

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Model Sistem Persediaan *Multi Item* guna Menentukan Biaya Minimum dengan  
Problem *Investasi* dan Kapasitas Ruang Penyimpanan dengan Menggunakan  
Metode *Lagrange Multiplier* atau *LIMIT***

**(Studi Kasus di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada))**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : James Richard Dolfie**

**No. Mahasiswa : 05 522 034**

Yogyakarta, 1 April 2010

Dosen Pembimbing

Ir. Elisa Kusri MT

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**Model Sistem Persediaan *Multi Item* guna Menentukan Biaya Minimum dengan  
Problem *Investasi* dan Kapasitas Ruang Penyimpanan dengan Menggunakan Metode  
*Lagrange Multiplier* atau *LIMIT*  
(Studi Kasus di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada))**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : James Richard Dolfie**

**No. Mhs : 05 522 034**

**Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta, 1 April 2010**

**Tim Penguji**

Ir. Elisa Kusriani, MT

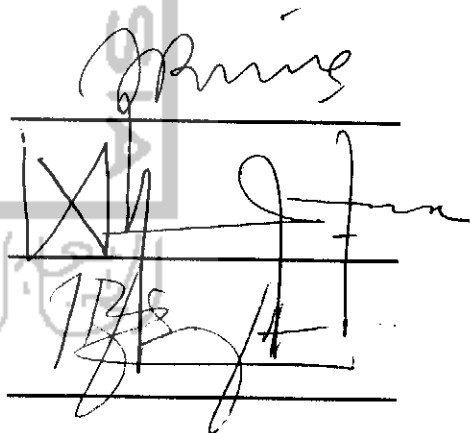
Ketua

Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE

Anggota 1

Ir. Hari Purnomo, MT DR

Anggota 2



**Mengetahui**

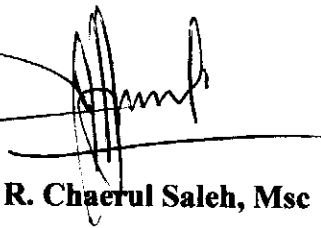
**Ketua Jurusan Teknik Industri**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**Prof. Dr. Ir. H. R. Chaerul Saleh, Msc**



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan hasil karya ini kepada Bapak, Ibu dan Adikku yang sangat saya cintai, terima kasih atas dukungan, doa, didikan dan kasih sayang yang tak terhingga,

Semoga kalian selalu dalam lindungan-Nya.



## MOTTO

Percayalah dengan kemampuan diri sendiri, lakukan semuanya sebaik mungkin dan syukuri apa yang sudah dikerjakan walaupun kadang hasilnya tidak sesuai dengan harapan kita karena tuhan suka dengan hambanya yang selalu bersyukur dan tidak pernah putus asa.



## KATA PENGANTAR



*Assalaamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, dengan segala puji syukur kepada Allah SWT, yang telah menganugerahkan petunjuk dan ridho-Nya, karena dengan ridho-Nya penelitian dan penyusunan skripsi / tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S1 Jurusan Teknik Industri . Judul tugas akhir ini adalah “Model Sistem Persediaan *Multi Item* guna Menentukan Biaya Minimum dengan Problem *Investasi* dan Kapasitas Ruang Penyimpanan dengan Menggunakan Metode *Lagrange Multiplier* atau *LIMIT di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada)*”.

Banyak hal yang menjadi kendala dalam penyusunan tugas akhir ini, baik bersifat internal maupun eksternal. Tetapi berkat dukungan dan bantuan banyak pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat selesai disusun. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orangtuaku dan keluargaku yang selalu memberikan dukungan dan do'a sehingga penyusun mendapatkan banyak kemudahan dari Allah SWT.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu. Ir. Elisa Kusrini, MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang banyak memberikan masukan, bimbingan dan koreksi selama pengerjaan tugas akhir ini.

5. Bapak Marthin H.L selaku manager QA dan Advisor ( Tim-5 ), yang telah memberikan izin dan membimbing serta Bapak Wasiran selaku administrasi gudang sehingga penulis dapat melakukan penelitian di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada).
6. Semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna sehingga penyusun dengan terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca atas isi tugas akhir ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien ya robbal 'alamiin.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, 1 April 2010

Penulis

James Richard Dolfie

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
الرَّبِّيعَالِإِسْلَامِ  
الرَّبِّيعَالِإِسْلَامِ

## ABSTRAK

Permasalahan persediaan akan menjadi semakin kompleks bila terdapat kendala seperti keterbatasan investasi, keterbatasan ruang penyimpanan, Oleh karena itu untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya *inventory* adalah dengan menerapkan suatu model kebijakan pemesanan dengan mengurangi jumlah *supplier* dan hanya memiliki beberapa jumlah *supplier* untuk memasok berbagai jenis barang. Penelitian ini akan membahas model perencanaan persediaan pada *inventory system* multi item dimana *interval order* masing-masing *item* bervariasi. dengan Metode Lagrange Multiplier atau LIMIT dengan batasan investasi serta ruang penyimpanan di PT Mekar Armada Jaya (New Armada). Hasil penelitiannya pemesanan EOQ yang didapat dengan batasan investasi menggunakan metode lagrange adalah dengan total 2.574 kg. Lalu batasan modal kerja dengan menggunakan metode LIMIT adalah dengan total 2.571 kg, batasan ruang penyimpanan menggunakan metode lagrange dan LIMIT adalah 2.476 kg dari semula tanpa keterbatasan pemesanan awal 2.849 kg. Dengan total biaya investasi pemesanan optimum feasible menggunakan metode lagrange sebesar Rp. 9.605.127, menggunakan metode LIMIT sebesar Rp. 9.604.565. Total *cost* ruang penyimpanan pemesanan optimum feasible menggunakan metode lagrange dan LIMIT sebesar Rp. 9.648.249.

*Keyword: EOQ (Economic Order Quantity), Investasi, Ruang Penyimpanan, Lagrange Multiplier, LIMIT*

## TAKARIR

EOQ	: Pemesanan optimum
Interval Order	: Jarak Pemesanan
Investasi	: Modal yang dikeluarkan oleh
Inventory System	: Sistem Persediaan
Inventory	: Prsediaan
Lead time	: Tenggang waktu pemesanan
Supplier	: Pemasok
Multiplier	: Perbandingan Jumlah investasi yang tersedia dengan jumlah investasi yang dibutuhkan





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGAKUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMA MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	viii
<b>TAKARIR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
 <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kajian Deduktif dan Induktif .....	7
2.2 <i>Inventory</i> ( Persediaan) .....	8
2.2.1 Pengertian <i>Inventory</i> (Persediaan) .....	8
2.2.2 Fungsi <i>Inventory</i> .....	8
2.2.3 Jenis-jenis <i>Inventory</i> .....	9
2.2.4 Biaya-biaya <i>Inventory</i> .....	10

2.2.5 Model-model <i>Inventory</i> .....	11
2.2.5.1 Model Pemesanan Bahan Baku (Economic Order Quantity).....	11
2.3 Metode Lagrange Multiplier dan LIMIT.....	12
2.3.1 Metode Lagrange Multiplier untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi.....	12
2.3.2 Metode LIMIT untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi serta Ruang Penyimpanan.....	15
2.4 Peramalan.....	16
2.4.1 Pengertian Peramalan.....	16
2.4.2 Pendekatan Peramalan.....	17
2.4.3 Pola Data Peramalan Time Series.....	18
2.4.4 Metode Peramalan Data Time Series.....	18
2.4.5 Akurasi Peramalan.....	24

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

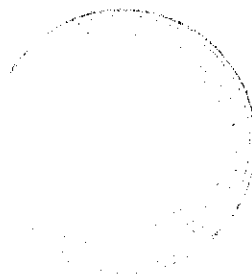
3.1 Pendahuluan.....	26
3.2 Kajian Pustaka.....	27
3.3 Penentuan Objek Penelitian.....	27
3.4 Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah.....	27
3.5 Menentukan Fokus Kajian.....	27
3.6 Pengumpulan Data.....	28
3.7 Pengolahan Data.....	29
3.7.1 Peramalan Permintaan.....	29
3.8 Analisis Model.....	30
3.8.1 Model Matematis Untuk Multi Item.....	30
3.8.2 Metode Lagrange Multiplier untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi.....	31

3.8.3 Metode LIMIT untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi serta Ruang Penyimpanan .....	33
3.9 Analisa.....	34
3.9.1 Analisa Peramalan.....	34
3.10 Analisis Total Biaya dari Masing-masing Model <i>Inventory</i> .....	34
3.11 Hasil Penelitian.....	34

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1 Pengumpulan Data .....	35
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	35
4.1.2 Data Permintaan Cat. ....	36
4.1.3 Data-Data variabel Biaya.....	39
4.1.3.1 Biaya Pembelian Cat .....	39
4.1.3.2 Biaya Pesan .....	39
4.1.3.3 Biaya Simpan .....	40
4.2 Pengolahan Data.....	40
4.2.1 Peramalan Kebutuhan Cat.....	40
4.2.2 Akurasi Peramalan .....	41
4.2.3 Biaya Pembelian .....	47
4.2.4 Prosentase Biaya Simpan.....	47
4.3 Pengolahan Data sesuai dengan Model .....	49
4.3.1 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi tanpa keterbatasan keterbatasan Investasi.....	49
4.3.2 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier.....	52
4.3.3 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum	

dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi dengan menggunakan metode LIMIT .....	56
4.3.4 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum Ruang Penyimpanan tanpa keterbatasan Ruang Penyimpanan .....	59
4.3.5 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum Ruang Penyimpanan dengan keterbatasan Ruang Penyimpanan .....	60
4.3.6 Total Cost persediaan ( <i>inventory</i> ) .....	62
 <b>BAB V PEMBAHASAN</b>	
5.1 Analisa Peramalan.....	67
5.2 Analisa Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi dengan keterbatasann Investasi dan Kapasitas Ruang Penyimpanan .....	68
5.3 Analisis Total Cost dengan keterbatasan Investasi dan Kapasitas Ruang Penyimpanan .....	69
 <b>BAB VI PENUTUP</b>	
6.1 Kesimpulan .....	73
6.2 Saran .....	73
 <b>Daftar Pustaka</b> .....	 xiii
<b>Lampiran</b> .....	xiv



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pemakaian Cat Data Gudang Cat dari Bulan Januari sampai dengan Desember 2009 PT Mekar Armada Jaya.....	38
Tabel 4.2 Biaya Pembelian Cat.....	39
Tabel 4.3 Biaya Pesan .....	39
Tabel 4.4 Biaya Simpan .....	40
Tabel 4.5 Akurasi Peramalan untuk Super White SP 100-2470.....	41
Tabel 4.6 Akurasi Peramalan untuk Artic White SP 100-2179 .....	41
Tabel 4.7 Akurasi Peramalan untuk Dakar Yellow SP 200-2067.....	42
Tabel 4.8 Akurasi Peramalan untuk Super Black SP 800-2480.....	42
Tabel 4.9 Akurasi Peramalan untuk Signal Red SP 300-2013.....	42
Tabel 4.10 Akurasi Peramalan untuk Polaris Silver VIC 73-9416.....	42
Tabel 4.11 Akurasi Peramalan untuk Curacau Blue VIC 78-9999.....	42
Tabel 4.12 Akurasi Peramalan untuk Platinum Silver VIC 76-9460.....	43
Tabel 4.13 Akurasi Peramalan untuk Polaris Silver VIC 75-90 SK.....	43
Tabel 4.14 Akurasi Peramalan untuk Sparking Silver VIC 73-9461.....	43
Tabel 4.15 Akurasi Peramalan untuk Jamaica Blue VIC 78-8937.....	43
Tabel 4.16 Akurasi Peramalan untuk Dasaran Silver VIC 71.....	43
Tabel 4.17 Akurasi Peramalan untuk Dasaran Mauritius Blue VIC 71.....	44
Tabel 4.18 Akurasi Peramalan untuk Platinum Silver VIC 76-606.....	44
Tabel 4.19 Akurasi Peramalan untuk Super Black NC 480.....	44
Tabel 4.20 Akurasi Peramalan untuk Dark Sey Grey 362.....	44
Tabel 4.21 Akurasi Peramalan untuk Light Crome Yellow L 402.....	44
Tabel 4.22 Akurasi Peramalan untuk Taxy Yellow NC SC 2310.....	45
Tabel 4.23 Akurasi Peramalan untuk Signal Red NC 0013.....	45
Tabel 4.24 Akurasi Peramalan untuk Super White SC 470.....	45
Tabel 4.25 Hasil Peramalan Data Permintaan Cat dengan Metode Peramalan yang terpilih untuk Januari 2010 – Desember 2010.....	46



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sebagian besar Perusahaan Manufaktur modern berusaha untuk meningkatkan keandalan setiap departemen yang dimiliki. Meningkatnya keandalan salah satu departemen akan memberikan nilai yang signifikan bagi kinerja keseluruhan perusahaan. Keandalan ini meliputi ketepatan mencapai visi dan misi, ketepatan dalam mengalokasikan sumber daya, kekuatan untuk menjaga nama baik perusahaan terhadap konsumen dan pemasok, dan juga ketepatan menghasilkan keuntungan yang telah direncanakan guna mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan. Salah satu hal yang paling penting dilakukan adalah dengan menerapkan aktivitas perencanaan dan pengendalian persediaan. Dengan pengendalian persediaan, perusahaan dapat menentukan kebijakan dalam membeli, menyimpan atau memesan item dalam jumlah optimal dan biaya yang ekonomis.

PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *autobody manufacturing* yang produknya di pasarkan diluar negeri diantaranya Bangladesh, Brunei Darussalam, Arab Saudi dan Singapur. Salah satu produk adalah bus merk Eveco dikirim ke Singapur, mini bus Prona dikirim ke Arab Saudi. Dalam pembuatan mobil baik bus, mini bus maupun boks tersebut membutuhkan bahan baku salah satunya adalah cat. Maka untuk memenuhi bahan baku utama cat tersebut. Sebagai perusahaan yang sedang berkembang, PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) berusaha mengoptimalkan fungsi masing-masing departemennya. Salah satunya adalah departemen *inventory* (persediaan). Salah satu tugasnya adalah memantau ketersediaan bahan baku yang ada di perusahaan. Oleh

karena itu departemen *inventory* dituntut mengoptimalkan pemesanan cat untuk proses produksi dan meminimalkan biaya *inventory* cat pada periode berikutnya.

Oleh karena itu untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya *inventory* ini adalah dengan menerapkan suatu model kebijakan pemesanan dengan mengurangi jumlah *supplier* dan hanya memiliki beberapa jumlah *supplier* untuk memasok berbagai jenis barang. Banyak perusahaan memesan beberapa *item* secara *simultan* pada satu *supplier* daripada memesan per *item* tetapi itupun tetap dilakukan jika ada pesanan-pesanan khusus.

Pada lingkungan industri sekarang terjadi kecenderungan untuk mengurangi jumlah *supplier* dan hanya memiliki beberapa jumlah *supplier* untuk memasok berbagai jenis barang. Banyak perusahaan memesan beberapa *item* secara *simultan* pada satu *supplier* daripada memesan per *item*. Prinsip dasar dalam sistem ini adalah biaya *marginal* dari menambah suatu pesanan *item* kedalam pesanan *item-item* lain yang sudah ada adalah lebih murah dari pada memesan item tersebut secara terpisah pada waktu yang berbeda (Fogarty, 1991).

Penelitian ini sendiri akan membahas pada *inventory* multi item dimana *interval order* masing-masing *item* bervariasi. Metode yang digunakan menggunakan *Lagrange Multiplier* atau *LIMIT*. Terkait dengan *interval order*, seringkali tidak ekonomis untuk melakukan pemesanan setiap item pada setiap siklus *order*. Item dengan nilai kebutuhan besar akan mempunyai pengaruh yang relatif besar terhadap *aggregate lot size*. Sehingga *interval order* masing-masing item akan mempengaruhi biaya *inventory* secara keseluruhan.

