktu ke t sama dengan 949874.478 permintaan ditambahkan 0.541 kali permintaan periode sebelumnya. Ramalan permintaan untuk sembilan bulan kedepan dengan menggunakan model AR (1) untuk kaset tipe C-60 dapat dilihat pada Lampiran 4. Permintaan kaset tipe C-60 pada bulan April-Desember 2003 diramalkan akan mengalami penurunan permintaan.

4.3 Analisis Peramalan Untuk Permintaan Kaset Tipe C-90

Plot data permintaan kaset tipe C-90 untuk memeriksa kestasioneran datanya dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Plot Permintaan Kaset Tipe C-90

Plot permintaan kaset tipe C-90 telah memenuhi asumsi kestasioneran. Kestasioneran data permintaan kaset tipe C-90 juga dapat dilihat pada plot ACFnya yang tidak turun sangat lambat. Plot ACF menunjukkan *cut off after* lag 3 dan 4 serta plot PACF *cut off after* lag 3 dan 4, sehingga diduga model sementara adalah AR ([3,4]) dan MA ([3,4]). Langkah selanjutnya adalah pengujian dan penaksiran parameter serta pengujian residual untuk masing-masing model dugaan.

Model AR ([3,4])

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter AR ([3,4]) adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_i = 0 \qquad H_1 : \text{paling tidak ada satu } \phi_i \neq 0 \qquad , i = 3, 4.$$

Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 5. Karena nilai $|T_{ratio}|$ untuk ϕ_3 lebih kecil dari $T_{(0.025,48)} = 2.0106$ maka parameter ϕ_3 tidak signifikan dan harus dikeluarkan dari model. Nilai $|T_{ratio}|$ untuk ϕ_4 lebih besar dari nilai $T_{(0.025,48)} = 2.0106$ maka parameter ϕ_4 signifikan sehingga tetap dipertahankan dalam model.

Model AR ([4])

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter AR ([4]) adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_4 = 0 \qquad H_1 : \phi_4 \neq 0$$

Hasil pengujian parameter tersebut dapat dilihat pada Lampiran 5.

Hasil pengujian parameter AR ([4]) menunjukkan nilai taksiran parameter sebesar 0.297 dan nilai $|T_{ratio}|=2.04$. Hal ini berarti parameter AR ([4]) signifikan karena nilai $|T_{ratio}| > T_{(0.025,49)} = 2.0096$. Setelah didapatkan parameter yang signifikan maka langkah selanjutnya adalah pengujian residual *white noise* dan berdistribusi normal. Pengujian residual *white noise* menggunakan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

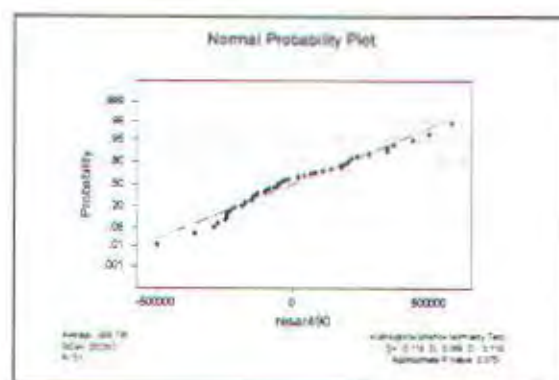
$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0$$

Hasil pengujian residual *white noise* dapat dilihat pada Lampiran 5.

Hasil pengujian menunjukkan nilai Chi-Square pada lag 6, 12, 18, dan 24 telah menunjukkan nilai yang lebih kecil dari nilai $\chi^2_{(0.05,DF)}$, maka dapat disimpulkan gagal tolak H_0 yang berarti residualnya *white noise*. Untuk memeriksa kenormalan residual dilakukan pengujian sebagai berikut :

H_0 : Residual model AR ([4]) berdistribusi normal

H_1 : Residual model AR ([4]) tidak berdistribusi normal



Gambar 4.8 Plot Uji Kenormalan Residual Model AR([4]) Untuk Tipe C-90

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa plot residual model AR ([4]) mendekati garis lurus sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model AR ([4]) berdistribusi normal. Hal ini dapat dibuktikan dari nilai Pvalue Kolmogorov Smirnov = 0.075 yang berarti lebih besar dari $\alpha=5\%$ maka gagal tolak H_0 atau residual model AR ([4]) berdistribusi normal.

Model MA ([3,4])

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter MA ([3,4]) adalah sebagai berikut :

$$H_0: \theta_i = 0 \quad H_1: \text{paling tidak ada satu } \theta_i \neq 0 \quad , i = 3, 4.$$

Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 5. Karena nilai $|T_{ratio}|$ untuk θ_3 dan θ_4 lebih kecil dari $T_{(0.025, 48)} = 2.0106$ maka parameter θ_3 dan θ_4 tidak signifikan. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dapat dilakukan untuk model MA ([3,4]).

Dari hasil pengujian parameter dan residual maka model yang layak digunakan untuk peramalan permintaan kaset tipe C-90 adalah model AR ([4]) dan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\hat{Z}_t = 332173.155 + 0.297Z_{t-1}$$

Hal ini berarti bahwa ramalan permintaan pada waktu ke t sama dengan 332173.155 permintaan ditambahkan 0.297 kali permintaan empat periode sebelumnya. Ramalan permintaan untuk sembilan bulan kedepan dengan menggunakan model AR ([4]) untuk kaset tipe C-90 dapat dilihat pada

Lampiran 5. Permintaan kaset tipe C-90 pada bulan April 2003 sampai dengan Desember 2003 diramalkan akan mengalami fluktuasi permintaan.

4.4 Analisis Sistem Persediaan

Sistem persediaan yang digunakan adalah sistem MRP dengan menggunakan empat ukuran lot yang berbeda yang nantinya akan dibandingkan satu sama lain untuk mendapatkan sistem MRP yang ekonomis. Hal pertama yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi input sistem MRP. Input sistem MRP dalam penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jadwal Induk Produksi

Jadwal induk produksi didasarkan pada hasil peramalan permintaan kaset PANAREC dari setiap tipe yang menjadi obyek penelitian. Hasil peramalan permintaan kaset setelah dikembalikan ke bentuk awal, digunakan sebagai rencana produksi bulanan untuk sembilan bulan kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rencana Produksi Kaset Bulanan Dalam Satuan Unit

Bulan	Kaset tipe C-46	Kaset tipe C-60	Kaset tipe C-90
April 2003	499196	2520289	378274
Mei 2003	553827	2312886	405525
Juni 2003	569196	2200743	398957
Juli 2003	573519	2140094	393866
Agustus 2003	574736	2107293	444391
September 2003	575078	2089554	452475
Oktober 2003	575174	2079960	450527
November 2003	575201	2074771	449016
Desember 2003	575209	2071965	464005

Rencana produksi diatas mencerminkan kebutuhan sub-komponen *Mini Pancake* untuk sembilan bulan kedepan. Karena pada bulan Maret 2003 masih terdapat sisa persediaan, maka kebutuhan *Mini Pancake* tipe C-46, C-60, dan C-90 untuk sembilan bulan kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, dan Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.4 Kebutuhan *Mini Pancake* Tipe C-46 Bulan April-Desember 2003

Periode	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
Keb. Kotor	499196	553827	569196	573519	574736	575078	575174	575201	575209
Persediaan ditangan(13640)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keb. Bersih	485556	553827	569196	573519	574736	575078	575174	575201	575209

Tabel 4.5 Kebutuhan *Mini Pancake* Tipe C-60 Bulan April-Desember 2003

Periode	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
Keb. Kotor	2520289	2312886	2200743	2140094	2107293	2089554	2079960	2074771	2071965
Persediaan ditangan(214100)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keb. Bersih	2306189	2312886	2200743	2140094	2107293	2089554	2079960	2074771	2071965

Tabel 4.6 Kebutuhan *Mini Pancake* Tipe C-90 Bulan April-Desember 2003

Periode	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
Keb. Kotor	378274	405525	398957	393866	444391	452475	450527	449016	464005
Persediaan ditangan(22700)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keb. Bersih	355574	405525	398957	393866	444391	452475	450527	449016	464005

2. Bill Of Material (BOM)

Bill of material adalah sebuah daftar bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan suatu produk. Jumlah dan nama bahan baku termasuk juga sumber asal perolehannya (dibuat sendiri atau beli) akan didefinisikan disini. Umumnya yang tercantum dalam BOM hanyalah bahan baku yang berkaitan dengan produk yang akan dibuat.

Berikut ini BOM untuk sub-komponen *Mini Pancake* tipe C-46, C-60, dan C-90.

Tabel 4.7 *Bill Of Material Mini Pancake Tipe C-46*

<i>Bill Of Material</i>		
Deskripsi produk: <i>Mini Pancake Tipe C-46</i>		
Satuan : 1 buah		
Nama Bahan Baku	Jumlah	Asal
<i>Hub</i>	2 buah	Buat
<i>Clamping</i>	1 buah	Buat
<i>Magnetic Tape tipe C-60a</i>	1 buah	Beli
<i>Leader Tape</i>	1buah	Beli
<i>Splacing</i>	1buah	Beli

Tabel 4.8 *Bill Of Material Mini Pancake Tipe C-60*

<i>Bill Of Material</i>		
Deskripsi produk: <i>Mini Pancake Tipe C-60</i>		
Satuan : 1 buah		
Nama Bahan Baku	Jumlah	Asal
<i>Hub</i>	2 buah	Buat
<i>Clamping</i>	1 buah	Buat
<i>Magnetic Tape tipe C-60b</i>	1 buah	Beli
<i>Leader Tape</i>	1buah	Beli
<i>Splacing</i>	1buah	Beli

Tabel 4.9 *Bill Of Material Mini Pancake Tipe C-90*

<i>Bill Of Material</i>		
Deskripsi produk: <i>Mini Pancake Tipe C-90</i>		
Satuan : 1 buah		
Nama Bahan Baku	Jumlah	Asal
<i>Hub</i>	2 buah	Buat
<i>Clamping</i>	1 buah	Buat
<i>Magnetic Tape tipe C-90</i>	1 buah	Beli
<i>Leader Tape</i>	1buah	Beli
<i>Splacing</i>	1buah	Beli

3. Struktur Produk

Struktur produk *Mini Pancake* untuk tiap tipe kaset C-46, C-60, C-90 masing-masing dapat pada Gambar 3.1, Gambar 3.2, dan Gambar 3.3. Dari struktur produk tersebut dapat dibuat *Item Master* untuk tiap bahan baku yang digunakan. *Item master* berisi nama *item*, level *item*, asal, *lead time*, *safety stock*, biaya pemesanan untuk bahan baku yang dibeli, biaya pembuatan untuk bahan baku yang dibuat sendiri, dan biaya simpan. Adapun *Item Master* untuk tiap bahan baku adalah sebagai berikut :

a. Hub

Tabel 4.10 *Item Master* Bahan Baku Hub

Bahan baku : Hub	
Level item	1
Asal	buat
Lead time	1 bulan
Safety stock	10%
Set Up cost	Rp 3000000
Holding cost	Rp10

b. Clamping

Tabel 4.11 *Item Master* Bahan Baku Clamping

Bahan baku : Clamping	
Level item	1
Asal	buat
Lead time	1 bulan
Safety stock	10%
Set Up cost	Rp 3000000
Holding cost	Rp10

c. *Magnetic Tape* (MT) tipe C-60a dan tipe C-60b

Tabel 4.12 *Item Master Bahan Baku Magnetic Tape Tipe C-60a Dan Tipe C-60b*

Bahan baku : MT tipe C-60	
Level item	1
Asal	beli
Lead time	1 bulan
Safety stock	10%
Order cost	Rp 1000000
Holding cost	Rp 20

d. *Magnetic Tape* (MT) tipe C-90

Tabel 4.13 *Item Master Bahan Baku Magnetic Tape Tipe C-90*

Bahan baku : MT tipe C-90	
Level item	1
Asal	beli
Lead time	1 bulan
Safety stock	10%
Order cost	Rp 1000000
Holding cost	Rp 20

e. *Splasing*

Tabel 4.14 *Item Master Bahan Baku Splasing*

Bahan baku : <i>Splasing</i>	
Level item	1
Asal	beli
Lead time	1 bulan
Safety stock	10%
Order cost	Rp 1000000
Holding cost	Rp 20

Setelah mengidentifikasi input sistem MRP, maka perhitungan sistem MRP akan dilakukan berdasarkan empat ukuran lot yang digunakan yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ), *Lot For Lot*, *Part Period Balancing* (PPB), dan *Period Order Quantity* (POQ), pada bahan baku pembuat *Mini Pancake* untuk tiga tipe kaset yaitu C-46, C-60, dan C-90. Untuk satu bahan baku yang digunakan untuk ketiga *Mini Pancake* tersebut akan dilakukan perhitungan sistem MRP secara bersamaan, seperti *Hub*, *Clamping*, *Splasing*, dan *Leader Tape*. Sedangkan untuk bahan baku *Magnetic Tape* dihitung berdasarkan tipenya karena setiap tipe kaset menggunakan bahan baku *Magnetic Tape* yang berbeda (Lihat struktur produk pada Bab III).

Bahan baku *Splasing* yang dimiliki pihak perusahaan dapat memenuhi kebutuhan selama tahun 2003. Jadi tidak dilakukan perhitungan persediaan dan sisa persediaan pada tahun 2003 dapat digunakan pada tahun berikutnya. Perhitungan persediaan bahan baku *Splasing* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Persediaan Bahan Baku *Splasing* (Unit)

Item/L :	Mar '03	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
<i>Splasing</i> /1bln										
gross requirement		3147319	3272238	3168896	3107479	3126420	3117107	3105661	3098988	3111179
safety stock		314732	327224	316890	310748	312642	311711	310567	309899	311118
total requirement		3462051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
inventory on hand	113064000	109601949	106002487	102516701	99098474	95659412	92230594	88814366	85405479	81983182
net requirement		0	0	0	0	0	0	0	0	0
scheduled received		0	0	0	0	0	0	0	0	0
planned order release										

Biaya penyimpanan bahan baku *Splasing* per unit per bulan sebesar Rp 1.67,- maka bila pada bulan Maret-Desember 2003 terdapat 974.376.644 unit *Splasing*

yang disimpan maka biaya penyimpanan bahan baku *Splacing* selama periode tersebut adalah sebesar Rp 1.627.208.995,-

Dari tabel 4.15 terlihat bahwa persediaan bahan baku *Splacing* lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan bulan April-Desember 2003. Dan masih memungkinkan bahwa pihak perusahaan tidak akan kehabisan bahan baku *Splacing* sampai tahun 2004. Akibat penumpukan bahan baku *Splacing* adalah tingginya biaya penyimpanan yang harus ditanggung pihak perusahaan.

Berikut adalah perhitungan sistem MRP untuk masing-masing ukuran lot pada bahan baku *Hub*, *Clamping*, *Magnetic Tape* tipe C-60a, *Magnetic Tape* tipe C-60b, *Magnetic Tape* tipe C-90, dan *Leader Tape* :

1. *Economic Order Quantity (EOQ)*

a. *Hub*

Tabel 4.16 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk *Hub* (Unit)

Item/L : Hub/Ibulan	Mar '03	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	720000	806840	618858	658228	832716	965534	1118840	1297327	1490495	1656843
net requirement		6204102	6392084	6352714	6178226	6045408	5892102	5713615	5520447	5354099
scheduled received		7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942
planned order release	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	7010942	

Besar kebutuhan bahan baku dalam setahun (U) untuk *Hub* dapat dihitung dengan menggunakan model perbandingan. Jika kebutuhan selama sembilan bulan (April-Desember 2003) sebesar 61.441.635 unit seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.16 maka dalam 12 bulan kebutuhan bahan baku *Hub* sebesar $U =$

$$\frac{12 \times 61441635}{9} = 81922180 \text{ unit.}$$

Dengan biaya per *setup* (S) sebesar Rp 3.000.000,- dan biaya penyimpanan (H) sebesar Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan, maka ukuran lot yang ekonomis untuk bahan baku *Hub* adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2US}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 81922180 \times 3000000}{10}} = 7010942 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Hub* yang dijadwalkan akan diproduksi pihak perusahaan untuk satu kali *setup*.

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa *setup* bahan baku *Hub* dilakukan sebanyak sembilan kali dan total persediaan yang harus disimpan selama 10 bulan sebanyak 1.016.581 unit (*Inventory On Hand*). Maka besar biaya *setup* dan penyimpanan bahan baku *Hub* pada bulan Maret-Desember 2003 masing-masing sebesar Rp 27.000.000,- dan Rp 8.437.515,-. Sehingga besar biaya persediaan bahan baku *Hub* yang merupakan penjumlahan biaya *setup* dan biaya penyimpanan adalah sebesar Rp 35.437.515,-.

b. *Clamping*

Tabel 4.17 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk *Clamping*(Unit)

Item/L : Clamping/Ibulan	Mar '03	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	4240000	4123050	3731278	3566858	3537556	3466584	3416100	3390797	3380175	3342733
net requirement		2684102	3075874	3240294	3269596	3340568	3391052	3416355	3426977	3464419
scheduled received		6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152
planned order release	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	6807152	

Besar kebutuhan bahan baku *Clamping* selama sembilan bulan (April-Desember 2003) sebesar 57.921.635 unit dan besar kebutuhan bahan baku tersebut selama setahun (U) dapat diketahui dengan menggunakan model perbandingan. Maka kebutuhan bahan baku *Clamping* selama setahun (U) sebesar

$$\frac{12 \times 57921635}{9} = 77228847 \text{ unit.}$$

Dengan biaya per *setup* (S) sebesar Rp 3.000.000,- dan biaya penyimpanan bahan baku (H) sebesar Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan maka ukuran lot yang ekonomis untuk bahan baku *Clamping* adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2US}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 77228847 \times 3000000}{10}} = 6807151.3 \approx 6807152 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Clamping* yang dijadwalkan akan diproduksi pihak perusahaan untuk satu kali *setup*.