Model matematis untuk menentukan besarnya kuantitas pemesanan optimum untuk masing-masing item dan interval pemesanan yang berbeda dengan keterbatasan investasi dan ruang penyimpanan yang ada akan dibahas dalam kasus di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada). Sebagai perusahaan yang sedang berkembang, PT.



Mekar Armada Jaya (New Armada) berusaha mengoptimalkan fungsi masing-masing departemennya, salah satunya adalah departemen Inventory

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan kenyataan – kenyataan seperti yang tersebut pada latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan persoalan utama dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapakah nilai pemesanan optimum dengan adanya keterbatasan investasi dan kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier atau LIMIT?
2. Berapa total biaya persediaan dengan metode Lagrange Multiplier atau metode Limit?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas, maka dalam penelitian ini perlu adanya batasan-batasan agar lebih terarah dan mengenai sasaran. Batasan masalah yang diambil untuk penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) dengan khusus membahas permasalahan sistem *inventory* pada perusahaan tersebut.
2. *Inventory* yang diamati adalah bahan baku (*raw material*) pembantu.
3. Data historis kebutuhan bahan baku, didapatkan dari 12 bulan yang lalu.
4. Jumlah biaya yang digunakan setiap kali pemesanan dianggap tersedia.
5. Gudang penyimpanan produk dianggap mampu menampung produk sesuai yang dipesan.

6. Pemilihan metode peramalan atas dasar tingkat kesalahan terkecil.
7. Kondisi tenaga kerja, mesin, dan budaya yang berlaku di perusahaan serta supply bahan baku dianggap tidak berpengaruh terhadap kinerja perusahaan.
8. Masalah transportasi tidak diperhatikan.
9. Lead time diketahui dengan pasti dan besarnya lead time untuk semua item adalah sama.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang diharapkan dapat dicapai adalah:

1. Menentukan besarnya nilai pemesanan optimum dengan adanya keterbatasan investasi dan kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier atau LIMIT.
2. Menentukan total biaya persediaan dengan metode Lagrange Multiplier dan metode Limit.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini dapat diambil beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan sumbangan pemikiran kepada perusahaan yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan untuk menentukan strategi yang tepat dalam menentukan jumlah pemesanan optimal yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan kebijakan batasan alokasi dana yang tersedia.
2. Dapat terciptanya sebuah sistem persediaan (*inventory*) yang lebih baik.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Deduktif dan Induktif.

Suatu perusahaan harus mengadakan persediaan baik berupa barang jadi, persediaan barang dalam proses, maupun persediaan bahan baku. Tanpa ada persediaan, perusahaan akan dihadapkan pada resiko bahwa perusahaan suatu saat tidak dapat memenuhi keinginan pelanggan yang memerlukan atau meminta barang yang dihasilkan.

(Allif, 2005) melakukan penelitian penentuan ukuran lot ekonomis pada produk multi item *single supplier* yang responsif terhadap permintaan dinamis menggunakan model simulasi. (Khomaeni, 2003) telah melakukan penelitian pengendalian persediaan produk jadi multi item dengan tujuan mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya inventori menggunakan metode *Lagrange Multiplier*. Banyak perusahaan melakukan pemesanan beberapa item secara bersama, karena dianggap lebih baik daripada melakukan pemesanan secara individu.

Prinsip dasar dari sistem ini adalah biaya marginal dari menambah suatu pesanan item kedalam item-item lain yang sudah ada adalah lebih murah daripada memesan item tersebut secara terpisah pada waktu yang berbeda (Fogarty, 1991).

Dalam penelitian ini akan menentukan kuantitas pemesanan optimal dengan membandingkan total biaya persediaan dari model sistem persediaan yang diasumsikan diterapkan dalam kebijakan pemesanan item cat oleh PT. Mekar Armada Jaya (New Armada)

- a. Model pertama, pemesanan item produk dilakukan sesuai dengan kebijakan *Economic Order Quantity (EOQ)* untuk optimal agregat lot size.
- b. Model kedua, pemesanan item produk dilakukan sesuai dengan kebijakan *Economic Order Quantity (EOQ)* dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier.
- c. Model ketiga, pemesanan item produk dilakukan sesuai dengan kebijakan *Economic Order Quantity (EOQ)* dengan menggunakan metode LIMIT.

## **2.2 Inventory (Persediaan)**

### **2.2.1 Pengertian Inventory (Persediaan)**

*Inventory* (persediaan) adalah suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal, atau persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, ataupun persediaan barang baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi (Cahyono, 1996).

Ciri khas model *inventory* adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Pada dasarnya masalah yang dianalisa oleh sistem inventori meliputi 2 hal berikut :

- a. Berapa banyak suatu item harus dipesan / diproduksi.
- b. Kapan pesanan / produksi dari suatu item harus dilakukan.

### **2.2.2 Fungsi Inventory**

Persediaan timbul di sebabkan oleh tidak sinkronnya permintaan dengan persediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan bahan baku dan waktu proses diperlukan persediaan. Oleh karena itu, terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai

fungsi perlunya persediaan yaitu faktor waktu, faktor ketidakpastian waktu datang, faktor ketidakpastian penggunaan dalam pabrik dan faktor ekonomis (Yamit, 1999). Dan menurut Tersine, 1994, *Inventory* mempunyai beberapa fungsi yaitu :

1. Fungsi *decoupling* yaitu memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada supplier.
2. Fungsi *Economic Lot Sizing* yaitu melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya-sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per unit.
3. Fungsi antisipasi yaitu yang seringkali perusahaan mengalami fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman. Disamping itu, perusahaan juga menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang selama periode.

### 2.2.3 Jenis-jenis *Inventory*

Berdasarkan fungsi, inventori dapat dibedakan menjadi tiga kelompok (cahyono, 1996) :

- a. *Batch Stock*, adalah persediaan yang diadakan karena membeli atau membuat barang dalam jumlah yang lebih besar daripada jumlah yang dibutuhkan saat itu. Keuntungannya adalah memperoleh potongan harga dari harga pembelian, memperoleh efisiensi produksi karena adanya operasi yang lebih lama, adanya penghematan dalam biaya angkutan.
- b. *Fluctuation Stock*, adalah persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diramalkan.

### 5. Biaya Penyimpanan ( *Holding Cost* )

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan karena menyimpan barang. Biaya ini meliputi biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan, biaya administrasi, pajak dan sebagainya.

### 6. Biaya Kekurangan Persediaan ( *Shortage Cost* )

Biaya ini merupakan suatu bentuk kerugian perusahaan karena kehilangan kesempatan atau kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan yang juga dapat dikatakan kehilangan konsumen. Biaya ini dapat diukur dari jumlah barang yang tidak dapat terpenuhi, waktu pemenuhan, maupun biaya pengadaan darurat.

## 2.2.5 Model-model *Inventory*

### 2.2.5.1 Model Pemesanan Bahan ( *Economic Order Quantity* )

*Economic Order Quantity*  merupakan besarnya pesanan yang meminimasi total biaya  *inventory* . Model ini dikemukakan oleh Ford W. Harris sekitar tahun 1915.

Dalam model ini diasumsikan bahwa (Tersine, 1994):

1.  *Demand*  (permintaan) diketahui dan bersifat konstan.
2.  *Lead Time*  diketahui dan konstan.
3. Variabel biaya yang diketahui hanyalah biaya pesan dan biaya simpan.
4.  *Stock outs / Shortages*  sedapatnya dihindari.

Model  *inventory*  klasik yang diasumsikan berikut :

Dalam system persediaan multi item, biaya persediaan total pertahun diestimasikan dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing-masing item yang ada dalam system. Bila terdapat (n) item dalam system maka biaya totalnya :

$$TC(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) = \sum_{j=1}^n (C_j D_j + A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots \dots \dots (1)$$

- Dengan :
- TC : total cost/biaya persediaan total pertahun
  - Qn : jumlah pemesanan untuk item n
  - Cj : harga beli perunit item j
  - Dj : tingkat permintaan pertahun
  - Aj : biaya replenishment order/biaya pesan
  - ij : persentase biaya simpan

Bila terdapat keterbatasan modal yang tersedia, dimana jumlah item yang dibeli tidak boleh melebihi modal yang ada (B), maka berlaku persamaan berikut :

$$\sum_{j=1}^n C_j Q_j \leq B \dots \dots \dots (2)$$

Problem diatas dapat diformulasikan kedalam program nonlinear sebagai berikut :

$$\text{Minimalkan } TC = \sum_{j=1}^n TC(Q_j) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Dengan pembatas } \sum_{j=1}^n C_j Q_j \leq B \dots \dots \dots (4)$$

$$Q_j \geq 0$$

Untuk menyelesaikan model nonlinear diatas dapat digunakan pendekatan model Lagrange Multiplier. Metode Lagrange mengasumsikan bahwa pemesanan dilakukan secara simultan dan tidak mempertimbangkan adanya phasing order untuk masing-masing item. Penyelesaian dengan metode Lagrange dilakukan dengan menyelesaikan problem pada persamaan (3) dengan mengabaikan pembatas pada

persamaan (4), maka kuantitas pemesanan optimum didapatkan (dengan mengasumsikan  $ij = i$ ) pada persamaan berikut :

$$Q_j^* = \sqrt{2A_j D_j / i C_j} \text{ dengan } j = 1, 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots(5)$$

Untuk mengetahui apakah  $Q_j^*$  optimum feasible dilakukan dengan mensubsitusikan nilai  $Q_j^*$  kedalam persamaan (4). Jika persamaan terpenuhi maka kuantitas pemesanan optimal adalah sebesar  $Q_j^*$ , jika tidak maka metode Lagrange digunakan untuk mencari  $Q_j$  optimal. Hal ini dicapai dengan membuat persamaan Lagrange (Lagrangean expression = LE) sebagai berikut :

$$LE(Q_j, \lambda) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + i C_j Q_j / 2) + \lambda \left( \sum_{j=1}^n C_j Q_j - B \right) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana  $\lambda$  adalah Lagrange Multiplier. Dengan mengambil turunan pertama dari persamaan (6) terhadap  $Q_j^*$ ,  $\lambda$  dan menyamakannya dengan nol maka diperoleh :

$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / C_j (i + 2\lambda^*)} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan  $QL^*$  adalah kuantitas pemesanan optimal dengan metode Lagrange. Nilai  $\lambda^*$  diberikan oleh persamaan :

$$\lambda^* = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{B} \sum_{j=1}^n (\sqrt{2A_j D_j C_j})^2 - i/2 \right) \dots\dots\dots(8)$$

Substitusi nilai  $\lambda^*$  kedalam persamaan (7) akan didapatkan :

$$QL^* = B Q_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (B/E) Q_j^* \dots\dots\dots(9)$$



Dimana  $QJ^*$  didapatkan dari persamaan (5) dan

$$E = \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan (9) mengindikasikan bahwa untuk permasalahan inventory dengan kendala investasi, jumlah pemesanan optimum untuk masing-masing nilai  $QJ^*$  didapatkan dari persamaan (5) dikalikan dengan faktor  $B/E$ . Hal ini mengimplikasikan bahwa jumlah order harus dikurangi dengan faktor yang sama jika terdapat kelebihan kebutuhan terhadap jumlah investasi yang tersedia. Prosedur ini dikenal dengan prosedur LIMIT yang akan diterangkan kemudian.

### 2.3.2 Metode *LIMIT* untuk Sistem *Inventory Multi Item* dengan Keterbatasan *Investasi* dan Ruang penyimpanan

Dengan menentukan besarnya kuantitas pemesanan optimal dan nilai investasi jika perusahaan mempertimbangkan kapasitas ruang penyimpanan yang ada.

Harty, Plossl dan wagt (1963) dan Narasimhan memperkenalkan teknik optimasi kuantitas pemesanan dengan jumlah order yang terbatas. Teknik ini disebut LIMIT (*lot Size Inventory Management Interpolation Technique*). Bila kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia menjadi pembatas dalam system persediaan (*inventory*), penentuan level pemesanan optimum dapat diselesaikan dengan pendekatan LIMIT.

Formulasi permasalahan dalam minimasi biaya inventory :

$$\text{Minimalkan } TC = \sum_{j=1}^n TC(Q_j) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Dengan pembatas } \sum_{j=1}^n w_j Q_j \leq W \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_j \geq 0$$

Dengan :

$w$  = kebutuhan kapasitas ruang penyimpanan untuk masing-masing unit  $j$

$W$  = total kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia

Dengan prosedur yang sama dengan penjelasan pada keterbatasan investasi maka didapatkan jumlah pemesanan optimal :

$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / (iC_j + 2\lambda^* w_j)}$$

$$\text{Dan } QL^* = WQ_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (W/E)Q_j^* \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Dengan } E = \sum_{j=1}^n w_j Q_j^* \dots\dots\dots(4)$$

Dengan  $\lambda$  diinterpretasikan secara ekonomis sebagai nilai marginal dari kapasitas ruang penyimpanan dan berarti bahwa tambahan satu satuan dari kapasitas ruang penyimpanan akan menghemat biaya simpan sebesar  $\lambda$ .

## 2.4 Peramalan

### 2.4.1 Pengertian Peramalan

Metode peramalan adalah suatu cara yang digunakan untuk mengukur atau memperkirakan kejadian dimasa yang akan datang (Utama, 2007).

Prinsip-prinsip peramalan yang perlu dipertimbangkan adalah sebagai berikut (Izaak, 2006):

1. Peramalan melibatkan kesalahan (error). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkannya.
2. Peramalan sebaiknya memakai tolak ukur kesalahan peramalan. Pemakai harus tahu besar kesalahan yang dapat dinyatakan dalam satuan unit atau prosentase (*probability*) permintaan aktual akan jatuh dalam interval peramalan.
3. Peramalan famili produk lebih akurat daripada peramalan produk individu (item).

#### 2.4.2 Pendekatan Peramalan

Peramalan dapat dilakukan secara kualitatif maupun secara kuantitatif (Utama, 2007):

1. Peramalan dengan metode kualitatif adalah peramalan yang didasarkan pada pendapat dari yang melakukan peramalan, sedangkan.
2. peramalan kuantitatif adalah peramalan yang menggunakan metode statistik, berkaitan dengan hal tersebut maka dalam peramalan dikenal istilah prediksi dan prakiraan.

Pendekatan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi sebagai berikut (Makridakis, *et.al*, 1995) :

- a) Tersedia informasi tentang masa lalu.
- b) Informasi masa lalu tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
- c) Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

### 2.4.3 Pola Data Peramalan Time Series

Ada 4 jenis pola data dalam peramalan (Makridakis, *et.al*, 1995) yaitu :

#### 1. Trend

Pola data trend menunjukkan pergerakan data secara lambat / bertahap yang cenderung meningkat atau menurun dalam jangka waktu yang panjang.

#### 2. *Seasonality* (musiman)

Pola data musiman terbentuk jika sekumpulan data dipengaruhi faktor musiman, seperti cuaca dan liburan. Dengan kata lain pola yang sama akan terbentuk pada jangka waktu tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau kuartalan/perempat tahunan).

#### 3. *Cycles* (Siklus)

Pola data siklus terjadi jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun. Data cenderung berulang setiap dua tahun, tiga tahun, atau lebih. Fluktuasi siklus biasanya dipengaruhi oleh faktor politik, perubahan ekonomi (ekspansi atau kontraksi) yang dikenal dengan siklus usaha (*business cycle*).

#### 4. *Horizontal / Stasionary / Random variation*

Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus. Pergerakan dari keacakan data terjadi dalam jangka waktu yang pendek, misalnya mingguan atau bulanan.

### 2.4.4 Metode Peramalan Data Time Series

Beberapa metode peramalan data time series (Izaak,2006):

### 1. *Naïve Forecast*

Metode ini merupakan metode peramalan yang paling sederhana, menganggap bahwa peramalan periode berikutnya sama dengan nilai aktual periode sebelumnya. Dengan demikian data aktual periode waktu yang baru saja berlalu merupakan alat peramalan yang terbaik untuk meramalkan keadaan di masa mendatang.

### 2. *Simple Average* (Rata-rata Sederhana)

Metode simple average menggunakan sejumlah data aktual dari periode-periode sebelumnya yang kemudian dihitung rata-ratanya untuk meramalkan periode waktu berikutnya, dengan formula:

$$F(t) = A; f(t + \tau) = F(t)$$

### 3. *Simple Moving Average*

Metode ini menggunakan satu set data dengan jumlah data yang tetap sesuai periode pergerakannya (*moving period*), yang kemudian nilai rata-rata dari set data tersebut digunakan untuk meramalkan nilai periode berikutnya. Dengan munculnya data yang baru maka nilai rata-rata yang baru dapat dihitung dengan menghilangkan data yang terlama dan menambahkan data yang terbaru, dengan formula:

$$F(t) = \sum A(t) / n$$

### 4. *Weighted Moving Average* (WMA)

Metode ini mirip dengan metode simple moving average, hanya saja diperlukan pembobotan yang berbeda untuk setiap data pada set terbaru, dimana data terbaru

memiliki bobot yang lebih tinggi daripada data sebelumnya pada set data yang tersedia, dengan formula:

$$F(t) = \sum W(i) / \sum W(i); \text{ dimana } i = (t - m + 1) \text{ ke } t$$

$$F(t + \tau) = F(t)$$

#### 5. *Moving Average With Linear Trend*

Metode ini akan efektif jika trend linear dan faktor random error tidak besar, dimana formula metode ini:

$$F(t) = \sum A(i) / m; \text{ dimana } i = (t - m + 1) \text{ ke } t$$

$$T(t) = 12 \sum (i A (t - (m - 1) / 2 + 1) / m (m^2 - 1))$$

Dimana

$$i = - (m-1) / 2 \text{ ke } (m - 1) / 2$$

$$F(t + \tau) = F(t) + T(t) (\tau)$$

#### 6. *Single Exponential Smoothing (SES)*

Peramalan dengan metode SES dihitung berdasarkan hasil peramalan periode terdahulu ditambah suatu penyesuaian untuk kesalahan yang terjadi pada ramalan terakhir. Dengan demikian kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Masalah yang dihadapi dalam melakukan peramalan metode ini adalah mencari  $\alpha$  optimum, karena akan memberi MSE, MAPE atau pengukuran yang lainnya minimum, dengan formula:

$$F(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t - 1)$$

$$F(t + \tau) = F(t) + \tau T(t)$$

### 7. *Single Exponential Smoothing With Linear Trend*

Metode ini pada dasarnya menggunakan prinsip yang sama dengan metode SES, namun metode ini mempertimbangkan adanya unsur trend/kecenderungan linear dalam deretan data, dengan formula:

$$F(0) = A(1)$$

$$T(0) = 0$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t - 1)$$

$$T(t) = \beta F(t) - F(t - 1) + (1 - \beta) T(t - 1)$$

$$F(t + \tau) = F(t) + \tau T(t)$$

### 8. *Double Exponential Smoothing*

Metode ini dapat digunakan pada data historis yang mengandung unsur trend, dimana formula metode ini adalah:

$$F(0) = F'(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t - 1)$$

$$F'(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F'(t - 1)$$

$$F(t + \tau) = F'(t)$$

### 9. *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Metode ini digunakan pada data historis yang mengandung unsur linear trend, dimana formula metode ini:

$$F(0) = F'(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t-1)$$

$$F'(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F'(t-1)$$

$$F(t + \tau) = (2 + \gamma) F(t) - (1 - \gamma) F'(t)$$

### 10. *Adaptive Exponential Smoothing*

Metode ini akan memulai dari sebuah penetapan smoothing constant ( $\alpha$ ). Dalam setiap periode diperiksa dengan tiga nilai, yaitu ;  $\alpha - 0.05$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha + 0.05$ . Kemudian dihitung nilai  $F_t$  dengan absolut error yang terkecil, dimana formula untuk metode ini adalah:

$$F(0) = A(1)$$

$$F(t) = \alpha A(t) + (1 - \alpha) F(t-1)$$

### 11. *Linear Regression (Trend Linear Adjustment)*

Merupakan salah satu bentuk khusus dan paling sederhana dari regresi, dimana hubungan atau korelasi antara dua variable tersebut berbentuk garis lurus (straight line), dimana formula untuk metode ini adalah:

$$b = \frac{(\sum i A(i) i - (n + 1) / 2) (\sum i i^2 - n (n + 1)^2 / 4)}{(\sum i i^2 - n (n + 1)^2 / 4)}$$



meter seasi

Dimana  $i = 1$  ke  $n$

de rata-rat

$$a = A - b(n + 1) / 2$$

meter trend

$$f(t) = a + bt$$

meter smo

## 12. Winter's Method

aktual dal

Merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsur trend, dimana formula untuk metode ini adalah:

naln untul

l untuk per

$$F(0) = A(1)$$

smoothing

$$T(0) = 0$$

ht untuk pe

$$F(t) = \alpha A(t) I(t - m) + (1 - \alpha) F(t - 1) + T(t - 1)$$

s seasonal

$$T(t) = \beta F(t) - F(t - 1) + (1 - \beta) T(t - 1)$$

lahan (devi

$$I(t) = \gamma A(t) / F(t) + (1 - \gamma) I(t - m)$$

ata dari ak

$$F(t + \tau) = F(t) + \tau T(t) I(t + \tau - m)$$

r periode c

Dimana:  $I(t) = m A(t) / \sum(t) A(i)$ , dan  $i = 1$  ke  $m$ ,  $t = 1, \dots, m$

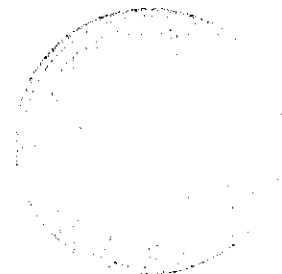
A(t)

Notasi TSF (Time Series Forecasting)

i peramala

$t$  = Periode waktu,  $t = 1, 2, \dots, n$

$\tau$  = Waktu dari  $t$

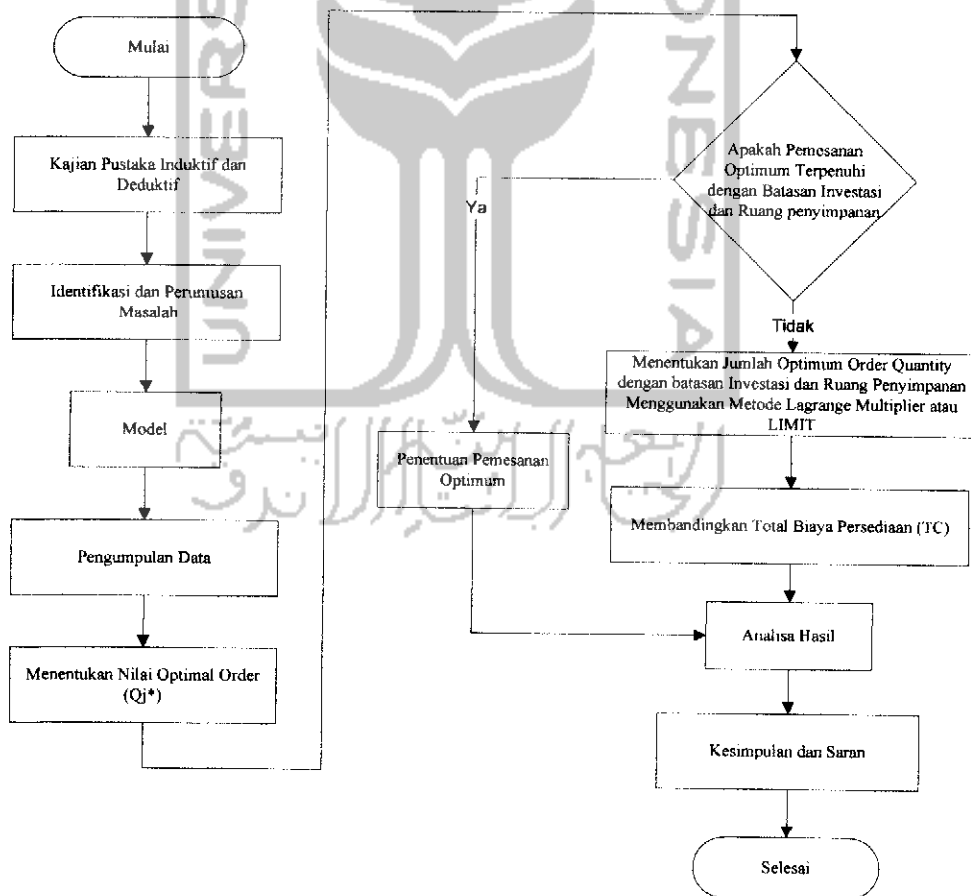


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pendahuluan

Langkah-langkah penelitian perlu disusun diagram alir secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian. Adapun langkah-langkah diagram alir tersebut sebagai berikut:



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan agar peneliti menguasai terlebih dahulu teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti dari beberapa referensi antara lain laporan-laporan ilmiah dan tulisan-tulisan ilmiah yang dapat mendukung terbentuknya landaan teori ataupun dengan *browsing* ke situs-situs internet yang memuat artiel-artikel dan jurnal tentang metode Lagrange Multiplier dan LIMIT sehingga dapat digunakan sebagai landasan teori yang kuat dalam analisa penelitian.

### 3.3 Penentuan Objek Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) Jalan Mayjen. Bambang Soegeng No. 7 Magelang.

### 3.4 Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti harus jelas terkait dengan latar belakang dan pokok permasalahan yang dinilai perlu untuk diselesaikan. Identifikasi masalah dan perumusan masalah mencakup permasalahan yang akan diteliti.

### 3.5 Menentukan Fokus Kajian

Menentukan fokus kajian dilakukan agar penelitian lebih terfokus sehingga dalam langkah selanjutnya akan lebih terarah dan jelas. Hal yang dilakukan dalam perancangan penelitian adalah menentukan metode penyelesaian yaitu menggunakan metode Lagrange Multiplier dan LIMIT, yang bertujuan untuk menentukan besarnya kuantitas pemesanan optimal di PT. Mekar Armada Jaya (New Armada). Dan menentukan total biaya persediaan dengan metode Lagrange Multiplier dan LIMIT, PT. Mekar Armada Jaya (New Armada).

### 3.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Wawancara (*Interview*)

Dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung dan bebas tidak didokumentasikan secara terstruktur kepada pihak-pihak yang bersangkutan di perusahaan.

2. Pengamatan (*Observasi*)

Pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung dan terhadap objek yang akan diteliti dengan tujuan untuk memperoleh data yang diinginkan dan melengkapi data yang telah ada sebelumnya.

3. Riset Kepustakaan

Pengumpulan data yang didapatkan dari studi pustaka, literatur, referensi dan sebagainya yang mendukung terbentuknya suatu landasan teori dalam penelitian ini.

4. Tes Model

Tujuan dari pengetesan/pengujian ini adalah untuk mengetahui ketepatan dari model yang telah dikembangkan.

5. Valid

Pada bagian ini akan diputuskan apakah model yang telah dikembangkan dan perhitungan sudah sesuai dan tepat. Jika ternyata belum tepat maka harus kembali pada bagian model untuk memeriksa dan memperbaiki model yang ada.

Sebaliknya jika ternyata model dan perhitungan sudah tepat maka akan dilanjutkan ke langkah berikutnya yaitu analisis hasil.

## 6. Analisis Hasil

Pada bagian ini akan dianalisis model yang telah dikembangkan serta perhitungannya, dengan tujuan untuk mengetahui apakah model yang telah dikembangkan lebih baik dari model yang ada atau dengan model perhitungan yang biasa digunakan oleh perusahaan.

## 7. Kesimpulan dan rekomendasi

Bagian terakhir dari keseluruhan penelitian ini dibuat kesimpulan dan rekomendasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini. Kesimpulan ini tentunya merupakan jawaban dari permasalahan yang diteliti, sedangkan rekomendasi berisi tentang pengembangan apa saja yang bisa dilakukan untuk penelitian berikutnya.

### 3.7 Pengolahan Data

Tahap ini bertujuan untuk melakukan peramalan pada permintaan, kemudian menentukan besarnya kuantitas pemesanan optimal sesuai dengan rancangan model yang dibangun.

#### 3.7.1 Peramalan Permintaan

Peramalan Permintaan akan jumlah produk yang dihasilkan dapat diperoleh langsung dengan cara melihat data-data permintaan masa lalu yang kemudian diramalkan untuk periode berikutnya. Untuk peramalan ini, data yang didapatkan diolah dengan menggunakan software WINQSB dengan memilih metode peramalan tingkat kesalahan terkecil.

Ada dua aspek ukuran keakuratan peramalan yang memiliki nilai signifikansi yang potensial pada saat dilakukan penentuan teknik peramalan. Yang pertama, performansi kesalahan historis peramalan, dan kedua kemampuan peramalan untuk menanggapi adanya perubahan. Dua nilai keakuratan yang umum untuk menghitung jumlah kesalahan historis adalah *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Square Deviation* (MSE). MAD merupakan rata-rata nilai mutlak kesalahan, sedangkan MSE merupakan rata-rata pengkuadratan nilai kesalahan.

Rumus yang digunakan adalah :

$$MAD = \frac{\sum |Actual - Forecast|}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$MSE = \frac{\sum |Actual - Forecast|^2}{n-1} \dots\dots\dots(2)$$

Langkah-langkah peramalan jumlah permintaan yang akan datang :

1. Mengumpulkan data-data permintaan masa lalu.
2. Membuat plot set dari data yang telah dikumpulkan.
3. Memperkirakan unsur pola data yang terdapat dalam plot set data tersebut.
4. Menghitung dan melakukan analisis dengan software WIN QSB.