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa *setup* yang dilakukan pihak perusahaan untuk memenuhi permintaan kaset bulan April-Desember 2003 sebanyak sembilan kali maka biaya *setup* yang ditanggung pihak perusahaan adalah sebesar Rp 27.000.000,-. Dari Tabel 4.17 juga dapat diketahui bahwa persediaan yang disimpan pihak perusahaan (*Inventory On Hand*) mulai Maret-Desember 2003 sebanyak 36.195.131 unit mengakibatkan perusahaan harus menanggung biaya penyimpanan sebesar Rp 30.041.959,-. Sehingga besar biaya persediaan bahan baku *Clamping* adalah Rp 57.041.959,-.

c. *Magnetic Tape* Tipe C-60a

Tabel 4.18 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk M T tipe C-60a (Unit)

Item/L : MT C-60a/1bulan	Mar '03	Apr '03	Mei '03	Jun '03	Jul '03	Agt '03	Sep '03	Okt '03	Nop '03	Des '03
gross requirement		485556	553827	569196	573519	574736	575078	575174	575201	575209
safety stock		48556	55383	56920	57352	57474	57508	57518	57521	57521
total requirement		534112	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730
inventory on hand	86220	406667	652016	25900	249588	471937	693910	61218	283055	504884
net requirement		447892	202543	0	604971	382622	160649	0	571504	349675
scheduled received		854559	854559	0	854559	854559	854559	0	854559	854559
planned order release	854559	854559		854559	854559	854559		854559	854559	

Perhitungan kebutuhan bahan baku selama setahun (U) untuk *Magnetic Tape* tipe C-60a dapat dilakukan dengan menggunakan model perbandingan. Jika kebutuhan bahan baku tersebut selama sembilan bulan sebesar 5.477.029 unit maka dalam 12 bulan membutuhkan *Magnetic Tape* tipe C-60a sebanyak

$$\frac{12 \times 5477029}{9} = 7302706 \text{ unit.}$$

Dengan biaya per pesan (K) sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya penyimpanan (H) sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan, maka besar pesanan yang ekonomis untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2UK}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 7302706 \times 1000000}{20}} = 854558.7 \approx 854559 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a yang dijadwalkan akan dipesan pihak perusahaan untuk satu kali pemesanan.

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-60a dilakukan sebanyak tujuh kali dengan biaya sebesar Rp 7.000.000,- dan persediaan yang timbul akibat sisa pemakaian bahan baku pada bulan-bulan sebelumnya terhitung mulai Maret-Desember 2003 sebesar 3.435.395 unit dengan biaya sebesar Rp 5.737.110,-. Sehingga besar biaya persediaan yang ditanggung pihak perusahaan adalah sebesar Rp 12.737.110,-.

d. *Magnetic Tape* Tipe C-60b

Tabel 4.19 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk MT tipe C-60b (Unit)

Item/L : MT C-60b/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		2306189	2312886	2200743	2140094	2107293	2089554	2079960	2074771	2071965
safety stock		230619	231289	220075	214010	210730	208956	207997	207478	207197
total requirement		2536808	2544175	2420818	2354104	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162
inventory on hand	109800	936484	74055	1016729	344371	1389840	773076	166865	1248108	650692
net requirement		2427008	1607691	2346763	1337375	1973652	908670	1514881	2115384	1031054
scheduled received		3363492	1681746	3363492	1681746	3363492	1681746	1681746	3363492	1681746
planned order release	3363492	1681746	3363492	1681746	3363492	1681746	1681746	3363492	1681746	

Kebutuhan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b bulan April-Desember 2003 sebesar 21.212.006 unit. Untuk menghitung besar kebutuhan baku tersebut selama setahun (U) digunakan model perbandingan sehingga diperoleh kebutuhan selama 12 bulan sebesar $\frac{12 \times 21212006}{9} = 28282674.7 \approx 28282675$ unit.

Biaya per pesan (K) untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpannya sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan. Sehingga ukuran lot pemesanan bahan baku tersebut yang ekonomis adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2UK}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 28282675 \times 1000000}{20}} = 1681745.4 \approx 1681746 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b yang dijadwalkan akan dipesan pihak perusahaan untuk satu kali pemesanan.

Dari Tabel 4.19 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b dilakukan sebanyak 13 kali dimana pada bulan Maret dan Oktober 2003 dilakukan pemesanan sebanyak dua kali karena kebutuhan pada bulan April dan Nopember cukup besar. Sehingga biaya pemesanan bahan baku tersebut untuk bulan Maret-Desember 2003 sebesar Rp 13.000.000,-. Bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b yang disimpan pada bulan Maret-Desember 2003 sebanyak 6.710.020 unit sehingga menimbulkan biaya penyimpanan sebesar Rp 11.205.733,-. Maka biaya persediaan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b sebesar Rp 24.205.733,-.

e. *Magnetic Tape* Tipe C-90

Tabel 4.20 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk MT tipe C-90 (Unit)

Item/L : MT C-90/1 bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		355574	405525	398957	393866	444391	452475	450527	449016	464005
safety stock		35558	40553	39896	39387	44440	45248	45053	44902	46401
total requirement		391132	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406
inventory on hand	276120	607913	161835	445907	12654	246748	471950	699295	205377	417896
net requirement		115012	0	277018	0	476177	250975	23630	0	305029
scheduled received		722925	0	722925	0	722925	722925	722925	0	722925
planned order release	722925		722925		722925	722925	722925		722925	

Kebutuhan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 selama sembilan bulan yaitu bulan April-Desember 2003 sebesar 3.919.645 unit sedangkan untuk mengetahui besar kebutuhan bahan baku tersebut selama setahun (U) digunakan model perbandingan sehingga diperoleh $\frac{12 \times 3919645}{9} = 5226205.3 \approx 5226206$ unit.

Biaya per pesan (K) untuk bahan baku tersebut sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan (H) sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan. Maka ukuran lot pemesanan yang ekonomis untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2UK}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 5226206 \times 1000000}{20}} = 722925 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 yang dijadwalkan akan dipesan pihak perusahaan untuk satu kali pemesanan.

Tabel 4.20 menunjukkan pemesanan hanya dilakukan sebanyak enam kali selama bulan Maret-April 2003 karena sisa stok pada bulan sebelumnya dapat digunakan untuk memenuhi bulan berikutnya sehingga biaya pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 sebesar Rp 6.000.000,-. Bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 yang disimpan selama bulan Maret-Desember 2003 sebanyak 3.545.695 unit dan menimbulkan biaya penyimpanan sebesar Rp 5.921.311,-. Jadi biaya persediaan bahan baku tersebut sebesar Rp 11.921.311,-.

f. *Leader Tape*

Tabel 4.21 Sistem MRP dengan Ukuran Lot EOQ Untuk *Leader Tape* (Unit)

Item/L : LT/Ibulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		3147319	3272238	3168896	3107479	3126420	3117107	3105661	3098988	3111179
safety stock		314732	327224	316890	310748	312642	311711	310567	309899	311118
total requirement		3462051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
inventory on hand	4240000	360211	709273	1172011	1702308	237508	757214	1289510	1829147	381112
net requirement		1614051	3239251	2776513	2246216	1736754	319310	2659014	2119377	1593150
scheduled received		1974262	3948524	3948524	3948524	1974262	3948524	3948524	3948524	1974262
planned order release	1974262	3948524	3948524	3948524	1974262	3948524	3948524	3948524	1974262	

Kebutuhan bahan baku *Leader Tape* untuk bulan April-Desember 2003 sebesar 29.232.818 unit dan kebutuhan selama setahunnya (U) dapat diketahui dengan menggunakan model perbandingan sehingga diperoleh

$$\frac{12 \times 29232818}{9} = 38977091 \text{ unit.}$$

Biaya untuk sekali pemesanan (K) sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan (H) sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan sehingga ukuran lot pemesanan yang ekonomis adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2UK}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 38977091 \times 1000000}{20}} = 1974261.7 \approx 1974262 \text{ unit}$$

Nilai EOQ tersebut merupakan *Scheduled Received* atau jumlah bahan baku *Leader Tape* yang dijadwalkan akan dipesan pihak perusahaan untuk satu kali pemesanan.

Tabel 4.21 menunjukkan bahwa pada bulan April, Mei, Juni, Agustus, September, dan Nopember 2003 dilakukan pemesanan sebanyak dua kali sehingga total pemesanan selama bulan Maret-Desember 2003 sebanyak 15 kali dengan biaya sebesar Rp 15.000.000,-. Bahan baku *Leader Tape* yang disimpan mulai

Maret-Desember 2003 sebanyak 10.286.294 unit dengan biaya Rp 17.178.111,-.

Sehingga biaya persediaannya sebesar Rp 32.178.111,-.