### 3.8 Analisis Model

#### 3.8.1 Model Matematis untuk Multi item

### 3.8.2. Metode Lagrange Multiplier untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi

Step 1: Dalam system persediaan multi item, biaya persediaan total pertahun diestimasi dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing-masing item yang ada dalam system. Bila terdapat (n) item dalam system maka biaya totalnya :

$$TC(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) = \sum_{j=1}^n (C_j D_j + A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan	:	
TC	:	total cost/biaya persediaan total pertahun
Qn	:	jumlah pemesanan untuk item n
Cj	:	harga beli perunit item j
Dj	:	tingkat permintaan pertahun
Aj	:	biaya replenishment order/biaya pesan
ij	:	persentase biaya simpan

Step 2: Bila terdapat keterbatasan modal yang tersedia, dimana jumlah item yang dibeli tidak boleh melebihi modal yang ada (B), maka berlaku persamaan berikut :

$$\sum_{j=1}^n C_j Q_j \leq B \dots \dots \dots (2)$$

Step 3: Problem diatas dapat diformulasikan kedalam program nonlinear sebagai berikut :

$$\text{Minimalkan } TC = \sum_{j=1}^n TC(Q_j) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Step 4: Dengan pembatas } \sum_{j=1}^n C_j Q_j \leq B \dots \dots \dots (4)$$

$$Q_j \geq 0$$

Step 5: Untuk menyelesaikan model nonlinear diatas dapat digunakan pendekatan model Lagrange Multiplier. Metode Lagrange mengasumsikan bahwa pemesanan

dilakukan secara simultan dan tidak mempertimbangkan adanya phasing order untuk masing-masing item. Penyelesaian dengan metode Lagrange dilakukan dengan menyelesaikan problem pada persamaan (3) dengan mengabaikan pembatas pada persamaan (4), maka kuantitas pemesanan optimum didapatkan (dengan mengasumsikan  $ij = i$ ) pada persamaan berikut :

$$Q_j^* = \sqrt{2A_j D_j / i C_j} \text{ dengan } j = 1, 2, 3, \dots, n \dots \dots \dots (5)$$

Step 6: Untuk mengetahui apakah  $Q_j^*$  optimum feasible dilakukan dengan mensubsitusikan nilai  $Q_j^*$  kedalam persamaan (4). Jika persamaan terpenuhi maka kuantitas pemesanan optimal adalah sebesar  $Q_j^*$ , jika tidak maka metode Lagrange digunakan untuk mencari  $Q_j$  optimal. Hal ini dicapai dengan membuat persamaan Lagrange (Lagrangean expression = LE) sebagai berikut :

$$LE(Q_j, \lambda) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + i C_j Q_j / 2) + \lambda \left( \sum_{j=1}^n C_j Q_j - B \right) \dots \dots \dots (6)$$

Step 7: Dimana  $\lambda$  adalah Lagrange Multiplier. Dengan mengambil turunan pertama dari persamaan (6) terhadap  $Q_j^*$ ,  $\lambda$  dan menyamakannya dengan nol maka diperoleh :

$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / C_j (i + 2\lambda^*)} \dots \dots \dots (7)$$

Step 8: Dengan  $QL^*$  adalah kuantitas pemesanan optimal dengan metode Lagrange. Nilai  $\lambda^*$  diberikan oleh persamaan :

$$\lambda^* = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{B} \sum_{j=1}^n \left( \sqrt{2A_j D_j C_j} \right)^2 - i/2 \right) \dots \dots \dots (8)$$

Step 9: Substitusi nilai  $\lambda^*$  kedalam persamaan (7) akan didapatkan :

$$QL^* = B Q_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (B/E) Q_j^* \dots \dots \dots (9)$$



Step 10: Dimana  $QJ^*$  didapatkan dari persamaan (5) dan

$$E = \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* \dots\dots\dots(10)$$

### 3.8.3. Metode *LIMIT* untuk Sistem *Inventory Multi Item* dengan Keterbatasan *Investasi* dan Ruang penyimpanan

Step 1: Penentuan level pemesanan optimum dapat diselesaikan dengan pendekatan *LIMIT*. Formulasi permasalahan dalam minimasi biaya *inventory* :

$$\text{Minimalkan } TC = \sum_{j=1}^n TC(Q_j) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Step 2: Dengan pembatas } \sum_{j=1}^n w_j Q_j \leq W \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_j \geq 0$$

Dengan :

$w$  = kebutuhan kapasitas ruang penyimpanan untuk masing-masing unit  $j$

$W$  = total kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia

Step 3: Dengan prosedur yang sama dengan penjelasan pada keterbatasan investasi maka didapatkan jumlah pemesanan optimal :

$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / (iC_j + 2\lambda^* w_j)}$$

$$\text{Dan } QL^* = WQ_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (W / E) Q_j^* \dots\dots\dots(3)$$

Step 4: Dengan  $E = \sum_{j=1}^n w_j Q_j^*$  .....(4)

Dengan  $\lambda$  diinterpretasikan secara ekonomis sebagai nilai marginal dari kapasitas ruang penyimpanan dan berarti bahwa tambahan satu satuan dari kapasitas ruang penyimpanan akan menghemat biaya simpan sebesar  $\lambda$ .

### 3.9 Analisis

#### 3.9.1 Analisis Peramalan

Peramalan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan cat. Metode yang digunakan adalah SES dan MA (*Single Exponential Smoothing dan Moving Average*) untuk menentukan metode yang terbaik hasil peramalan dicari dengan nilai MAD yang terkecil dan nilai tracking signal yang tidak melebihi  $\pm 4$ .

#### 3.10 Analisis Total Biaya dari Masing-masing Model *Inventory*

Tujuan dari analisis total biaya adalah mencari nilai total biaya yang paling optimum dari kedua model *inventory* tersebut.

#### 3.11 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan pengolahan dan analisa data kemudian didiskusikan untuk mengetahui kemungkinan kekuarangan dan kelebihan dari hasil penelitian yang telah dicapai, sehingga dapat dibuat suatu rekomendasi terhadap hasil penelitian ini.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Gambaran Umum perusahaan

Industri karoseri dan auto mobil PT. Mekar Armada Jaya Magelang berdiri pada tahun 1962, dengan nama Bengkel Las Tiga yang berlokasi di jalan Prawirokusumo Nomor 3 Magelang. Bentuk hukum perusahaan ini pada mulanya adalah perseorangan terbatas. Lingkup usahanya masih terbatas pada skala kecil dan belum bergerak di bidang karoseri mobil, pada waktu itu perusahaan ini hanya memproduksi peralatan rumah tangga.

Baru seiring berjalannya waktu pada tahun 1980 PT. Mekar Armada Jaya menjadi perusahaan karoseri mobil yang terus berkembang pesat di Indonesia, terbukti dari pesanan-pesanan yang datang, yang semakin meningkat kuantitasnya. Kemudian untuk lebih memperkuat keberadaannya, pada tahun 1981 PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) menjadi perusahaan berbadan hukum yaitu PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) dengan akte notaries Anggraini Wijaya, SH. No. 17 tanggal 27 April 1981 dengan status Perseroan Terbatas ( PT ) dan dipegang oleh Bapak David Herman Jaya.

Setahun kemudian PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) memperluas lokasi perusahaan dan perkantoran ke arah selatan. Untuk mengimbangi perkembangan yang semakin meningkat, PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) merupakan perusahaan yang bertipe *Make To Order* (MTO). PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) membangun ruang pameran dengan fasilitas lengkap yang megah. Perjalanan waktu dan permintaan pasar terhadap produk New Armada semakin meningkat, sehingga pada tahun 1986 *output* produk perbulan mencapai 600 unit. Adapun hasil produk yang dikembangkan selain *minibus*, juga memproduksi *bis besar* dan *boks* dari merk Suzuki, Daihatsu, Mitsubishi dan Nissan. Sebagai pertimbangan, jumlah karyawan pun ditambah menjadi 3000 orang.

Pada tahun 1994 dicanangkan oleh PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) menjadi semakin berkembang, hal itu ditunjukkan dengan beralihnya dari industri *karoseri* menjadi perusahaan *autobody manufacturing*. Untuk mendukung penjualan hasil produksi, PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) membentuk anak perusahaan yang bergabung dalam *Armada Group*, yaitu :

1. PT. Bumen Redja Abadi
2. PT. Vulgo Armada Mobilindo
3. PT. Vulgo Armada International Motor
4. PT. Armada Tiga Berlian Motor
5. PT. Armada Autotrend
6. PT. Pan Asia Cakra Utama
7. CV. Tunas Jaya
8. Auto Car

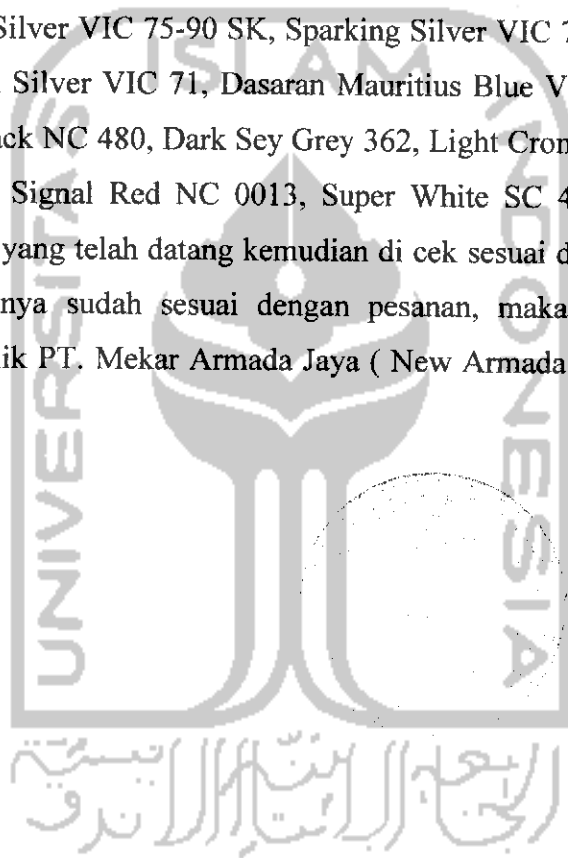
Di samping itu PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) telah meningkatkan ekspor hasil produksinya ke berbagai Negara, diantaranya : Bangladesh, Brunei Darussalam, Arab Saudi dan Singapura.

#### **4.1.2 Data Permintaan Cat**

Pada tabel 4.1 akan disajikan data permintaan persediaan cat untuk pembuatan mobil selama 12 bulan terakhir, yaitu periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2009. Data-data tersebut diperoleh dari bagian gudang bahan baku Cat PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ). Data tersebut diperoleh dari beberapa tahapan yang telah dilakukan oleh perusahaan sehubungan dengan pengadaan bahan baku berupa cat. Yaitu salah satunya dengan melakukan peramalan (*forecast*) dari produk jadi untuk beberapa

periode kedepan berdasarkan permintaan produksi pada periode sebelumnya. Hasil dari perencanaan tersebut kemudian dikonversikan ke dalam kebutuhan gudang cat setiap bulan berikutnya.

Macam-macam jenis cat tersebut adalah Super White SP 100-2470, Artic White SP 100-2179, Dakar Yellow SP 200-2067, Super Black SP 800-2480, Signal Red SP 300-2013, barcode, Polaris Silver VIC 73-9416, Curacau Blue VIC 78-9999, Platinum Silver VIC 76-9460, Polaris Silver VIC 75-90 SK, Sparking Silver VIC 73-9461, Jamaica Blue VIC 78-8937, Dasaran Silver VIC 71, Dasaran Mauritius Blue VIC 71, Platinum Silver VIC 76-606, Super Black NC 480, Dark Sey Grey 362, Light Crome Yellow L 402, Taxy Yellow NC SC 2310, Signal Red NC 0013, Super White SC 470 sesuai surat order. Bahan baku pembantu yang telah datang kemudian di cek sesuai dengan surat order, jika kualitas dan kuantitasnya sudah sesuai dengan pesanan, maka bahan baku tersebut disimpan digudang milik PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ). Luas gudang cat 40 m<sup>3</sup>



**Tabel 4.1 Data Pemakaian Cat  
Data Gudang Cat dari Awal Bulan Januari sampai Desember 2009**

Item	BULAN												Jumlah
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nov	Des	
Super White SP 100-2470	120	126	120	133	300	354	210	402	121	240	120	185	2431
Artic White SP 100-2179	15	18	15	17	10	15	15	14	10	9	12	24	174
Dakar Yellow SP 200-2067	24	20	28	23	24	20	8	10	18	18	34	7	234
Super Black SP 800-2480	12	37	48	12	20	12	17	18	12	29	12	9	238
Signal Red SP 300-2013	12	12	6	64	6	4	34	18	70	12	36	6	280
Polaris Silver VIC 73-9416	120	6	8	6	4	101	27	7	48	18	66	149	560
Curacau Blue VIC 78-9999	5	3	2	8	2	1	0	0	0	5	0	6	32
Platinum Silver VIC 76-9460	0	4	6	12	50	12	27	50	20	25	10	24	240
Polaris Silver VIC 75-90 SK	12	6	18	10	0	0	6	0	5	24	5	6	92
Sparkling Silver VIC 73-9461	0	22	10	40	27	10	57	149	9	33	32	15	404
Jamaica Blue VIC 78-8937	0	0	4	25	24	0	5	6	8	7	14	2	95
Dasaran Silver VIC 71	120	360	0	2	0	0	18	120	0	183	108	162	1073
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	0	0	0	0	18	0	0	24	2	91	12	0	147
Platinum Silver VIC 76-606	0	28	0	0	42	164	50	61	30	87	42	18	522
Super Black NC 480	180	538	0	0	243	0	330	361	4	243	301	242	2442
Dark Sey Grey 362	12	42	0	0	50	12	116	24	4	122	108	28	518
Light Cromo Yellow L 402	0	0	0	0	0	12	0	6	0	0	208	36	262
Taxy Yellow NC SC 2310	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	24
Signal Red NC 0013	2	0	2	15	0	18	0	12	6	0	0	12	67
Super White SC 470	120	60	24	60	120	60	12	66	24	416	420	240	1622

(Data Bagian Administrasi gudang PT Mekar Armada Jaya)

### 4.1.3 Data-Data variabel Biaya

#### 4.1.3.1 Biaya Pembelian Cat

**Tabel 4.2 Biaya Pembelian Cat**

Item	Harga beli
Super White SP 100-2470	Rp. 28.200
Artic White SP 100-2179	Rp. 28.200
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp. 30.600
Super Black SP 800-2480	Rp. 28.200
Signal Red SP 300-2013	Rp. 30.600
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp.100.000
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp.160.000
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp.159.000
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp.159.000
Sparking Silver VIC 73-9461	Rp.100.000
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp.160.000
Dasaran Silver VIC 71	Rp. 60.000
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp. 60.000
Platinum Silver VIC 76-606	Rp.159.000
Super Black NC 480	Rp. 28.200
Dark Sey Grey 362	Rp. 28.200
Light Crome Yellow L 402	Rp. 30.600
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp. 30.600
Signal Red NC 0013	Rp. 30.600
Super White SC 470	Rp. 28.200

#### 4.1.3.2 Biaya Pesan

**Tabel 4.3 Biaya Pesan**

Biaya Pesan		
No	Nama Biaya	Biaya
1	Bongkar Muat	Rp. 1.200.000
2	Telepon/Faximile	Rp. 65.000
Jumlah		Rp. 1.265.000

### 4.1.3.3 Biaya Simpan

Biaya penyimpanan cat merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk merawat, menyimpan dan menjaga cat didalam gudang. Biaya ini meliputi biaya pemeliharaan, listrik, dan keamanan atas penyimpanan bahan baku tersebut

Tabel 4.4 Biaya Simpan

Biaya Simpan			
No	Nama	Biaya Pebulan	Biaya Pertahun
1	Listrik	Rp. 600.000	Rp. 7.200.000
2	Pemeliharaan Gudang	Rp 1.150.000	Rp 13.800.000
3	Keamanan	Rp 2.262.000	Rp. 27.144.000
Jumlah			Rp 48.144.000

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Peramalan Kebutuhan Cat

Peramalan merupakan salah satu tahap dalam perencanaan dan pengendalian persediaan. Peramalan ini digunakan sebagai salah satu pendekatan yang lebih akurat dari data historis untuk meramalkan kebutuhan yang akan datang. Untuk peramalan ini, data yang didapatkan diolah dengan menggunakan software dengan memilih metode peramalan tingkat kesalahan terkecil, dalam hal ini digunakan Nilai MAD dan MSE terkecil yang dipilih untuk menentukan teknik peramalan yang digunakan, selain itu nilai Tracking Signal yang mendekati nol, juga dijadikan sebagai kontrol pemilihan teknik peramalan yang dipakai.

Metode-metode peramalan yang digunakan untuk meramalkan permintaan Super White SP 100-2470, Artic White SP 100-2179, Dakar Yellow SP 200-2067, Super Black SP 800-2480, Signal Red SP 300-2013, Polaris Silver VIC 73-9416, Curacau Blue VIC 78-9999, Platinum Silver VIC 76-9460, Polaris Silver VIC 75-90



SK, Sparking Silver VIC 73-9461, Jamaica Blue VIC 78-8937, Dasaran Silver VIC 71, Dasaran Mauritius Blue VIC 71, Platinum Silver VIC 76-606, Super Black NC 480, Dark Sey Grey 362, Light Crome Yellow L 402, Taxy Yellow NC SC 2310, Signal Red NC 0013, Super White SC 470 adalah metode yang sesuai dengan plot data permintaan masa lalu. Metode-metode yang digunakan untuk tiap cat.