2. Lot For Lot (L-4-L)

a. Hub

Tabel 4.22 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk *Hub* (Unit)

Item/L : Hub/Ibulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	720000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		6204102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
scheduled received		6204102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
planned order release	6204102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594	

Dengan menggunakan ukuran *Lot For Lot*, *setup* dilakukan *setup* setiap bulan dengan kapasitas sama dengan besar kebutuhan bersihnya. Dari Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa *setup* dilakukan sebanyak sembilan kali dengan biaya Rp 27.000.000,- dan menyimpan sebanyak 720.000 unit *Hub* dengan biaya Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan sehingga biaya simpannya sebesar Rp 597.600,-. Jadi biaya persediaan bahan baku *Hub* sebesar Rp 32.597.600,-.

b. *Clamping*

Tabel 4.23 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk *Clamping* (Unit)

Item/L : Clamping/Ibulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	4240000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		2684102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
scheduled received		2684102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
planned order release	2684102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594	

Dari Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa dilakukan *setup* untuk bahan baku *Clamping* sebanyak sembilan kali dengan biaya Rp 27.000.000,- dan menyimpan sebanyak 4.240.000 unit *Clamping* dengan biaya Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan sehingga biaya simpannya sebesar Rp 3.519.200,-. Jadi biaya persediaan bahan baku *Clamping* sebesar Rp 30.519.200,-.

c. *Magnetic Tape Tipe C-60a*

Tabel 4.24 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk MT C-60a (Unit)

Item/L : MT C- 60a/Ibulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		485556	553827	569196	573519	574736	575078	575174	575201	575209
safety stock		48556	55383	56920	57352	57474	57508	57518	57521	57521
total requirement		534112	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730
inventory on hand	86220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		447892	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730
scheduled received		447892	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730
planned order release	447892	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730	

Dari Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-60a dilakukan sebanyak sembilan kali dengan biaya Rp 1.000.000,- untuk satu kali pemesanan atau Rp 9.000.000,- untuk sembilan kali pemesanan dan

menyimpan 86.200 unit dengan biaya sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan atau sebesar Rp 143.954,-. Jadi biaya persediaannya sebesar Rp 9.143.954,-.

d. *Magnetic Tape* Tipe C-60b

Tabel 4.25 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk MT C-60b (Unit)

Item/L : MT C-60b/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agst'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		2306189	2312886	2200743	2140094	2107293	2089554	2079960	2074771	2071965
safety stock		230619	231289	220075	214010	210730	208956	207997	207478	207197
total requirement		2536808	2544175	2420818	2354104	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162
inventory on hand	109800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		2427008	2544175	2420818	23541014	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162
scheduled received		2427008	2544175	2420818	23541014	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162
planned order release	2427008	2544175	2420818	23541014	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162	

Dari Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa dilakukan pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-60b sebanyak sembilan kali dengan biaya Rp 1.000.000,- per pesan atau Rp 9.000.000,-. Biaya penyimpanan sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan, karena menyimpan sebanyak 109.800 unit maka biaya simpannya sebesar Rp 183.366,-. Jadi biaya persediaan bahan baku tersebut sebesar Rp 9.183.366,-.

e. *Magnetic Tape Tipe C-90*

Tabel 4.26 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk MT C-90 (Unit)

Item/L : MT C-90/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		355574	405525	398957	393866	444391	452475	450527	449016	464005
safety stock		35558	40553	39896	39387	44440	45248	45053	44902	46401
total requirement		391132	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406
inventory on hand	276120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		115012	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406
scheduled received		115012	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406
planned order release	115012	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406	

Dari Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 dilakukan sebanyak sembilan kali dengan biaya Rp 1.000.000,- per pesan atau Rp 9.000.000,- untuk sembilan kali pemesanan. Biaya penyimpanan bahan baku sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1,67,- per unit per bulan, karena pada bulan Maret menyimpan 276.120 unit maka biaya penyimpanan bahan baku selama bulan Maret-Desember 2003 sebesar Rp 4.161.120,-. Jadi biaya persediaannya sebesar Rp 13.161.120,-.

f. *Leader Tape*

Tabel 4.27 Sistem MRP dengan Ukuran Lot *Lot For Lot* Untuk *Leader Tape*(Unit)

Item/L : LT/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		3147319	3272238	3168896	3107479	3126420	3117107	3105661	3098988	3111179
safety stock		314732	327224	316890	310748	312642	311711	310567	309899	311118
total requirement		3462051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
inventory on hand	4240000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net requirement		1614051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
scheduled received		1614051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
planned order release	1614051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297	

Dari Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Leader Tape* dilakukan sebanyak sembilan kali dengan biaya per pemesanan Rp 1.000.000,- atau Rp 9.000.000,- untuk sembilan kali pemesanan. Biaya penyimpanan sebesar Rp20,- per unit per tahun atau Rp 1.67,- per unit per bulan. Pada bulan Maret 2003 terdapat 4.240.000 unit bahan baku yang disimpan sehingga biaya penyimpanan sebesar Rp 3.086.160,-. Jadi biaya persediaan bahan baku *Leader Tape* sebesar Rp 12.086.160,-.

3. Part Periode Balancing (PPB)

a. Hub

Tabel 4.28 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk *Hub* (Unit)

Item/L : Hub/bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	720000	1024814	1054806	1312150	1704612	2055404	2426684	2823145	3234287	4151
net requirement		6204102	6174110	5916766	5524304	5173512	4802232	4405771	3994629	3610307
scheduled received		7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	3614458
planned order release	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	3614458	

Biaya satu kali *setup* untuk bahan baku *Hub* sebesar Rp 3.000.000,- dan biaya penyimpanan bahan baku *Hub* sebesar Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku tersebut adalah sebagai berikut :

$$EPP = \frac{\text{Biayasetup bahan baku Hub}}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp 3.000.000}{Rp 0.83} = 3614457.8 \approx 3614458 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.28 dapat diketahui bahwa *setup* bahan baku *Hub* dilakukan sebanyak 17 kali dengan dua kali *setup* pada bulan Maret-Oktober 2003 dan satu

kali *setup* pada bulan Nopember 2003 dimana biaya per *setup* sebesar Rp 3.000.000,- atau sebesar Rp 51.000.000,- untuk 17 kali *setup*. Pada bulan Maret-Desember 2003 perusahaan menyimpan 16.360.053 unit sehingga biaya penyimpanan yang harus ditanggung sebesar Rp 13.578.844,-. Jadi biaya persediaannya adalah sebesar Rp 64.578.844,-.

b. *Clamping*

Tabel 4.29 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk *Clamping* (Unit)

Item/L :	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
Clamping/Ibulan										
gross requirement		6294638	6544476	6337792	6214958	6252840	6234214	6211322	6197976	6222358
safety stock		629464	654448	633780	621496	625284	623422	621133	619798	622236
total requirement		6924102	7198924	6971572	6836454	6878124	6857636	6832455	6817774	6844594
inventory on hand	4240000	930356	960348	1217692	1610154	1960946	2332226	2728687	3139829	3524151
net requirement		2684102	6268568	6011224	5618762	5267970	4896690	4500229	4089087	3704765
scheduled received		3614458	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916
planned order release	3614458	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	7228916	

Biaya per *setup* untuk bahan baku *Clamping* sebesar Rp 3.000.000,- dan biaya simpan sebesar Rp 10,- per unit per tahun atau Rp 0.83 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku *Clamping* adalah:

$$EPP = \frac{\text{Biayasetup bahan baku } C \text{ lamping}}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp 3.000.000}{Rp 0.83} = 3614457.8 \approx 3614458 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.29 dapat diketahui bahwa *setup* bahan baku *Clamping* pada bulan April-Nopember 2003 dilakukan dua kali *setup* untuk dapat memenuhi kebutuhan pada bulan-bulan tersebut. Sehingga untuk bulan Maret-Desember 2003 dilakukan *setup* sebanyak 17 kali dengan biaya sebesar Rp 51.000.000,-.

Pada bulan Maret-Desember 2003 perusahaan menyimpan 22.644.389 unit dengan biaya sebesar Rp 18.794.843,-. Jadi biaya persediaannya sebesar Rp 69.794.843,-.

c. *Magnetic Tape* Tipe C-60a

Tabel 4.30 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-60a (Unit)

Item/L : MT C-60a/bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agst'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		485556	553827	569196	573519	574736	575078	575174	575201	575209
safety stock		48556	55383	56920	57352	57474	57508	57518	57521	57521
total requirement		534112	609210	626116	630871	632210	632586	632692	632722	632730
inventory on hand	86220	150911	140504	113191	81123	47716	13933	578847	632730	0
net requirement		447892	458299	485612	517680	551087	584870	618759	53875	0
scheduled received		598803	598803	598803	598803	598803	598803	1197606	686605	
planned order release	598803	598803	598803	598803	598803	598803	1197606	686605		

Biaya per pesan untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan sebesar Rp 20,- per unit per tahun atau Rp 1.67 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a adalah:

$$EPP = \frac{\text{Biaya per pesan bahan baku MTC-60a}}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp1000000}{Rp1.67} = 598802.4 \approx 598803 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.30 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a dilakukan sembilan kali pada periode bulan Maret-Desember 2003 dimana kebutuhan pada bulan Nopember dan Desember dipesan secara bersamaan karena besar kebutuhannya mendekati ukuran *part period*. Biaya pemesanan yang dikeluarkan perusahaan pada bulan Maret-Nopember 2003 sebesar Rp 9.000.000,-. Bahan baku yang disimpan perusahaan mulai Maret-

Desember 2003 sebanyak 1.845.175 unit mengakibatkan biaya penyimpanan sebesar Rp 3.081.442,- karena biaya simpan bahan baku tersebut per unit per bulan sebesar Rp 1.67,-. Jadi biaya persediaan bahan baku tersebut sebesar Rp 11.081.442,-.

d. *Magnetic Tape* Tipe C-60b

Tabel 4.31 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-60b (Unit)

Item/L : MT C-60b/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		2306189	2312886	2200743	2140094	2107293	2089554	2079960	2074771	2071965
safety stock		230619	231289	220075	214010	210730	208956	207997	207478	207197
total requirement		2536808	2544175	2420818	2354104	2318023	2298510	2287957	2282249	2279162
inventory on hand	109800	567007	418044	392438	433546	510735	8634	115889	228852	344902
net requirement		2427008	1977168	2002774	1961666	1884477	1787775	2279323	2166360	2050310
scheduled received		2994015	2395212	2395212	2395212	2395212	1796409	2395212	2395212	2395212
planned order release	2994015	2395212	2395212	2395212	2395212	1796409	2395212	2395212	2395212	

Biaya per pesan untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan sebesar Rp 20,- per unit per tahun atau Rp 1.67 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b adalah:

$$EPP = \frac{\text{Biaya per pesan bahan baku MTC-60b}}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp1000000}{Rp1.67} = 598802.4 \approx 598803 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.31 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b pada bulan Maret, April, Juni, Juli, Agustus, September, dan Nopember 2003 dilakukan lima kali karena kebutuhan pada bulan-bulan tersebut sangat besar. Sedangkan pada bulan Mei 2003 dilakukan pemesanan sebanyak empat kali dan pada bulan Oktober 2003 dilakukan pemesanan sebanyak tiga kali.

Sehingga untuk periode Maret-Desember 2003 dilakukan pemesanan sebanyak 36 kali dengan biaya Rp 36.000.000,-. Pada periode Maret-Desember 2003 perusahaan menyimpan 3.129.847 unit bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b dengan biaya Rp 5.226.884,-. Jadi biaya persediaan bahan baku tersebut sebesar Rp 41.226.844,-.

e. *Magnetic Tape* Tipe C-90

Tabel 4.32 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk MT tipe C-90 (Unit)

Item/L : MT C-90/bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		355574	405525	398957	393866	444391	452475	450527	449016	464005
safety stock		35558	40553	39896	39387	44440	45248	45053	44902	46401
total requirement		391132	446078	438853	433253	488831	497723	495580	493918	510406
inventory on hand	276120	483791	37713	197663	488831	0	101080	204303	510406	0
net requirement		115012	0	401140	235590	0	497723	394500	289615	0
scheduled received	598803		0	598803	724421	0	598803	598803	800021	
planned order release	598803		598803	724421		598803	598803	800021		

Biaya per pesan untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan sebesar Rp 20,- per unit per tahun atau Rp 1.67 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 adalah:

$$EPP = \frac{\text{Biaya per pesan bahan baku MTC-90}}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp1000000}{Rp1.67} = 598802.4 \approx 598803 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa kebutuhan pada bulan Juli-Agustus 2003 dipesan pada bulan Juli 2003 karena total kebutuhan dua bulan tersebut mendekati ukuran *part period* diatas. Begitu juga untuk kebutuhan Nopember-Desember 2003. Sehingga pada periode bulan Maret-Desember 2003 dilakukan

pemesanan sebanyak enam kali dengan biaya Rp 6.000.000,-. Pada periode yang sama perusahaan menyimpan bahan baku Magnetic Tape tipe C-90 sebanyak 2.299.907 unit sehingga mengakibatkan perusahaan mengeluarkan biaya sebesar Rp 3.840.845,-. Jadi biaya persediaan bahan baku tersebut sebesar Rp 9.840.845,-.

f. *Leader Tape*

Tabel 4.33 Sistem MRP dengan Ukuran Lot PPB Untuk *Leader Tape* (Unit)

Item/L : LT/1bulan	Mar'03	Apr'03	Mei'03	Jun'03	Jul'03	Agt'03	Sep'03	Okt'03	Nop'03	Des'03
gross requirement		3147319	3272238	3168896	3107479	3126420	3117107	3105661	3098988	3111179
safety stock		314732	327224	316890	310748	312642	311711	310567	309899	311118
total requirement		3462051	3599462	3485786	3418227	3439062	3428818	3416228	3408887	3422297
inventory on hand	1848000	182358	175714	282746	457337	12290	176290	352880	536811	707332
net requirement		1614051	3417104	3310072	3135481	2981725	3416528	3239938	3056007	2884486
scheduled received		1796409	3592818	3592818	3592818	2994015	3592818	3592818	3592818	3592818
planned order release	1796409	3592818	3592818	3592818	2994015	3592818	3592818	3592818	3592818	

Biaya per pesan untuk bahan baku *Leader Tape* sebesar Rp 1.000.000,- dan biaya simpan sebesar Rp 20,- per unit per tahun atau Rp 1.67 per unit per bulan, maka ukuran *part period* yang ekonomis untuk per pemesanan bahan baku *Leader Tape* adalah:

$$EPP = \frac{\text{Biaya per pesan bahan baku } LT}{\text{Biaya penyimpanan per unit per bulan}} = \frac{Rp1000000}{Rp1.67} = 598802.4 \approx 598803 \text{ unit}$$

Dari Tabel 4.33 dapat diketahui bahwa pada bulan Maret dilakukan pemesanan bahan baku sebanyak tiga kali, pada bulan Juli 2003 dilakukan pemesanan sebanyak lima kali, dan pada bulan April, Mei, Juni, dan Agustus-Desember 2003 dilakukan pemesanan sebanyak enam kali. Jadi pada periode Maret-Desember 2003 dilakukan pemesanan sebanyak 51 kali dengan biaya Rp

51.000.000,-. Pada periode yang sama perusahaan menyimpan 4.731.758 unit bahan baku tersebut dan mengakibatkan perusahaan harus menanggung biaya penyimpanan sebesar Rp 7.902.036,-. Sehingga biaya persediaan bahan baku *Leader Tape* sebesar Rp 57.902.036,-.

Dari perhitungan dengan system persediaan dengan metode MRP yang telah dilakukan dapat diringkas tentang total biaya persediaan yang harus dikeluarkan untuk tiap-tiap metode ukuran lot sebagai berikut :

Tabel 4.34 Total Biaya Persediaan Untuk Ukuran Lot EOQ, L-4-L, Dan PPB

Metode	Hub	Clamping	MT C-60a	MT C-60b	MT C-90	LT
EOQ	Rp 35.437.515	Rp 57.041.959	Rp 12.737.110	Rp 24.205.733	Rp 11.921.311	Rp 32.178.111
L-4-L	Rp 32.597.600	Rp 30.519.200	Rp 9.143.954	Rp 9.183.366	Rp 13.161.120	Rp 12.086.160
PPB	Rp 64.578.844	Rp 69.794.843	Rp 11.081.442	Rp 41.226.844	Rp 9.840.845	Rp 57.902.036

Ukuran lot yang berbeda memberikan variasi dalam besarnya biaya persediaan. Ukuran lot *Lot For Lot* memberikan hasil yang minimum dalam perhitungan biaya persediaan, hal ini dikarenakan ukuran lot dengan metode tersebut meminimalkan biaya simpan. Sedangkan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dan PPB (*Part Periode Balancing*) lebih mengacu pada besarnya kuantitas persediaan sehingga dapat mengatasi adanya lonjakan kebutuhan. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa metode MRP dengan ukuran lot *Lot For Lot* memberikan biaya persediaan yang minimum untuk bahan baku *Hub*, *Clamping*, *Magnetic Tape* tipe C-60a, *Magnetic Tape* tipe C-60b, dan *Leader tape*. Sedangkan biaya persediaan untuk bahan baku *Magnetic tape* tipe C-90 akan minimum apabila menggunakan metode MRP dengan ukuran lot *Part Periode Balancing* (PPB).

Ukuran lot metode *Period Order Quantity* (POQ) tidak digunakan karena besarnya pemesanan tiap pemesanan tidak dapat dilakukan secara sembarang. Maka dari metode POQ yang dapat dilakukan adalah penentuan banyaknya pemesanan yang ekonomis untuk bahan baku yang berasal dari luar perusahaan (*Magnetic Tape* tipe C-60a, C-60b, dan C-90, serta *Leader Tape*), banyaknya *setup* yang ekonomis untuk bahan baku yang berasal dari dalam perusahaan (*Hub* dan *Clamping*) dan interval waktu antar pemesanan dan *setup*.

Berikut adalah banyak pemesanan dan *setup* ekonomis dalam satu tahun dan interval waktu pemesanan untuk masing-masing bahan baku :

1. *Hub*

$$\begin{aligned}\text{Banyak Setup Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{81922180}{7010942} = 11.7\end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Setup} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{banyaksetupdalamsetahun}} = \frac{12}{11.7} = 1.03$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa banyak *setup* bahan baku *Hub* yang ekonomis dalam setahun adalah sebanyak 11 kali sampai dengan 12 kali dalam setahun dengan kapasitas 7.010.942 unit *Hub* per *setup* dengan interval antar *setup* adalah satu sampai dua bulan.

2. *Clamping*

$$\begin{aligned}\text{Banyak Setup Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{77228847}{6807152} = 11.3\end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Setup} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{banyaksetupdalamsetahun}} = \frac{12}{11.3} = 1.6$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa banyak *setup Clamping* yang ekonomis dalam setahun adalah sebanyak 11 kali dengan kapasitas sebanyak 6.807.152 unit per *setup* dengan interval waktu satu sampai dua bulan.

3. *Magnetic Tape* Tipe C-60a

$$\begin{aligned} \text{Banyak Pemesanan Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{7302706}{854559} = 8.5 \end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Pemesanan} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{Banyakpembuatanbahanbaku}} = \frac{12}{8.5} = 1.4$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa banyak pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60a untuk *Mini Pancake C-46* akan ekonomis jika dilakukan delapan sampai sembilan bulan dalam setahun dengan kuantitas pemesanan 854559 unit dengan interval waktu antar pemesanan antar satu sampai dua bulan.