Ada dua aspek ukuran keakuratan peramalan yang memiliki nilai signifikansi yang potensial pada saat dilakukan penentuan teknik peramalan. Yang pertama, performansi kesalahan historis peramalan, dan kedua kemampuan peramalan untuk menanggapi adanya perubahan. Dua nilai keakuratan yang umum untuk menghitung jumlah kesalahan historis adalah Mean Absolute Deviation (MAD) dan MSE. MAD merupakan rata-rata nilai mutlak kesalahan, sedangkan MSE merupakan rata-rata pengkuadratan nilai kesalahan. (Gaspersz, 1998). Berikut ini adalah hasil peramalan kebutuhan untuk tiap bahan baku:

#### 4.2.1.1 Akurasi Peramalan

**Tabel 4.5 Akurasi Peramalan untuk Super White SP 100-2470**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	99,87884	98,33333	114,4063	107,3429	94,24999	MA-6
MSE	16100,12	14875,15	17996,34	16929,93	13654,99	
TS	0,663107	1,027119	0,95493	9,32E-03	-1,48718	

**Tabel 4.6 Akurasi Peramalan untuk Artic White SP 100-2179**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	3,692096	3,740741	3,5	3	3,583333	MA-5
MSE	23,95554	30,38272	29,3437	25,22857	28,71759	
TS	2,338752	0,80198	-0,28571	1	0,418605	

**Tabel 4.7 Akurasi Peramalan untuk Dakar Yellow SP 200-2067**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	7,624506	8,259259	8,5625	8,885715	9,333333	SES
MSE	111,911	107,2222	118,7813	119,6857	129,1296	
TS	-2,10735	-1,65471	-1,63503	-2,00322	-2,03571	

**Tabel 4.8 Akurasi Peramalan untuk Super Black SP 800-2480**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	12,09706	9,407406	8,5	8,228571	8,25	MA-5
MSE	242,3308	123,7778	93,10938	82,33142	75,4213	
TS	-0,233887	-5,31496	-4	-3,79167	-2,64647	

**Tabel 4.9 Akurasi Peramalan untuk Signal Red SP 300-2013**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	28,69958	25,03704	20,375	18,85714	20,55556	MA-5
MSE	1241,342	944,3951	631	513,0515	615,1481	
TS	-0,12338	0,639053	-1,0306	0,29697	1,459459	

**Tabel 4.10 Akurasi Peramalan untuk Polaris Silver VIC 73-9416**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	46,69117	38,03704	44,0625	39,48571	34,19444	MA-6
MSE	3561,579	2761,494	3303,688	2931,76	2194,671	
TS	0,4817984	3,864654	3,960284	4,892909	3,290008	

**Tabel 4.11 Akurasi Peramalan untuk Curacau Blue VIC 78-9999**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	2,942111	2,888889	2,84375	3,085714	2,972222	MA-4
MSE	13,55152	10,81482	9,898438	10,94857	10,14352	
TS	0,168058	0,692308	-1,31868	-0,90741	-0,50467	

**Tabel 4.12 Akurasi Peramalan untuk Platinum Silver VIC 76-9460**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	16,2064	14,33333	15,25	11,05714	12,47222	MA-5
MSE	416,0739	341,8889	415,7188	195,1486	273,1065	
TS	1,559586	2,11628	2	0,018088	1,135858	

**Tabel 4.13 Akurasi Peramalan untuk Polaris Silver VIC 75-90 SK**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	8,089474	6,74074	7	6,342857	5,166667	MA-6
MSE	98,34238	78,14816	88,20313	88,28571	78,17593	
TS	-0,814425	-1,28571	-0,92857	0,441442	1,935484	

**Tabel 4.14 Akurasi Peramalan untuk Sparking Silver VIC 73-9461**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	35,36789	37,77777	40,03125	41,54285	44,08333	SES
MSE	2782,462	2500,271	2582,57	2916,686	3235,552	
TS	0,5246135	0,6	-0,01873	0,481431	1,266541	

**Tabel 4.15 Akurasi Peramalan untuk Jamaica Blue VIC 78-8937**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	6,85829	10,037	7,875	6,02857	4,13889	MA-6
MSE	112,284	149,617	85,9844	43,8686	17,9861	
TS	0,50722	0,9631	-1,2698	-4,0806	-3,2617	

**Tabel 4.16 Akurasi Peramalan untuk Dasaran Silver VIC 71**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	102,063	73,963	76,6875	81,4572	74,5	MA-3
MSE	20899,7	8664,48	7970,61	8338,05	7382,49	
TS	0,40474	0,2028	1,59739	2,60996	3,70022	

**Tabel 4.17 Akurasi Peramalan untuk Dasaran Mauritius Blue VIC 71**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	23,2399	22,037	23,625	21,9143	24,1111	MA-5
MSE	1311,04	1054,31	1161,86	1147,93	1341,27	
TS	0,090981	1,7395	2,32804	2,36376	2,68203	

**Tabel 4.18 Akurasi Peramalan untuk Platinum Silver VIC 76-606**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	43,48	43,2222	37,25	40,9143	26,8889	MA-6
MSE	3234,55	3502,56	3354,2	3807,51	925,343	
TS	0,53143	1,30334	2,32215	1,82821	-1,9959	

**Tabel 4.19 Akurasi Peramalan untuk Super Black NC 480**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	220,162	133,148	140,719	138,543	120,611	MA-6
MSE	69066,1	24815,7	28021,4	25319,8	17064,3	
TS	0,33872	0,7886	1,96314	1,50278	3,48503	

**Tabel 4.20 Akurasi Peramalan untuk Dark Sey Grey 362**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	51,2981	46,4444	47	47,4286	52,7222	MA-3
MSE	3940,78	2832,94	3009,94	3152,09	3705,83	
TS	0,52037	2,33971	3,12766	2,63133	3,01581	

**Tabel 4.21 Akurasi Peramalan untuk Light Crome Yellow L 402**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	MA-8	Metode Terbaik
MAD	35,7208	29,4815	31,375	33,7714	36,4445	54,5	MA-8
MSE	6038,15	4861,23	5393,88	6002,03	7010,96	10600,8	
TS	1,59013	5,92462	6,11952	6,02877	5,46951	3,83486	

**Tabel 4.22 Akurasi Peramalan untuk Taxy Yellow NC SC 2310**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	3,27271	4	4,5	5,14286	3,33333	MA-6
MSE	36,8923	37,3333	40,5	45,2571	20	
TS	3,66669	3	2,66667	2,33333	0	

**Tabel 4.23 Akurasi Peramalan untuk Signal Red NC 0013**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	Metode Terbaik
MAD	12,3702	10	9,3125	9,2	8,88889	MA-6
MSE	215,933	127,901	128,5	117,28	118,463	
TS	0,20897	1,8	0,80537	1,69565	0,3375	

**Tabel 4.24 Akurasi Peramalan untuk Super White SC 470**

Metode	SES	MA-3	MA-4	MA-5	MA-6	MA-8	Metode Terbaik
MAD	90,6054	95,5556	104	119,486	140,222	204,75	MA-8
MSE	18483,8	24632,7	29122,5	32781,7	38592,4	61434,2	
TS	1,68707	5,80465	6,06731	5,17217	4,64501	3,59707	



### 4.2.3 Biaya Pembelian

Data ini adalah hasil peramalan untuk masing-masing cat.. Data diambil dari data permintaan Januari 2010 sampai dengan Desember 2010. Untuk lebih jelasnya, data-data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.26 sebagai berikut:

**Tabel 4.26 Data Biaya Pembelian**

Item	Harga beli	Permintaan	Total
Super White SP 100-2470	Rp. 28.200	2556	Rp. 7.2079.200
Artic White SP 100-2179	Rp. 28.200	168	Rp. 4.737.600
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp. 30.600	120	Rp. 3.672.000
Super Black SP 800-2480	Rp. 28.200	192	Rp. 5.414.400
Signal Red SP 300-2013	Rp. 30.600	336	Rp. 10.281.600
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp.100.000	636	Rp. 63.600.000
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp.160.000	36	Rp. 5.760.000
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp.159.000	312	Rp. 49.608.000
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp.159.000	96	Rp. 15.264.000
Sparking Silver VIC 73-9461	Rp.100.000	204	Rp. 20.400.000
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp.160.000	84	Rp. 13.440.000
Dasaran Silver VIC 71	Rp. 60.000	1812	Rp.108.720.000
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp. 60.000	312	Rp. 18.720.000
Platinum Silver VIC 76-606	Rp.159.000	576	Rp. 91.584.000
Super Black NC 480	Rp. 28.200	2964	Rp. 83.584.800
Dark Sey Grey 362	Rp. 28.200	1032	Rp. 29.102.400
Light Crome Yellow L 402	Rp. 30.600	396	Rp. 12.117.600
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp. 30.600	24	Rp. 734.400
Signal Red NC 0013	Rp. 30.600	96	Rp. 2.937.600
Super White SC 470	Rp. 28.200	2040	Rp. 57.528.000
			Rp.669.285.600

### 4.2.4 Prosentase Biaya Simpan

Sesuai dengan rumus untuk mencari biaya penyimpanan yang dikembangkan oleh (Zulian Yamit,1999), maka biaya simpan dapat dicari sebagai berikut :

$$\text{Biaya simpan} = i \sum_{i=1}^n P_i Q_i$$

$i$  = Prosentase biaya simpan

$P_i$  = Harga per item

$Q_i$  = Kuantitas item  $i$

Total biaya simpan per tahun sebesar Rp. 48.144.000

Maka prosentase biaya simpan per tahun adalah :

$$48.144.000 = i \times 669.285.600$$

$$i = 0.072$$

maka untuk biaya simpan pertahun untuk tiap-tiap cat dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut:

biaya simpan pertahun = presentase biaya simpan ( $i$ ) x harga beli ( $C_j$ )

Super White SP 100-2470

$$\text{biaya simpan pertahun untuk Super White SP 100-2470} = 0.072 \times 28.200 = 2030,4$$

Untuk lebih jelasnya, data-data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.27. Berdasarkan hasil peramalan didapatkan kebutuhan cat untuk Januari 2010 – Desember 2010 dan dari data perusahaan



Tabel 4.27 Data Variabel-variabel Biaya

Item	Harga beli (Cj)	Permintaan (Dj)	Biaya pesan (Aj)	Prosentase (i)	Biaya Simpan / Tahun (i Cj)
Super White SP 100-2470	Rp. 28.200	2556	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4
Artic White SP 100-2179	Rp. 28.200	168	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp. 30.600	120	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.203,2
Super Black SP 800-2480	Rp. 28.200	192	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4
Signal Red SP 300-2013	Rp. 30.600	336	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.203,2
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp.100.000	636	Rp. 63.250	0,072	Rp.7.200
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp.160.000	36	Rp. 63.250	0,072	Rp.11.520
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp.159.000	312	Rp. 63.250	0,072	Rp.11.448
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp.159.000	96	Rp. 63.250	0,072	Rp.11.448
Sparking Silver VIC 73-9461	Rp.100.000	204	Rp. 63.250	0,072	Rp.7.200
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp.160.000	84	Rp. 63.250	0,072	Rp.11.520
Dasaran Silver VIC 71	Rp. 60.000	1812	Rp. 63.250	0,072	Rp.4.320
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp. 60.000	312	Rp. 63.250	0,072	Rp.4.320
Platinum Silver VIC 76-606	Rp.159.000	576	Rp. 63.250	0,072	Rp.11.448
Super Black NC 480	Rp. 28.200	2964	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4
Dark Sey Grey 362	Rp. 28.200	1032	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4
Light Crome Yellow L 402	Rp. 30.600	396	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.203,2
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp. 30.600	24	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.203,2
Signal Red NC 0013	Rp. 30.600	96	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.203,2
Super White SC 470	Rp. 28.200	2040	Rp. 63.250	0,072	Rp.2.030,4

### 4.3 Pengolahan Data sesuai dengan Model

#### 4.3.1 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investas tanpa keterbatasan Investasi

Penyelesaian dengan metode dilakukan dengan menyelesaikan permasalahan pada persamaan (3) dengan mengabaikan pembatas pada persamaan (4), maka kuantitas pemesanan optimum didapatkan (dengan mengasumsi  $ij = i$ ) pada persamaan (5) berikut:

$$Q_j^* = \sqrt{2.A_j.D_j / iC_j}$$

Dengan  $j = 1,2,3,\dots,n$

Maka Optimal Order Quantity untuk tiap-tiap cat dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_j^* = \sqrt{2.A_j.D_j / iC_j}$$

Optimal Order Quantity untuk Super White SP 100-2470 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_j^* &= \sqrt{\frac{2 \times 63.250 \times 2.556}{2.030,4}} \\ &= 399 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Jadi Optimal Order Quantity untuk Super White SP 100-2470 sebesar 399 Kg

Selengkapnya untuk EOQ tiap-tiap cat tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 4.28 EOQ tanpa  
Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (C <sub>j</sub> )	EOQ j <sup>*</sup> (Kg)
Super White SP 100-2470	Rp. 28.200	399
Artic White SP 100-2179	Rp. 28.200	102
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp. 30.600	83
Super Black SP 800-2480	Rp. 28.200	109
Signal Red SP 300-2013	Rp. 30.600	139
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp.100.000	106
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp.160.000	20
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp.159.000	59
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp.159.000	33
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp.100.000	60
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp.160.000	30
Dasaran Silver VIC 71	Rp. 60.000	230
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp. 60.000	96

Platinum Silver VIC 76-606	Rp.159.000	80
Super Black NC 480	Rp. 28.200	430
Dark Sey Grey 362	Rp. 28.200	254
Light Crome Yellow L 402	Rp. 30.600	151
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp. 30.600	37
Signal Red NC 0013	Rp. 30.600	74
Super White SC 470	Rp. 28.200	357

Setelah mendapatkan EOQ tanpa keterbatasan investasi, nilai EOQ yang menjadi permintaan inventori perusahaan dikalikan dengan harga pembelian tiap cat. Sehingga akan didapatkan nilai modal kerja untuk tiap bahan baku sebagai berikut :

Kebutuhan Investasi Super White SP 100-2470

$$= C_j \times EOQ_j^*$$

$$= \text{Rp. } 28.200 \times 399$$

$$= \text{Rp. } 11.251.800$$

Jadi kebutuhan modal kerja tanpa adanya keterbatasan Investasi untuk cat Super White SP 100-2470 adalah sebesar Rp.11.251.800. Selanjutnya hasil kebutuhan Investasi tanpa adanya keterbatasan Investasi tersaji dalam tabel berikut :

**Tabel 4.29 Kebutuhan Investasi  
tanpa Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (C <sub>j</sub> )	EOQ j* (Kg)	Investasi (EOQ <sub>j</sub> * x C <sub>j</sub> )
Super White SP 100-2470	Rp. 28.200	399	Rp.11.251.800
Artic White SP 100-2179	Rp. 28.200	102	Rp. 2.876.400
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp. 30.600	83	Rp. 2.539.800
Super Black SP 800-2480	Rp. 28.200	109	Rp. 3.073.800
Signal Red SP 300-2013	Rp. 30.600	139	Rp. 4.253.400
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp.100.000	106	Rp. 10.600.000
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp.160.000	20	Rp. 3.200.000
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp.159.000	59	Rp. 9.381.000

Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp.159.000	33	Rp. 5.247.000
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp.100.000	60	Rp. 6.000.000
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp.160.000	30	Rp. 4.800.000
Dasaran Silver VIC 71	Rp. 60.000	230	Rp. 13.800.000
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp. 60.000	96	Rp. 5.760.000
Platinum Silver VIC 76-606	Rp.159.000	80	Rp. 12.720.000
Super Black NC 480	Rp. 28.200	430	Rp. 12.126.000
Dark Sey Grey 362	Rp. 28.200	254	Rp. 7.162.800
Light Crome Yellow L 402	Rp. 30.600	151	Rp. 4.620.600
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp. 30.600	37	Rp. 1.132.200
Signal Red NC 0013	Rp. 30.600	74	Rp. 2.264.400
Super White SC 470	Rp. 28.200	357	Rp. 10.067.400
Total Investasi			Rp.132.876.600

Jadi kebutuhan investasi optimum

$$= \sum_{j=1}^n C_j \times Q_j^*$$

$$= \text{Rp.132.876.600}$$

### 3.2 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier

Perhitungan kuantitas pemesanan optimum menggunakan metode Lagrange Multiplier dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi dilakukan dengan mencari nilai pemesanan optimum yang feasible dengan batasan investasi yang dimiliki oleh perusahaan sebesar Rp 120.000.000. Setelah mendapatkan nilai EOQ<sub>j</sub>\* tanpa adanya keterbatasan modal kerja sama seperti pada tabel 4.29 kemudian mensubstitusikan persamaan :

$$\sum_{j=1}^n C_j \times Q_j^* \leq B$$

Dimana : Rp.132.876.600 ≤ Rp 120.000.000

Ternyata pemesanan optimum tidak *feasible* karena melanggar keterbatasan modal kerja, sehingga pemesanan optimum yang *feasible* akan dihitung menggunakan metode sebagai berikut:

Mencari nilai multiplier

$$\lambda^* = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{B} \sum_{j=1}^n \sqrt{2A_j D_j C_j} \right)^2 - \frac{i}{2}$$

$$\begin{aligned} \lambda^* &= \frac{1}{2} (1/120.000.000(3.019.606 + 774.149 + 681.548 + 827.600 + 1.140.448 + \\ & 2.836.441 + 853.604 + 2.505.077 + 1.389.567 + 1.606.425 + 1.303.902 + 3.708.515 \\ & + 1.538.857 + 3.403.730 + 3.251.688 + 1.918.711 + 1.238.094 + 304.798 + 609.595 \\ & + 2.697.646)^2 - 0.072/2 \\ &= \frac{1}{2} (1/120.000.000 \times 35.610.001)^2 - 0.036 \\ &= 0.008 \end{aligned}$$

Kuantitas pemesanan optimal dengan metode dapat dihitung dengan memasukkan persamaan :

$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / C_j (i + 2\lambda^*)}$$

Kuantitas pemesanan optimum yang didapatkan dengan metode dengan keterbatasan modal kerja untuk Super White SP 100-2470 sebesar:

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{2 \times 63.250 \times 2.556}{28.200(0.072 + 2 \times 0.008)}} \\ &= 361 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kuantitas pemesanan optimum yang didapatkan dengan metode dengan keterbatasan investasi untuk Super White SP 100-2470 sebesar 361 Kg, selengkapnya kuantitas pemesanan optimum dengan keterbatasan investasi tiap cat dalam tabel berikut:

**Tabel 4.30 EOQ dengan  
Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (Cj)	EOQ j* (Kg)
Super White SP 100-2470	Rp 28.200	361
Artic White SP 100-2179	Rp 28.200	93
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 30.600	75
Super Black SP 800-2480	Rp 28.200	99
Signal Red SP 300-2013	Rp 30.600	126
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 100.000	96
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 160.000	18
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 159.000	53
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 159.000	29
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 100.000	54
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 160.000	27
Dasaran Silver VIC 71	Rp 60.000	208
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp 60.000	86
Platinum Silver VIC 76-606	Rp 159.000	72
Super Black NC 480	Rp 28.200	389
Dark Sey Grey 362	Rp 28.200	229
Light Crome Yellow L 402	Rp 30.600	136
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp 30.600	34
Signal Red NC 0013	Rp 30.600	67
Super White SC 470	Rp 28.200	322

Maka kebutuhan modal kerja tiap cat dengan adanya keterbatasan inveatasi menggunakan metode Lagrange Multiplier didapatkan dengan mengalihkan jumlah pemesanan Order Quantity yang *feasible* (EOQ *feasible*) dengan harga pembelian tiap bahan baku (Cj) sebagai berikut :

QL Super White SP 100-2470=  $C_j \times Q_j$  feasible

$$= \text{Rp. } 28.200 \times 361$$

$$= \text{Rp } 10.180.200$$

Jadi kebutuhan modal kerja dengan adanya keterbatasan investasi untuk Super White SP 100-2470 sebesar Rp 10.180.200 selanjutnya hasil kebutuhan Modal Kerja tiap cat dengan adanya keterbatasan investasi tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 4.31 Kebutuhan Modal Kerja dengan Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (Cj)	EOQ j* (Kg)	Investasi (EOQj* x Cj)
Super White SP 100-2470	Rp 28.200	361	Rp 10.180.200
Artic White SP 100-2179	Rp 28.200	93	Rp 2.622.600
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 30.600	75	Rp 2.295.000
Super Black SP 800-2480	Rp 28.200	99	Rp 2.791.800
Signal Red SP 300-2013	Rp 30.600	126	Rp 3.855.600
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 100.000	96	Rp 9.600.000
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 160.000	18	Rp 2.880.000
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 159.000	53	Rp 8.427.000
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 159.000	29	Rp 4.611.000
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 100.000	54	Rp 5.400.000
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 160.000	27	Rp 4.320.000
Dasaran Silver VIC 71	Rp 60.000	208	Rp 12.480.000
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp 60.000	86	Rp 5.160.000
Platinum Silver VIC 76-606	Rp 159.000	72	Rp 11.448.000
Super Black NC 480	Rp 28.200	389	Rp 10.969.800
Dark Sey Grey 362	Rp 28.200	229	Rp 6.457.800
Light Crome Yellow L 402	Rp 30.600	136	Rp 4.161.600
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp 30.600	34	Rp 1.040.400
Signal Red NC 0013	Rp 30.600	67	Rp 2.050.200
Super White SC 470	Rp 28.200	322	Rp 9.080.400
Total Investasi			Rp 119.831.400

Total kebutuhan investasi untuk optimum Order Quantity dengan adanya keterbatasan investasi didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian harga pembelian tiap bahan baku dengan EOQ feasible

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan investasi} &= \sum_{j=1}^n C_j \times Q_j \text{ feasible} \\ &= \text{Rp } 119.831.400 \end{aligned}$$

Jadi hasil kebutuhan investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier dengan adanya keterbatasan modal kerja menjadi sebesar Rp 119.831.400

### 3.3 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi menggunakan metode LIMIT

Kuantitas pemesanan optimum yang feasible selain menggunakan metode lagrange multiplier, juga dapat ditentukan dengan metode yang lain, yaitu menggunakan teknik LIMIT dalam persamaan (9) yang mengindikasikan permasalahan inventori dengan adanya keterbatasan investasi, jumlah pemesanan optimum untuk masing-masing nilai ( $Q_j^*$ ) yang dihasilkan dari persamaan (5) dikalikan dengan faktor B/E sebagai berikut :

$$Q_L^* = (B/E) Q_j^*$$

Kuantitas pemesanan optimum yang didapatkan dengan metode dengan keterbatasan investasi untuk Super White SP 100-2470 sebesar:

$$= (120.000.000 / 132.876.600) \times 399$$

$$= 360 \text{ kg}$$



**Tabel 4.32 EOQ dengan  
Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (Cj)	EOQ j* (Kg)
Super White SP 100-2470	Rp 28.200	360
Artic White SP 100-2179	Rp 28.200	92
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 30.600	75
Super Black SP 800-2480	Rp 28.200	98
Signal Red SP 300-2013	Rp 30.600	126
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 100.000	96
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 160.000	18
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 159.000	53
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 159.000	30
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 100.000	54
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 160.000	27
Dasaran Silver VIC 71	Rp 60.000	208
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp 60.000	87
Platinum Silver VIC 76-606	Rp 159.000	72
Super Black NC 480	Rp 28.200	388
Dark Sey Grey 362	Rp 28.200	229
Light Crome Yellow L 402	Rp 30.600	136
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp 30.600	33
Signal Red NC 0013	Rp 30.600	67
Super White SC 470	Rp 28.200	322

Maka kebutuhan modal kerja tiap cat dengan adanya keterbatasan inveatasi menggunakan metode LIMIT didapatkan dengan mengalihkan jumlah pemesanan Order Quantity yang feasible (EOQ feasible) dengan harga pembelian tiap cat (Cj) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{QL Super White SP 100-2470} &= C_j \times Q_j \text{ feasible} \\
 &= \text{Rp. } 28.200 \times 360 \\
 &= \text{Rp. } 10.152.000
 \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan modal kerja dengan adanya investasi untuk Super White SP 100-2470 sebesar Rp 10.152.000 selanjutnya hasil kebutuhan Modal Kerja tiap cat dengan adanya keterbatasan investasi tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 4.33 Kebutuhan Modal Kerja dengan Keterbatasan Investasi**

Jenis Bahan Baku	Harga beli (Cj)	EOQ j *(Kg)	Investasi (EOQj* x Cj)
Super White SP 100-2470	Rp 28.200	360	Rp 10.152.000
Artic White SP 100-2179	Rp 28.200	92	Rp 2.594.400
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 30.600	75	Rp 2.295.000
Super Black SP 800-2480	Rp 28.200	98	Rp 2.763.600
Signal Red SP 300-2013	Rp 30.600	126	Rp 3.855.600
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 100.000	96	Rp 9.600.000
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 160.000	18	Rp 2.880.000
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 159.000	53	Rp 8.427.000
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 159.000	30	Rp 4.770.000
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 100.000	54	Rp 5.400.000
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 160.000	27	Rp 4.320.000
Dasaran Silver VIC 71	Rp 60.000	208	Rp 12.480.000
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp 60.000	87	Rp 5.220.000
Platinum Silver VIC 76-606	Rp 159.000	72	Rp 11.448.000
Super Black NC 480	Rp 28.200	388	Rp 10.941.600
Dark Sey Grey 362	Rp 28.200	229	Rp 6.457.800
Light Crome Yellow L 402	Rp 30.600	136	Rp 4.161.600
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp 30.600	33	Rp 1.009.800
Signal Red NC 0013	Rp 30.600	67	Rp 2.050.200
Super White SC 470	Rp 28.200	322	Rp 9.080.400
Total Investasi			Rp 119.907.000

Total kebutuhan investasi untuk optimum Order Quantity dengan adanya keterbatasan investasi didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian harga pembelian tiap cat dengan EOQ feasible

$$\text{Total kebutuhan investasi} = \sum_{j=1}^n C_j \times Q_j \text{ feasible}$$

$$= \text{Rp. 119.907.000}$$

Jadi hasil kebutuhan modal kerja menggunakan metode LIMIT dengan adanya keterbatasan investasi sebesar Rp 119.907.000.

#### 4.3.4 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum tanpa keterbatasan Ruang Penyimpanan

Bila Luas ruang penyimpanan yang tersedia menjadi pembatas dalam sistem inventory, penentuan level pemesanan optimum dapat diselesaikan dengan Metode Lagrange atau pendekatan teknik LIMIT.

Pada PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) mempunyai luas ruang penyimpanan yang tersedia untuk bahan baku pembantu seluas 40 m<sup>3</sup>. Cat di simpan dengan cara dikemas dalam kardus dan di simpan dalam rak yang mempunyai ukuran dimensi 33,5 cm x 22,5 cm x 13,5 cm (volume=0.1 m<sup>3</sup>) dengan berat sekitar 6,21 kg. Sistem penyimpanan dengan cara menumpuk bahan baku dirak dalam ruang penyimpanan.

Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (EOQJ\*/6,21 x 0.1) (m<sup>3</sup>)

Super White SP 100-2470 = 399 / 6,21 x 0.1 = 6 m<sup>3</sup>

Selanjutnya untuk bahan baku yang lain tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 4.34 Kebutuhan Ruang Penyimpanan  
tanpa keterbatasan Ruang Penyimpanan**

Item	EOQJ	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (EOQJ*/6,21 x 0.1) (m <sup>3</sup> )
Super White SP 100-2470	399	6
Artic White SP 100-2179	102	2
Dakar Yellow SP 200-2067	83	1
Super Black SP 800-2480	109	2
Signal Red SP 300-2013	139	2
Polaris Silver VIC 73-9416	106	2

Curacau Blue VIC 78-9999	20	0
Platinum Silver VIC 76-9460	59	1
Polaris Silver VIC 75-90 SK	33	1
Sparkinng Silver VIC 73-9461	60	1
Jamaica Blue VIC 78-8937	30	0
Dasaran Silver VIC 71	230	4
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	96	2
Platinum Silver VIC 76-606	80	1
Super Black NC 480	430	7
Dark Sey Grey 362	254	4
Light Crome Yellow L 402	151	2
Taxy Yellow NC SC 2310	37	1
Signal Red NC 0013	74	1
Super White SC 470	357	6
Total Ruang Penyimpanan		46

Jadi hasil kebutuhan ruang penyimpanan tanpa adanya keterbatasan ruang penyimpanan sebesar 46 m<sup>3</sup>.

#### 4.3.5 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dengan keterbatasan Ruang Penyimpanan

Perhitungan kuantitas pemesanan optimum menggunakan metode Lagrange Multiplier dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang penyimpanan dilakukan dengan mencari nilai pemesanan optimum yang feasible dengan batasan ruang penyimpanan yang dimiliki oleh perusahaan sebesar 40 m<sup>3</sup>. Jika keterbatasan luas ruang penyimpanan terpenuhi maka pemesanan optimum akan menjadi pemesanan optimum pada sistem inventori, jika keterbatasan luas ruang penyimpanan tidak terpenuhi maka metode Lagrange Multiplier atau teknik LIMIT akan digunakan untuk menghitung jumlah pemesanan optimum yang memenuhi keterbatasan luas ruang penyimpanan yang ada. Dengan persamaan

$$Q_L^* = WQ_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (W/E) Q_j^*$$

$$\text{Super White SP 100-2470} = (40/46) \times 399 = 347$$

Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan ( $\text{EOQJ}^*/6,21 \times 0.1$ ) ( $\text{m}^3$ )

$$\text{Super White SP 100-2470} = 347 / 6,21 \times 0.1 = 6 \text{ m}^3$$

Selanjutnya untuk cat yang lain tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 4.35 Kebutuhan Ruang Penyimpanan dengan keterbatasan Ruang Penyimpanan**

Item	EOQJ	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan ( $\text{EOQJ}^*/6,21 \times 0.1$ ) ( $\text{m}^3$ )
Super White SP 100-2470	347	6
Artic White SP 100-2179	89	1
Dakar Yellow SP 200-2067	72	1
Super Black SP 800-2480	95	2
Signal Red SP 300-2013	121	2
Polaris Silver VIC 73-9416	92	1
Curacau Blue VIC 78-9999	17	0
Platinum Silver VIC 76-9460	51	1
Polaris Silver VIC 75-90 SK	29	0
Sparkinng Silver VIC 73-9461	52	1
Jamaica Blue VIC 78-8937	26	0
Dasaran Silver VIC 71	200	3
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	83	1
Platinum Silver VIC 76-606	70	1
Super Black NC 480	374	6
Dark Sey Grey 362	221	4
Light Crome Yellow L 402	131	2
Taxy Yellow NC SC 2310	32	1
Signal Red NC 0013	64	1
Super White SC 470	310	5
Total Ruang Penyimpanan		39

Jadi hasil kebutuhan ruang penyimpanan menggunakan metode Lagrange Multiplier atau LIMIT dengan adanya keterbatasan ruang penyimpanan menjadi sebesar  $39 \text{ m}^3$ .

#### 4.3.6 Total Cost persediaan (*inventory*)

Total Cost persediaan (*inventory*) pertahun diestimasikan dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing-masing cat yang ada didalam sistem persediaan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$TC = (A_j \cdot D_j / Q_j + ijC_j \cdot Q_j / 2)$$

Perhitungan Total Cost untuk cat Super White SP 100-2470 tanpa keterbatasan investasi adalah:

$$\begin{aligned} TC \text{ Super White SP 100-2470} &= (A_j \cdot D_j / Q_j + ijC_j \cdot Q_j / 2) \\ &= (63.250 \times 2.556 / 399 + 2.030,4 \times 399 / 2) \\ &= \text{Rp } 810.245 \end{aligned}$$

**Tabel 4.36 Total Cost  
Tanpa Keterbatasan Investasi**

Item	Total Cost (TC)/Thn
Super White SP 100-2470	Rp 810.245
Artic White SP 100-2179	Rp 207.727
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 182.879
Super Black SP 800-2480	Rp 222.070
Signal Red SP 300-2013	Rp 306.014
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 761.100
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 229.050
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 672.191
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 372.892
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 431.050

Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp	349.900
Dasaran Silver VIC 71	Rp	995.100
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp	412.923
Platinum Silver VIC 76-606	Rp	913.320
Super Black NC 480	Rp	872.520
Dark Sey Grey 362	Rp	514.845
Light Crome Yellow L 402	Rp	332.216
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp	81.786
Signal Red NC 0013	Rp	163.572
Super White SC 470	Rp	723.855
Jumlah	Rp	9.555.255

Jadi Total Cost tanpa keterbatasan investasi adalah Rp 9.555.255.

Perhitungan Total Cost metode Lagrange Multiplier untuk cat Super White SP 100-2470 dengan keterbatasan investasi keadaan *feasible* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{TC Super White SP 100-2470} &= (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2) \\
 &= (63.250 \times 2.556 / 361 + 2.030,4 \times 361 / 2) \\
 &= \text{Rp } 814.318.
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.37 Total Cost  
Dengan Keterbatasan Investasi**

Item	Total Cost (TC)/Thn
Super White SP 100-2470	Rp 814.318
Artic White SP 100-2179	Rp 208.672
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 183.820
Super Black SP 800-2480	Rp 223.171
Signal Red SP 300-2013	Rp 307.468
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 764.631
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 230.180
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 675.712
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 375.375
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 433.344

Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp	352.298
Dasaran Silver VIC 71	Rp	1.000.285
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp	415.225
Platinum Silver VIC 76-606	Rp	918.128
Super Black NC 480	Rp	876.849
Dark Sey Grey 362	Rp	517.520
Light Crome Yellow L 402	Rp	333.987
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp	82.101
Signal Red NC 0013	Rp	164.434
Super White SC 470	Rp	727.609
Jumlah	Rp	9.605.127

Jadi Total Cost dengan keterbatasan investasi adalah Rp 9.605.127.

Perhitungan Total Cost metode LIMIT untuk cat Super White SP 100-2470 dengan keterbatasan investasi keadaan *feasible* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{TC Super White SP 100-2470} &= (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2) \\
 &= (63.250 \times 2.556 / 360 + 2.030,4 \times 360 / 2) \\
 &= \text{Rp } 814.547
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.38 Total Cost  
Dengan Keterbatasan Investasi**

Item	Total Cost (TC)/Thn
Super White SP 100-2470	Rp 814.547
Artic White SP 100-2179	Rp 208.898
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 183.820
Super Black SP 800-2480	Rp 223.408
Signal Red SP 300-2013	Rp 307.468
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 764.631
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 230.180
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 675.712
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 374.120
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 433.344
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 352.298



Dasaran Silver VIC 71	Rp	1.000.285
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp	414.748
Platinum Silver VIC 76-606	Rp	918.128
Super Black NC 480	Rp	877.075
Dark Sey Grey 362	Rp	517.520
Light Crome Yellow L 402	Rp	333.987
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp	82.353
Signal Red NC 0013	Rp	164.434
Super White SC 470	Rp	727.609
Jumlah	Rp	9.604.565

Jadi Total Cost dengan keterbatasan investasi adalah Rp 9.604.565.

Perhitungan Total Cost metode Lagrange Multiplier dan LIMIT untuk cat Super White SP 100-2470 dengan keterbatasan ruang penyimpanan keadaan *feasible* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{TC Super White SP 100-2470} &= (A_j \cdot D_j / Q_j + ijC_j \cdot Q_j / 2) \\
 &= (63.250 \times 2.556 / 347 + 2.030,4 \times 347 / 2) \\
 &= \text{Rp } 818.174
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.39 Total Cost Dengan Keterbatasan Ruang Penyimpanan**

Item	Total Cost (TC)/Thn
Super White SP 100-2470	Rp 818.174
Artic White SP 100-2179	Rp 209.746
Dakar Yellow SP 200-2067	Rp 184.732
Super Black SP 800-2480	Rp 224.276
Signal Red SP 300-2013	Rp 308.930
Polaris Silver VIC 73-9416	Rp 768.450
Curacau Blue VIC 78-9999	Rp 231.861
Platinum Silver VIC 76-9460	Rp 678.865
Polaris Silver VIC 75-90 SK	Rp 375.375
Sparkinng Silver VIC 73-9461	Rp 435.335
Jamaica Blue VIC 78-8937	Rp 354.106

Dasaran Silver VIC 71	Rp	1.005.045
Dasaran Mauritius Blue VIC 71	Rp	417.039
Platinum Silver VIC 76-606	Rp	921.137
Super Black NC 480	Rp	880.950
Dark Sey Grey 362	Rp	519.717
Light Crome Yellow L 402	Rp	335.508
Taxy Yellow NC SC 2310	Rp	82.688
Signal Red NC 0013	Rp	165.377
Super White SC 470	Rp	730.938
Jumlah	Rp	9.648.249

Jadi Total Cost dengan Keterbatasan Ruang Penyimpanan Pemesanan Optimum Feasible adalah Rp 9.648.249.



## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Peramalan

Peramalan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan gudang cat di PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ). PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) sendiri menerapkan sistem produksi Make to Order, yang berarti barang yang dibuat dan jumlah bahan baku yang dibeli berdasarkan kuantitas pemesanan. Namun seringkali terjadi penambahan, hal ini mungkin disebabkan ada produk mobil baik bus, mini bus, boks yang cacat dan sebagainya. Kenyataan itulah yang menyebabkan perusahaan harus memiliki sistem inventory yang baik.

Dengan melihat kondisi diatas, maka perlu ada pendekatan beberapa metode peramalan yang nanti akan digunakan. Peramalan yang dilakukan mengacu data masa lalu (time series), asumsi ini dipakai dengan alasan bahwa kemungkinan jumlah permintaan masa lalu akan terulang dimasa yang akan datang. Data yang diperoleh dari bagian ruang penyimpanan selama periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2009 menunjukkan suatu gerakan yang berulang dari satu periode ke periode berikutnya secara teratur. Pola konstan ini dapat ditunjukkan oleh data-data yang dikelompokkan secara mingguan, bulanan, atau kuartalan, tetapi untuk data yang berbentuk data tahunan tidak terdapat pola musimannya. Pola konstan ini harus dihitung setiap minggu, bulan, atau kuartalan tergantung pada data yang digunakan untuk setiap tahunnya, dan pola musiman ini dinyatakan dalam bentuk angka. Teknik yang digunakan untuk menentukan nilai pola konstan adalah metode rata-rata bergerak (MA), pemulusan eksponensial (SES).

Parameter yang digunakan dalam metode peramalan ini adalah menentukan nilai  $\alpha$ . Penentuan nilai  $\alpha$  harus diperhatikan plotting data yang akan diramal, jika

ploting data tidak stabil dari waktu ke waktu, kita memilih nilai  $\alpha$  yang mendekati satu. Data historis permintaan kebutuhan bahan baku yang didapatkan menunjukkan nilai yang relatif stabil, namun untuk kehati-hatiannya kami menentukan nilai  $\alpha$  sebesar 0.9. Parameter lain yang penting adalah menentukan periode rata-rata bergerak. Periode rata-rata bergerak yang kami gunakan adalah 3, 4, 5, 6 dan 8 dengan asumsi bahwa n-periode sebesar 3, 4, 5, 6 dan 8 yang diperkirakan tepat. Dari hasil peramalan menggunakan teknik peramalan diatas akan dicari nilai-nilai kesalahan terkecil. Software WINQSB yang digunakan untuk mengolah data historis adalah WINQSB yang langsung menunjukkan nilai nilai MAD, MSE dan Tracking Signal. Nilai-nilai tersebut yang dijadikan sebagai kontrol pemilihan teknik peramalan yang terbaik. Nilai MAD dan MSE terkecil yang dipilih untuk menentukan teknik peramalan yang digunakan, selain itu nilai Tracking Signal yang mendekati nol, juga dijadikan sebagai kontrol pemilihan teknik peramalan yang dipakai.

Dari data didapatkan total EOQ sebesar 2.849 kg. Selanjutnya data-data hasil peramalan yang diperoleh dijadikan data acuan untuk mengolah data sesuai dengan rancangan model yang dibuat.

## **5.2 Analisis Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Investasi dan Kapasitas Ruang Penyimpanan**

Dasar untuk mencari jumlah pemesanan optimum adalah meminimumkan total biaya persediaan yang harus dikeluarkan PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ). Nilai EOQ dapat dicari dengan input data berupa hasil peramalan rata-rata permintaan kebutuhan cat selama satu tahun dengan variabel-variabel data biaya pembelian, biaya pesan dan biaya simpan. Dimana variabel-variabel biaya tersebut dianggap konstan dan tidak mengalami perubahan yang berarti.

Tanpa memperhatikan keterbatasan investasi, total investasi yang dikeluarkan PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) untuk inventori cat adalah sebesar Rp.132.876.600. tetapi dengan adanya asumsi bahwa investasi maksimum untuk

inventori cat adalah sebesar Rp 120.000.000 membuat PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) mengeluarkan biaya lebih sebesar Rp. 12.876.600. Terlihat bahwa alokasi dana untuk pembelian melebihi batasan investasi yang dimiliki PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ). Dan untuk menghasilkan pemesanan yang optimum sendiri didapatkan dengan cara menerapkan nilai  $\lambda^*$ , dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier. Perhitungan yang dilakukan dengan memperhatikan batasan modal sebesar Rp 120.000.000 dengan pengolahan menggunakan komputer didapatkan nilai  $\lambda^*$  sebesar 0,008 Nilai  $\lambda^*$  yang diperoleh dijadikan input untuk menentukan jumlah pemesanan yang optimal. Dimana dengan adanya  $\lambda^*$  besarnya EOQ berubah dari yang tadinya 2.849 kg menjadi 2.574 kg, sedangkan untuk LIMIT menjadi 2.571 kg. Sehingga investasi awal sejumlah Rp.132.876.600 menjadi Rp 119.831.400 dan jika untuk LIMIT Rp. 119.831.400 dikalikan dengan harga beli masing-masing jenis cat sehingga disini terlihat bahwa investasi yang dibutuhkan untuk pembelian sebesar EOQ masih berada pada posisi dibawah investasi yang diijinkan perusahaan sebesar Rp 120.000.000.

Kemudian dengan EOQ awal tadi dibagi dengan berat kardus 6,21 kg dikali dimensi kardus sebesar  $0,1 \text{ m}^3$  maka didapat total ruang penyimpanan sebesar  $46 \text{ m}^3$ . Tetapi dengan ruang penyimpanan sebesar  $40 \text{ m}^3$  membuat barang tidak dapat masuk seluruhnya ke gudang dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier atau LIMIT karena adanya keterbatasan ruang penyimpanan maka dihitung kembali EOQnya dengan cara membagi luas ruang penyimpana  $40 \text{ m}^3$  dengan total ruang penyimpanan  $46 \text{ m}^3$  dikali EOQ sehingga didapat total ruang penyimpana optimumnya sebesar  $39 \text{ m}^3$ .

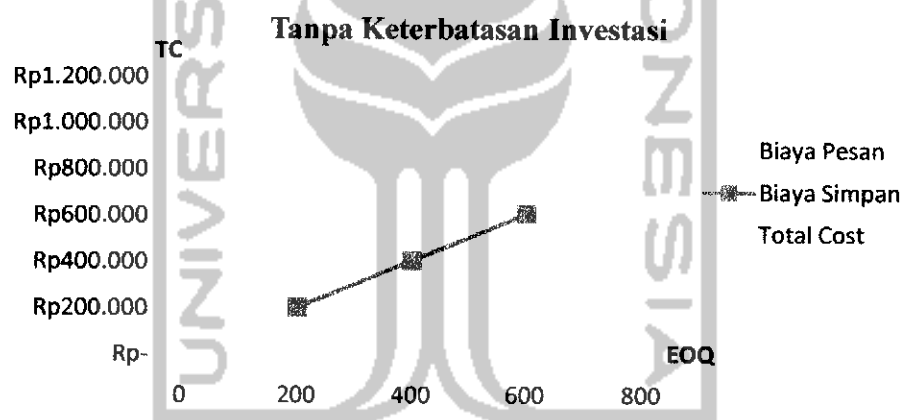
## **5.2 Analisis Total Cost dengan keterbatasan Investasi dan Kapasitas Ruang Penyimpanan**

Total biayanya sendiri untuk persediaan yang dikeluarkan tanpa keterbatasan investasi adalah sebesar Rp 9.555.255 sedangkan dengan keterbatasan investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier total biaya yang dikeluarkan menjadi Rp

9.605.127 jika dengan metode LIMIT total biaya yang dikeluarkannya menjadi sebesar Rp 9.604.565. Bila dengan keterbatasan ruang penyimpanan sendiri total biayanya adalah Rp 9.648.249. Kenapa terjadi demikian itu dapat diterangkan dengan mengambil salah satu item yaitu cat Super White SP 100-2470

#### 1. Total Cost Tanpa Keterbatasan Investasi Super White SP 100-2470

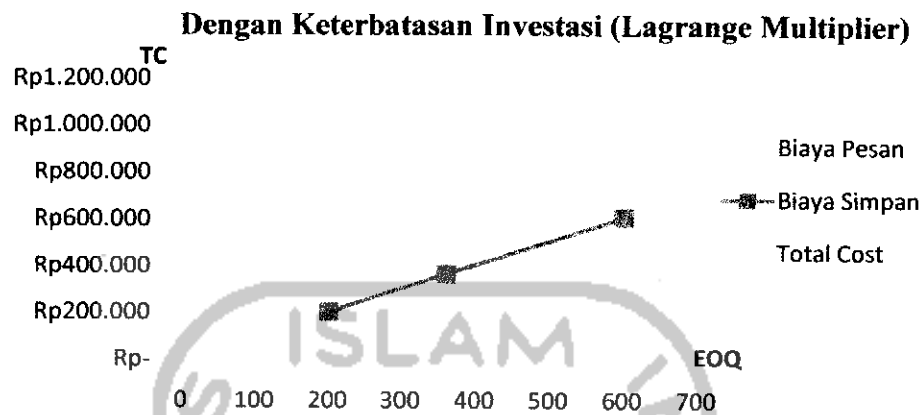
Dengan EOQ 200, 399, 600 didapat biaya pesan sebesar Rp 808.335, Rp 405.180, Rp 269.445 untuk biaya simpan Rp 203.040, Rp 405.065, Rp 609.120 dan total cost sebesar Rp 1.011.375, Rp 810.245, Rp 878.565.



Gambar 3 Grafik Total Cost Tanpa Keterbatasan Investasi Super White SP 100-2470

#### 2. Total Cost Dengan Keterbatasan Investasi (Lagrange Multiplier) Super White SP 100-2470

Dengan EOQ 200, 360, 600 didapat biaya pesan sebesar Rp 808.335, Rp 447.831 Rp 269.445 untuk biaya simpan Rp 203.040, Rp 366.487, Rp 609.120 dan total cost sebesar Rp 1.011.375, Rp 814.318, Rp 878.565.