4. *Magnetic Tape* Tipe C-60b

$$\begin{aligned} \text{Banyak Pemesanan Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{28282675}{1681746} = 16.8 \end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Pemesanan} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{Banyakpemesananbahanbaku}} = \frac{12}{16.8} = 0.7$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-60b untuk *Mini Pancake* C-60 yang ekonomis adalah sebanyak 16 sampai 17 kali dalam setahun dengan banyak pemesanan yang optimum adalah sebanyak 1.681.746 unit dengan interval waktu antar pemesanan 17 sampai 18 hari dimana ada 25 hari kerja dalam satu bulan.

5. *Magnetic Tape* Tipe C-90

$$\begin{aligned}\text{Banyak Pemesanan Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{5226206}{722925} = 7.2\end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Pemesanan} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{Banyakpemesananbahanbaku}} = \frac{12}{7.2} = 1.7$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa banyak pemesanan yang ekonomis untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 adalah sebanyak tujuh sampai delapan kali dalam setahun dengan kuantitas pemesanan yang optimum sebesar 722.925 unit dan interval waktu antar pemesanan satu sampai dua bulan.

6. *Leader Tape*

$$\begin{aligned}\text{Banyak Pemesanan Bahan Baku Setahun} &= \frac{\text{kebutuhandalamsatutahun}}{EOQ} \\ &= \frac{38977091}{1974262} = 19.7\end{aligned}$$

$$\text{Interval Antar Pemesanan} = \frac{\text{Banyakbulandalamsetahun}}{\text{Banyakpemesananbahanbaku}} = \frac{12}{19.7} = 0.6$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa banyak pemesanan yang ekonomis untuk bahan baku *Leader Tape* untuk memenuhi ketiga tipe kaset

adalah sebanyak 19 sampai 20 kali dalam setahun dengan kuantitas pemesanan yang optimum sebesar 1.974.262 unit dan interval waktu antar pemesanan kurang dari satu bulan atau ± 15 hari dengan 25 hari kerja dalam satu bulan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian akhir dari laporan penelitian ini adalah penulisan hasil penelitian secara garis besar yang berupa kesimpulan, yang disesuaikan dengan permasalahan yang diangkat dan tujuan yang ditentukan pada saat pertama kali ide penelitian dimunculkan. Saran-saran yang muncul untuk mengembangkan dan lebih menyempurnakan penelitian, juga akan dipaparkan dalam bab ini.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis serta interpretasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis peramalan untuk tiap tipe kaset dengan metode Box-Jenkins dapat disimpulkan bahwa ;
 - a. Model permintaan kaset PANAREC tipe C-46 dengan menggunakan data permintaan mulai Januari 1999 sampai dengan Maret 2003 adalah AR (1) yaitu $\hat{Z}_t = 413.393 + 0.281Z_{t-1}$. Berdasarkan model tersebut diramalkan permintaan kaset tipe C-46 pada bulan April-Desember 2003 akan meningkat.
 - b. Model permintaan kaset PANAREC tipe C-60 dengan menggunakan data permintaan mulai Januari 1999 sampai dengan Maret 2003 adalah AR (1)

yaitu $\hat{Z}_t = 949.875 + 0.541Z_{t-1}$. Berdasarkan model tersebut diramalkan permintaan kaset tipe C-60 pada bulan April-Desember 2003 akan menurun.

- c. Model permintaan kaset PANAREC tipe C-90 dengan menggunakan data permintaan mulai Januari 1999 sampai dengan Maret 2003 adalah AR ([4]) yaitu $\hat{Z}_t = 332.173 + 0.297Z_{t-1}$. Berdasarkan model tersebut diramalkan permintaan kaset tipe C-90 pada bulan April-Desember 2003 akan mengalami fluktuasi permintaan.
- d. Dari analisis sistem persediaan dengan sistem *Material Requirement Planning* (MRP) untuk tiap bahan baku pembuat *Mini Pancake* dapat disimpulkan bahwa :
 - a. Pengalokasian persediaan bahan baku *Hub*, *Clamping*, *Magnetic Tape* tipe C-60a, *Magnetic Tape* tipe C-60b, dan *Leader Tape* akan ekonomis apabila menggunakan metode MRP dengan ukuran lot *Lot For Lot*. Sedangkan untuk bahan baku *Magnetic Tape* tipe C-90 akan ekonomis apabila menggunakan metode MRP dengan ukuran lot *Part Period Balancing* (PPB).
 - b. Persediaan bahan baku *Splasing* yang dimiliki pihak perusahaan dapat mencukupi kebutuhan pada tahun 2003, sehingga tidak terjadi pemesanan tetapi menimbulkan biaya penyimpanan yang besar yaitu sebesar Rp 1.627.208.995,-. Hal ini dikarenakan adanya penumpukan bahan baku *Splasing* yang berlebihan.

c. Ukuran lot *Period Order Quantity* (POQ) digunakan untuk menghitung banyak pemesanan dan pembuatan bahan baku yang ekonomis selama setahun serta interval waktunya. Berikut adalah hasil penggunaan ukuran lot POQ untuk masing – masing bahan baku :

- Produksi *Hub* akan ekonomis jika dilakukan sebanyak 11 kali sampai dengan 12 kali dalam setahun dengan kuantitas sebesar 7.010.942 unit per produksi dan interval waktu antar produksi *Hub* satu sampai dua bulan.
- Produksi *Clamping* yang ekonomis dapat dilakukan sebanyak 11 kali sampai 12 kali dalam setahun dengan kuantitas sebesar 6.807.152 unit per produksi dan interval antar waktu produksi satu sampai dua bulan.
- Pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-60a akan ekonomis apabila dilakukan sebanyak delapan sampai sembilan kali dalam setahun dengan kuantitas sebesar 854.559 unit per pemesanan dan interval waktu antar pemesanan satu sampai dua bulan.
- Pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-60b akan ekonomis apabila dilakukan sebanyak 16 sampai 17 kali dalam setahun dengan kuantitas sebesar 1.681.746 unit dan interval waktu antar pemesanan 17 sampai 18 hari.
- Pemesanan *Magnetic Tape* tipe C-90 akan ekonomis apabila dilakukan sebanyak tujuh sampai delapan kali dalam setahun dengan

kuantitas sebesar 722.925 unit dan interval waktu antar pemesanan satu sampai dua bulan.

- Pemesanan *Leader Tape* akan ekonomis apabila dilakukan sebanyak 19 sampai 20 kali dalam setahun dengan kuantitas sebesar 1.974.262 unit dan interval waktu antar pemesanan ± 15 hari.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis untuk memperbaiki dan mengembangkan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut ini :

1. Penggunaan metode MRP akan memberikan hasil yang optimum untuk kaset PANAREC jika dilakukan untuk tiap model pada tipe-tipe kaset yang dihasifkan.
2. Perhitungan biaya persediaan akan semakin lengkap apabila biaya kekurangan persediaan diketahui.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Box, G.E.P. and Cox, D.R. (1964). An Analysis Of Transformation, *J. Roy. Stat. Soc. Ser. B*.
- Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Revised Edition, Holden Day, San Fransisco.
- Buffa, S. Elwood, Rakesh, K. Sarin. (1996). *Modern Production and Operation Management*, Eighth Edition, John Willey and Sons Inc., London.
- Chatfield, C. (1997). *The Analysis of Time Series. In Introduction*. 5th, Chapman & Hall, London.
- Cryer., J.D. (1986). *Time Series Analysis*, PWS-Kent Publishing Company, Boston.
- Orlicky, J. (1975). *Material Requirement Planning. The New Way of Life in Production and Inventory Management*, McGraw-Hill Companies, New York.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.D., McGee, V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jilid Satu, Edisi Kedua, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Nasution, A.H. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Guna Widya ITS, Surabaya.
- SAS Institute Inc. (1998). *SAS/ETS User's Guide Version 6*, First Edition, SAS Institute Inc, USA.
- Stevenson, W.J. (2002). *Operation Management*, International Edition (seventh edition), McGraw-Hill Companies, New York.
- Wei, W.W.S. (1990). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*, McGraw-Hill Companies, California.



LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Permintaan Kaset PANAREC Januari 1999- Maret 2003 (dalam unit)

Periode	sale 46	sale 60	sale 90
Jan'99	630000	1103650	300350
Feb'99	430000	2309400	816800
Mar'99	480000	2200300	654250
Apr'99	295000	1432100	231200
Mei'99	350000	1591450	353650
Jun'99	540000	1316400	444800
Jul'99	595000	812240	279000
Agt'99	455000	1097880	594160
Sep'99	942000	1355120	290820
Okt'99	950000	1672300	362760
Nop'99	1127300	1829530	916040
Des'99	390000	1494360	408440
Jan'00	330000	1945000	440000
Feb'00	700000	3192000	200000
Mar'00	360000	3215000	590000
Apr'00	286000	3318000	406000
Mei'00	450000	3287000	700000
Jun'00	420000	3176400	118600
Jul'00	625000	2806360	551060
Agt'00	912400	3027780	324630
Sep'00	980000	2149500	486240
Okt'00	125000	1810000	280000
Nop'00	530000	2440000	440000
Des'00	696000	1356950	710590
Jan'01	820000	2580300	437960
Feb'10	841000	2053300	385300

Periode	sale 46	sale 60	sale 90
Mar'01	1016000	2181120	547040
Apr'01	955000	2282320	684180
Mei'01	560000	2849260	237140
Jun'01	755000	2312800	557600
Jul'01	1165000	1895940	862940
Agt'01	480000	1985740	744430
Sep'01	610000	2608790	470200
Okt'01	420000	1900000	675000
Nop'01	924000	3029000	807000
Des'01	193000	2567000	400000
Jan'02	295000	1433000	1057000
Feb'02	643000	2180200	971800
Mar'02	510000	1845000	395000
Apr'02	750000	3132500	472500
Mei'02	395000	2240000	504000
Jun'02	435000	2648200	969000
Jul'02	320000	1643400	264840
Agt'02	140000	1165020	114720
Sep'02	525000	946320	686980
Okt'02	740000	1706060	123400
Nop'02	636000	1875000	360000
Des'02	455000	1841668	155400
Jan'03	510000	1481350	247260
Feb'03	415000	1764620	225120
Mar'03	305000	2903640	207960

Lampiran 2. Program ARIMA SAS Untuk Model AR (p) dan MA (q)

```
data sales;  
input (tipe kaset);  
cards;
```

(data permintaan kaset berdasarkan tipe)

```
;  
proc arima data=sales;  
i var=(tipe kaset) nlags=12;  
run;  
e p=( ) plot;  
forecast printall;  
forecast lead=9;  
run;
```

```
data sales;  
input (tipe kaset);  
cards;
```

(data permintaan kaset berdasarkan tipenya)

```
;  
proc arima data=sales;  
i var=(tipe kaset) nlags=12;  
run;  
e q=( ) plot;  
forecast printall;  
forecast lead=9;  
run;
```


Lampiran 3. Output Program ARIMA SAS Untuk Data Permintaan Kaset Tipe C-46

ARIMA Procedure
 Name of variable = C46.
 Mean of working series = 576700
 Standard deviation = 252990.3
 Number of observations = 51

Autocorrelations

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	6.40041E10	1.00000												*****										0
1	1.7595E10	0.27490												*****										0.140028
2	2982086863	0.04659												*										0.150238
3	2389596863	0.03734												*										0.150521
4	3028104902	0.04731												*										0.150703
5	-4.78813E9	-0.07481											*											0.150994
6	-6.39353E9	-0.09989										**												0.151719
7	8450185882	0.13203												***										0.153003
8	-3.72028E9	-0.05813										*												0.155220
9	-7.2096E9	-0.11264										**												0.155647
10	9348221765	0.14606												***										0.157237
11	-1.8669E9	-0.02917										*												0.159875
12	-6.3339E9	-0.09896										**												0.159979

, marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	0.27490												*****									
2	-0.03135										*											
3	0.03545										*											
4	0.03130										*											
5	-0.10480										**											
6	-0.05655										*											
7	0.19144												****									
8	-0.16500										***											
9	-0.04979										*											
10	0.23361												*****									
11	-0.21221										****											
12	-0.02028																					

Untuk model AR (1) :

- Estimasi dan pengujian parameter

Conditional Least Squares Estimation Approx.

Parameter	Estimate	Std Error	T Ratio	Lag
MU	575211.3	47887.4	12.01	0
AR1,1	0.28132	0.13883	2.03	1

Constant Estimate = 413392.333

Variance Estimate = 6.14644E10

Std Error Estimate = 247920.235

AIC = 1413.61942*

SBC = 1417.48307*

Number of Residuals= 51

* Does not include log determinant.

- Pengujian residual *White Noise*

Autocorrelation Check of Residuals

To	Chi	Autocorrelations									
Lag	Square	DF	$\chi^2_{(0.05,DF)}$	Prob							
6	1.83	5	11.07	0.872	0.008	-0.037	0.016	0.071	-0.071	-0.139	
12	9.39	11	19.68	0.586	0.201	-0.064	-0.153	0.217	-0.042	-0.038	
18	18.72	17	27.59	0.345	-0.273	0.178	-0.028	-0.134	0.035	-0.047	
24	26.84	23	35.17	0.263	0.029	0.052	0.076	-0.009	-0.275	-0.002	

Autocorrelation Plot of Residuals

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	6.14644E10	1.00000																						0
1	501833220	0.00816																						0.140028
2	-2.27139E9	-0.03695																						0.140037
3	982765088	0.01599																						0.140228
4	4336726621	0.07056																						0.140264
5	-4.39158E9	-0.07145																						0.140958
6	-8.51347E9	-0.13851																						0.141667
7	1.23553E10	0.20102																						0.144298
8	-3.94424E9	-0.06417																						0.149688
9	-9.38347E9	-0.15267																						0.150226
10	1.33202E10	0.21671																						0.153238
11	-2.61E9	-0.04246																						0.159134
12	-2.35265E9	-0.03828																						0.159356

, marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	
1	0.00816																						
2	-0.03702											*											
3	0.01663																						
4	0.06902												*										
5	-0.07189											*											
6	-0.13384											***											
7	0.20204												****										
8	-0.08747											**											
9	-0.13621											***											
10	0.25985												*****										
11	-0.13576											***											
12	-0.01716																						

- Model permintaan kaset tipe C-46 dengan model AR (1)

Model for variable C46
 Estimated Mean = 575211.278
 Autoregressive Factors
 Factor 1: 1 - 0.28132 B**(1)

- Hasil peramalan dengan model AR (1)

Forecasts for variable C48

Obs	Forecast	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
52	499195.20	247920.2	13280.47	985109.93
53	553826.37	257543.8	49049.73	1058603.01
54	569195.26	258290.2	62955.86	1075434.65
55	573518.85	258349.1	67163.87	1079873.82
56	574735.16	258353.8	68371.04	1081099.28
57	575077.34	258354.2	68712.49	1081442.18
58	575173.60	258354.2	68808.69	1081538.50
59	575200.68	258354.2	68835.77	1081565.59
60	575208.30	258354.2	68843.39	1081573.20

Untuk model MA (1) :

- Estimasi dan pengujian parameter

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Approx. Std Error	T Ratio	Lag
MU	576147.4	44155.5	13.05	0
MA1,1	-0.27768	0.13808	-2.01	1

Constant Estimate = 576147.365

Variance Estimate = 6.15249E10

Std Error Estimate = 248042.033

AIC = 1413.66952*

SBC = 1417.53317*

Number of Residuals= 51

* Does not include log determinant.

- Pengujian residual *White Noise*

Autocorrelation Check of Residuals

To	Chi	Autocorrelations								
Lag	Square	DF	$\chi^2_{(0.05,DF)}$	Prob						
6	1.65	5	12.59	0.895	0.013	0.044	0.012	0.062	-0.057	-0.136
12	8.56	11	19.68	0.663	0.184	-0.059	-0.146	0.207	-0.076	-0.011
18	17.82	17	28.87	0.400	-0.280	0.165	-0.047	-0.128	0.031	-0.051
24	25.77	23	36.42	0.312	0.035	0.046	0.058	-0.003	-0.276	-0.002

Autocorrelation Plot of Residuals

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	6.15249E10	1.00000												*****										0
1	774958505	0.01260								.				.										0.140028
2	2695634193	0.04381								.			*	.										0.140050
3	721386732	0.01173								.			.	.										0.140319
4	3800918500	0.06178								.			*	.										0.140338
5	-3.50368E9	-0.05695								.		*	.	.										0.140870
6	-8.3847E9	-0.13628								.	***	.	.	.										0.141321
7	1.13449E10	0.18439								.	.	.	****	.										0.143875
8	-3.66069E9	-0.05950								.	.	*	.	.										0.148436
9	-8.98221E9	-0.14599								.	***	.	.	.										0.148903
10	1.27414E10	0.20709								.	.	.	****	.										0.151684
11	-4.68526E9	-0.07615								.	.	**	.	.										0.157130
12	-677146632	-0.01101								.	.	.	.	.										0.157852

, marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	0.01260									.			.									
2	0.04366									.		*	.									
3	0.01067									.		.	.									
4	0.05973									.		*	.									
5	-0.05964									.	*	.	.									
6	-0.14137									.	***	.	.									
7	0.19644									.	.	****	.									
8	-0.06071									.	*	.	.									
9	-0.16312									.	***	.	.									
10	0.26196									.	.	*****	.									
11	-0.14510									.	***	.	.									
12	-0.02827									.	*	.	.									

- Model permintaan kaset tipe C-46 dengan model MA (1)

Model for variable C46

Estimated Mean = 576147.365

Moving Average Factors

Factor 1: $1 + 0.27768 B^{**}(1)$

- Hasil peramalan dengan model MA (1)

Forecasts for variable C46

Obs	Forecast	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
52	512614.70	248042.0	26461.25	998768.16
53	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
54	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
55	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
56	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
57	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
58	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
59	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68
60	576147.37	257427.3	71599.05	1080695.68



Lampiran 4. Output Program ARIMA SAS Untuk Data Permintaan Kaset Tipe C-60

```

ARIMA Procedure
Name of variable = C60.
Mean of working series = 2097848
Standard deviation = 669710.1
Number of observations = 51

Autocorrelations

Lag Covariance Correlation -1 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 Std
0 4.48512E11 1.00000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0
1 2.3471E11 0.52331 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.140026
2 1.87999E11 0.41916 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.174204
3 1.18608E11 0.26445 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.192969
4 6.53361E10 0.14567 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.199949
5 3.20392E10 0.07143 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.202019
6 -5.19565E9 -0.01158 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.202514
7 -5.9345E10 -0.13231 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.202527
8 -1.1254E11 -0.25091 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.204215
9 -1.1518E11 -0.25681 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.210173
10 -1.0626E11 -0.23692 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.216238
11 -4.8783E10 -0.10877 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.221269
12 -4.7564E10 -0.10605 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.222315

```

*,. marks two standard errors

```

Partial Autocorrelations

Lag Correlation -1 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1
1 0.52331 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
2 0.20011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
3 -0.02256 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
4 -0.06064 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
5 -0.02642 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
6 -0.06024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
7 -0.14900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
8 -0.17858 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
9 -0.02905 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
10 0.01701 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
11 0.14352 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
12 -0.02869 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

```

Model AR (1) :

- Estimasi dan pengujian parameter

```

Conditional Least Squares Estimation
Approx.
Parameter Estimate Std Error T Ratio Lag
MU 2068659.3 170295.3 12.15 0
AR1,1 0.54083 0.12282 4.40 1

Constant Estimate = 949874.478
Variance Estimate = 3.35046E11
Std Error Estimate = 578831.181
AIC = 1500.10561*
SBC = 1503.96926*
Number of Residuals= 51
* Does not include log determinant.

```

- Pengujian residual *White Noise*

Autocorrelation Check of Residuals

To	Chi	Autocorrelations									
Lag	Square	DF	$\chi^2_{(0.05, DF)}$	Prob							
6	2.17	5	11.07	0.825	-0.099	0.162	0.038	0.007	0.029	0.032	
12	6.46	11	19.68	0.841	-0.055	-0.173	-0.110	-0.134	0.056	-0.025	
18	14.16	17	27.59	0.656	0.070	-0.212	0.184	-0.130	0.049	0.017	
24	14.62	23	35.17	0.908	-0.030	0.002	0.020	-0.009	0.048	-0.034	

Autocorrelation Plot of Residuals

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	3.35046E11	1.00000																						0
1	-3.3111E10	-0.09882										**												0.140028
2	5.42396E10	0.16189											***											0.141389
3	1.2822E10	0.03827											*											0.144978
4	2420653084	0.00722																						0.145176
5	9606628281	0.02867											*											0.145183
6	1.08492E10	0.03238											*											0.145294
7	-1.8313E10	-0.05466										*												0.145435
8	-5.7954E10	-0.17297										***												0.145838
9	-3.6859E10	-0.11001										**												0.149806
10	-4.4951E10	-0.13416										***												0.151382
11	1.8723E10	0.05588										*												0.153696
12	-8.52183E9	-0.02543										*												0.154094

, marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	-0.09882										**											
2	0.15362											***										
3	0.06929											*										
4	-0.00845																					
5	0.01172																					
6	0.03504											*										
7	-0.05739										*											
8	-0.20505										****											
9	-0.14313										***											
10	-0.10622										**											
11	0.09327											**										
12	0.05241											*										

- Model permintaan kaset tipe C-60 dengan model AR (1)

Model for variable C60
 Estimated Mean = 2068659.32
 Autoregressive Factors
 Factor 1: 1 - 0.54083 B**(1)

Hasil peramalan dengan model AR (1)

Forecasts for variable C60

Obs	Forecast	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
52	2520238.62	578831.2	1385750.35	3654726.89
53	2312885.17	658060.7	1023109.80	3602660.53
54	2200743.00	679490.8	868965.48	3532520.56
55	2140093.62	685632.4	796278.88	3483908.37
56	2107292.85	687418.4	759977.64	3454608.07
57	2089553.34	687939.9	741215.98	3437890.70
58	2079959.35	688092.3	731323.17	3428595.53
59	2074770.67	688136.9	726047.10	3423494.24
60	2071964.50	688150.0	723215.36	3420713.63

Lampiran 5. Output Program ARIMA SAS Untuk Data Permintaan Kaset Tipe C-90

ARIMA Procedure
 Name of variable = C90.
 Mean of working series = 479669.8
 Standard deviation = 239620.6
 Number of observations = 51

Autocorrelations

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	5.7418E10	1.00000																						0
1	2894145763	0.05040												*										0.140028
2	2783790522	0.04848												*										0.140383
3	1.31592E10	0.22918												*****										0.140711
4	1.52204E10	0.26508												*****										0.147849
5	5640173238	0.09823												**										0.156892
6	-1.85426E9	-0.03229											*											0.158093
7	5841007740	0.10173												**										0.158222
8	-646166364	-0.01125																						0.159500
9	-8.06284E9	-0.14042											***											0.159515
10	-3.20191E9	-0.05576											*											0.161921
11	-3.04453E9	-0.05302											*											0.162297
12	-1.5678E10	-0.27305											*****											0.162636

*, " marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	0.05040												*									
2	0.04606												*									
3	0.22558												*****									
4	0.25761												*****									
5	0.08413												**									
6	-0.10969												*									
7	-0.02742												*									
8	-0.13042												***									
9	-0.19083												****									
10	-0.06963												*									
11	-0.03618												*									
12	-0.21738												****									

Untuk model AR ([3,4]) :

- Estimasi dan pengujian parameter

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Std Error	T Ratio	Lag
MU	471281.0	64147.1	7.35	0
AR1,1	0.25031	0.13873	1.80	3
AR1,2	0.30048	0.14179	2.12	4

Constant Estimate = 211708.158

Variance Estimate = 5.26126E10

Std Error Estimate = 229374.448

AIC = 1406.63721*

SBC = 1412.43268*

Number of Residuals= 51

* Does not include log determinant.

Untuk model AR ([4]) :

- Estimasi dan pengujian parameter

Conditional Least Squares Estimation

Parameter	Estimate	Std Error	T Ratio	Lag
MU	472277.9	45263.6	10.43	0
AR1,1	0.29666	0.14519	2.04	4

Constant Estimate = 332173.155

Variance Estimate = 5.50568E10

Std Error Estimate = 234618.77

AIC = 1408.00461*

SBC = 1411.86826*

Number of Residuals= 51

* Does not include log determinant.

- Pengujian residual *White Noise*

Autocorrelation Check of Residuals

To	Chi	Autocorrelations
Lag	Square DF	$\chi^2_{(0.05,DF)}$ Prob
6	5.15 5	11.07 0.398 -0.044 0.058 0.239 0.022 0.166 0.000
12	11.09 11	19.68 0.436 0.080 0.016 -0.127 -0.038 -0.049 -0.247
18	15.56 17	27.59 0.555 -0.082 -0.023 -0.081 -0.152 -0.095 -0.109
24	17.91 23	35.17 0.763 -0.124 -0.039 0.057 -0.030 -0.025 -0.069

Autocorrelation Plot of Residuals

Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Std
0	5.50568E10	1.00000												*****										0
1	-2.40282E9	-0.04364										*												0.140028
2	3207334505	0.05826										*												0.140294
3	1.31535E10	0.23891											*****											0.140768
4	1189285843	0.02160																						0.148506
5	9137835554	0.16597												***										0.148567
6	19655806	0.00036																						0.152159
7	4393709551	0.07980												**										0.152159
8	859001709	0.01560																						0.152978
9	-6.98016E9	-0.12678										***												0.153009
10	-2.09043E9	-0.03797										*												0.155055
11	-2.67503E9	-0.04859										*												0.155237
12	-1.3621E10	-0.24740										*****												0.155535

, marks two standard errors

Partial Autocorrelations

Lag	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	-0.04364										*											
2	0.05646										*											
3	0.24502											*****										
4	0.04444										*											
5	0.14971											***										
6	-0.04565										*											
7	0.05036										*											
8	-0.05623										*											
9	-0.14777										***											
10	-0.12290										**											
11	-0.04940										*											
12	-0.23687										*****											

- Model permintaan kaset tipe C-90 dengan model AR ([4])

Model for variable C90
 Estimated Mean = 472277.938
 Autoregressive Factors
 Factor 1: 1 - 0.29666 B**(4)

- Hasil peramalan dengan model AR ([4])

Forecasts for variable C90

Obs	Forecast	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
52	378273.84	234641.8	-81645.58	838133.25
53	405524.50	234641.8	-54383.92	865394.91
54	398956.92	234641.8	-60954.50	858824.34
55	393865.28	234641.8	-66047.14	853731.70
56	444390.09	244756.8	-35336.35	924092.54
57	452474.65	244756.8	-27245.80	932183.09
58	450526.67	244756.8	-29195.77	930233.11
59	449015.31	244756.8	-30707.14	928721.75
60	464004.02	245627.7	-17416.39	945426.43

Untuk model MA ([3,4]) :

- Estimasi dan pengujian parameter

Conditional Least Squares Estimation
 Approx.

Parameter	Estimate	Std Error	T Ratio	Lag
MU	479849.9	45701.3	10.50	0
MA1,1	-0.21144	0.13869	-1.52	3
MA1,2	-0.23437	0.14079	-1.66	4

Constant Estimate = 479849.876
 Variance Estimate = 5.38582E10
 Std Error Estimate = 232073.789
 AIC = 1407.83056*
 SBC = 1413.62604*
 Number of Residuals= 51
 * Does not include log determinant.