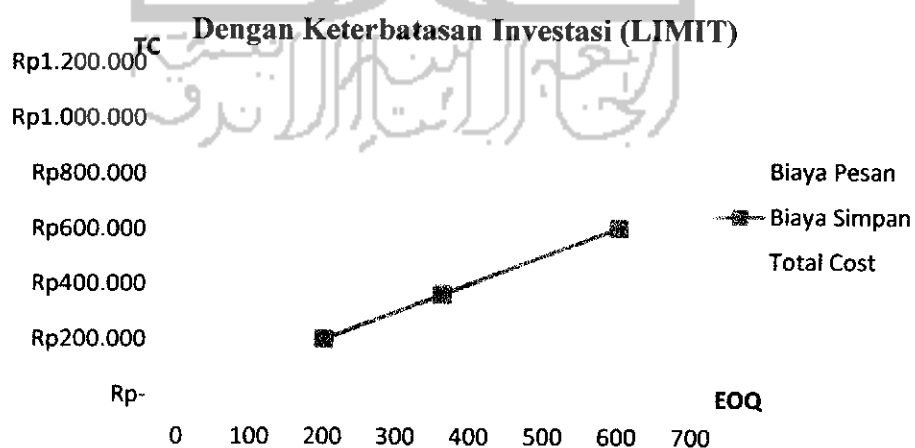


Gambar 4 Grafik Total Cost Dengan Keterbatasan Investasi (Lagrange Multiplier)

Super White SP 100-2470

### 3. Total Cost Dengan Keterbatasan Investasi (LIMIT) Super White SP 100-2470

Dengan EOQ 200, 361, 600 didapat biaya pesan sebesar Rp 808.335, Rp 449.075, Rp 269.445 untuk biaya simpan Rp 203.040, Rp 365.472, Rp 609.120 dan total cost sebesar Rp 1.011.375, Rp 814.318, Rp 878.565.



Gambar 5 Grafik Total Cost Dengan Keterbatasan Investasi (LIMIT)

Super White SP 100-2470

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai pemesanan optimum dengan batasan investasi menggunakan metode lagrange adalah dengan total sebesar 2.574 kg sedangkan untuk Limit sendiri pemesanan optimumnya menjadi 2.571 kg dari pemesanan awal 2.849 kg dengan batasan ruang penyimpanan sebesar 2.476 kg.
2. Total biaya pemesanan tanpa keterbatasan investasi sebesar Rp 9.555.255 sedangkan dengan keterbatasan investasi menggunakan metode lagrange multiplier total biaya yang dikeluarkan menjadi Rp 9.605.127 jika dengan metode LIMIT total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 9.604.565. Sedangkan total biaya dengan keterbatasan ruang penyimpanan pemesanan optimum feasible menggunakan metode LJMIT sebesar Rp 9.648.249.

#### 6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan adalah :

1. Pentingnya dilakukan sistem pengawasan dan pengendalian produk cat yang masuk PT. Mekar Armada Jaya ( New Armada ) agar lebih teliti dan dilakukan secara terus-menerus, sehingga eksistensi perusahaan dapat dipertahankan.



2. Pentingnya selalu menjaga hubungan baik dengan perusahaan agar tercapai kesepakatan pembayaran yang menguntungkan kedua belah pihak
3. Penelitian ini hendaknya dikembangkan dengan beberapa system persediaan yang ada, misalnya dengan memperhatikan nilai safety stock.
4. Penerapan beberapa model/metode diatas akan memperoleh hasil yang signifikan, jika kondisi yang ada pada perusahaan mendukung.



## DAFTAR PUSTAKA

- Allif, (2005). Ukuran Lot Ekonomis pada Produk Multi Item Single Supplier yang Responsip terhadap Permintaan Dinamis menggunakan Model Simulasi. Tugas Akhir FTI UII, Yogyakarta.
- Cahyono, B. T. (1996). Manajemen Produksi. Institut Pengembangan Wiraswasta Indonesia, Jakarta.
- Elsayed, A., Elsayed dan Thomas, O., Boucher., (1994). *Analysis and Control of Production System*, Edisi 2, Prentice Hall, New Jersey.
- Fogarty, D., (1991). *Production and Inventory Management*, Edisi 2, South-Western Publishing, Cincinnati, Ohio.
- Gaspers, V., (1998). *Production Planning and Inventory Control Berdasakan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21*, PT Gramedia , Jakarta.
- Khomaeni, Taufiq, (2003). analisa pengendalian persediaan produk jadi multi item untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya inventori menggunakan metode lagrange. Jogjakarta.
- Kusrini, Elisa, (2005). joint oder pada inventory multi item dengan multiple interval order. *Jurnal Teknologi Industri*.
- Narasimhan, S., (1995). *Production and Inventory Control*, Edisi 2, Prentice Hall, New Jersey.
- Nugraha, K. Y., Izaak, (2006). *Joint Replenishment Multi Item Single Supplier* dengan metode pendekatan lagrangean multiplier. Jogjakarta. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.

- Tersine, R., (1994). *principles of inventory and materials management*. Fourth edition, Prentice-Hall International, Inc, New Jersey.
- S Makridakis, SC Wheelwright, VE Mcgee, (1995), *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga, Jakarta.
- Utama, N. P. S. 2007. Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Propinsi Bali Sampai Tahun 2018 dengan Metode Regresi Berganda Deret Waktu. *Jurnal Teknologi Iektro*, Vol 6 No 1. Universitas Udayana, Bali.
- Ghosh, S.K & Chaudhuri, K.S. (2004). An Order Level Inventory Model for A Deteriorating Item With Weibull Distribution Deterioration, Time Quadratic Demand and Shortages , vol. 6 (No. 1).
- Messound Bounkhel, Lotfi Tadj & Yacine Benhadid. (2005). Optimal Control of A Production Syystem With Inventory Level Dependent Demand , vol.5 ,36-43.
- Yamit, Z. (1999) *Manajemen Persediaan*, Bidang Penerbitan UII, Yogyakarta.

LAMPIRAN



1. Super White SP 100-2470

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	120								
2	126								
3	120								
4	133								
5	300								
6	354								
7	210	192,1667	17,83333	17,83333	17,83333	318,0276	8,492061	1	1
8	402	207,1667	-194,8333	212,6667	106,3333	19139,03	28,47903	2	1,00E+00
9	121	253,1667	-132,167	80,49998	114,9444	18582,03	55,39557	0,700338	0,101355
10	240	253,3333	-13,3333	67,16666	89,54166	13980,96	42,93557	0,750116	9,96E-02
11	120	271,1667	-151,167	-84	101,8667	15755,04	59,5429	-0,82461	0,112214
12	185	241,1667	-56,1667	-140,167	94,24999	13654,99	54,67914	-1,48718	0,145061
13		213							
14		213							
15		213							
16		213							
17		213							
18		213							
19		213							
20		213							
21		213							
22		213							
23		213							
24		213							
CFE		-140,1667							
MAD		94,24999							
MSE		13654,99							
MAPE		54,67914							
Trk.Signal		-1,48718							
R-sqaure		0,1450606							
		m=6							

2. Artic White SP 100-2179

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	5-MA	Error					Signal	
1	15								
2	18								
3	15								
4	17								
5	10								
6	15	15	0	0	0	0	0	0	0
7	15	15	0	0	0	0	0	0	0
8	14	14,4	-0,4	0,4	0,133333	5,33E-02	0,95238	-3	0,44
9	10	14,2	-4,2	4,6	1,15	4,449999	11,21428	-4	0,341176
10	9	12,8	-3,8	8,4	1,68	6,447999	17,41587	-5	0,522891
11	12	12,6	-0,6	-9	1,5	5,433333	15,34656	-6	0,570149
12	24	12	12	3	3	25,22857	20,29705	1	7,02E-02
13		13,8							
14		13,8							
15		13,8							
16		13,8							
17		13,8							
18		13,8							
19		13,8							
20		13,8							
21		13,8							
22		13,8							
23		13,8							
24		13,8							
CFE		3							
MAD		3							
MSE		25,22857							
MAPE		20,29705							
Trk.Signal		1							
R-sqaure		7,02E-02							
		m=5							

### 3. Dakar Yellow SP 200-2067

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	SES	Error					Signal	
1	24								
2	20	24	-4	-4	4	16	20	-1	1
3	28	20,4	7,6	3,6	5,8	36,88	23,57143	0,62069	0,405
4	23	27,24	-4,24	-0,64	5,28	30,5792	21,85921	-0,12121	0,720947
5	24	23,424	0,576	-6,40E-02	4,104	23,01735	16,99441	-1,56E-02	0,719737
6	20	23,9424	-3,9424	-4,0064	4,07168	21,52238	17,53793	-0,98397	0,609216
7	8	20,39424	-12,3942	-16,4006	5,458773	4,35E+01	40,43627	-3,00446	0,337359
8	10	9,239425	0,760575	-15,6401	4,787602	3,74E+01	35,7462	-3,26678	0,724139
9	18	9,923943	8,076057	-7,56401	5,198659	4,09E+01	36,8863	-1,45499	0,979611
10	18	17,19239	0,807606	-6,7564	4,710764	3,64E+01	33,28634	-1,43425	0,98997
11	34	17,91924	16,08076	9,324361	5,847764	5,86E+01	34,68734	1,594517	0,615973
12	7	32,39192	-25,3919	-16,0676	7,624506	1,12E+02	64,51047	-2,10736	0,716322
13		9,539193							
14		9,539193							
15		9,539193							
16		9,539193							
17		9,539193							
18		9,539193							
19		9,539193							
20		9,539193							
21		9,539193							
22		9,539193							
23		9,539193							
24		9,539193							
CFE		-16,06756							
MAD		7,624506							
MSE		1,12E+02							
MAPE		64,51047							
Trk.Signal		-2,107358							
R-sqaure		0,7163215							
		Alpha=0,9							
		F(0)=24							

#### 4. Super Black SP 800-2480

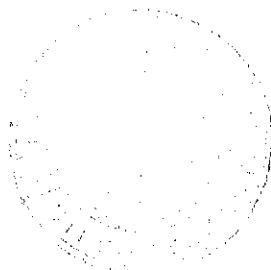
Forecast Result for Example Problem									
#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	5-MA	Error					Signal	
1	12								
2	37								
3	48								
4	12								
5	20								
6	12	25,8	-13,8	-13,8	13,8	190,44	115	-1	1
7	17	25,8	-8,8	-22,6	11,3	1,34E+02	83,38235	-2	1
8	18	21,8	-3,8	-26,4	8,799999	9,41E+01	62,62526	-3	1
9	12	15,8	-3,8	-30,2	7,549999	7,42E+01	54,88562	-4	1
10	29	15,8	13,2	-17	8,679999	9,42E+01	53,01194	-1,95853	0,820911
11	12	17,6	-5,6	-22,6	8,166667	8,37E+01	51,95439	-2,76735	0,891611
12	9	17,6	-8,6	-31,2	8,228571	8,23E+01	58,18313	-3,79167	0,950551
13		16							
14		16							
15		16							
16		16							
17		16							
18		16							
19		16							
20		16							
21		16							
22		16							
23		16							
24		16							
CFE		-31,2							
MAD		8,228571							
MSE		8,23E+01							
MAPE		58,18313							
Trk.Signal		-3,79167							
R-sqaure		0,950551							
		m=5							



5. Signal Red SP 300-2013

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	5-MA	Error					Signal	
1	12								
2	12								
3	6								
4	64								
5	6								
6	4	20	-16	-16	16	256	400	-1	1
7	34	18,4	15,6	-0,4	15,8	249,68	222,9412	-2,53E-02	3,02E-03
8	18	22,8	-4,8	-5,2	12,13333	174,1333	157,5163	-0,42857	4,20E-02
9	70	25,2	44,8	39,6	20,3	6,32E+02	134,1373	1,950739	0,17274
10	12	26,4	-14,4	25,2	19,12	5,47E+02	131,3098	1,317992	6,32E-02
11	36	27,6	8,4	33,6	17,33333	4,68E+02	113,3137	1,938461	0,091384
12	6	34	-28	5,599998	18,85714	5,13E+02	163,7927	0,29697	5,17E-02
13		28,4							
14		28,4							
15		28,4							
16		28,4							
17		28,4							
18		28,4							
19		28,4							
20		28,4							
21		28,4							
22		28,4							
23		28,4							
24		28,4							
CFE		5,599998							
MAD		18,85714							
MSE		5,13E+02							
MAPE		163,7927							
Trk.Signal		0,29697							
R-sqaure		5,17E-02							
		m=5							



5. barcode, Polaris Silver VIC 73-9416

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	120								
2	6								
3	8								
4	6								
5	4								
6	101								
7	27	40,83333	-13,8333	-13,8333	13,83333	1,91E+02	51,23456	-1	1
8	7	25,33333	-18,3333	-32,1667	16,08333	2,64E+02	156,5697	-2	1
9	48	25,5	22,5	-9,66666	18,22222	3,45E+02	120,0048	-0,53049	0,225548
10	18	32,16667	-14,1667	-23,8333	17,20833	3,09E+02	109,6795	-1,38499	0,333793
11	66	34,16667	31,83333	8	20,13333	4,50E+02	97,39008	0,397351	0,080613
12	149	44,5	104,5	112,5	34,19444	2,19E+03	92,84743	3,290008	0,180008
13		52,5							
14		52,5							
15		52,5							
16		52,5							
17		52,5							
18		52,5							
19		52,5							
20		52,5							
21		52,5							
22		52,5							
23		52,5							
24		52,5							
CFE		112,5							
MAD		34,19444							
MSE		2,19E+03							
MAPE		92,84743							
Trk.Signal		3,290008							
R-sqaure		0,1800078							
		m=6							

7. Curacau Blue VIC 78-9999

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	4-MA	Error					Signal	
1	5								
2	3								
3	2								
4	8								
5	2	4,5	-2,5	-2,5	2,5	6,25E+00	125	-1	1
6	1	3,75	-2,75	-5,25	2,625	6,91E+00	200	-2	1
7	0	3,25	-3,25	-8,5	2,833333	8,13E+00	200	-3	1
8	0	2,75	-2,75	-11,25	2,8125	7,98E+00	200	-4	1
9	0	0,75	-0,75	-12	2,4	6,50E+00	200	-5	1
10	5	0,25	4,75	-7,25	2,791667	9,18E+00	165	-2,59702	1
11	0	1,25	-1,25	-8,5	2,571429	8,09E+00	165	-3,30556	1
12	6	1,25	4,75	-3,75	2,84375	9,90E+00	143,5417	-1,31868	0,447289
13		2,75							
14		2,75							
15		2,75							
16		2,75							
17		2,75							
18		2,75							
19		2,75							
20		2,75							
21		2,75							
22		2,75							
23		2,75							
24		2,75							
CFE		-3,75							
MAD		2,84375							
MSE		9,90E+00							
MAPE		143,5417							
Trk.Signal		-1,318681							
R-sqaure		0,4472892							
		m=4							

### 3. Platinum Silver VIC 76-946

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	5-MA	Error					Signal	
1	0								
2	4								
3	6								
4	12								
5	50								
6	12	14,4	-2,4	-2,4	2,4	5,759998	20	-1	1
7	27	16,8	10,2	7,800001	6,3	54,90001	28,88889	1,238095	0,296
8	50	21,4	28,6	36,4	13,73333	309,2533	38,32593	2,650486	0,637343
9	20	30,2	-10,2	26,2	12,85	257,95	41,49445	2,03891	0,395204
10	25	31,8	-6,8	19,4	11,64	215,608	38,63556	1,666667	0,395984
11	10	26,8	-16,8	2,600002	12,5	226,7133	60,19629	0,208	0,247486
12	24	26,4	-2,4	0,200003	11,05714	195,1486	53,02539	0,018088	0,253013
13		25,8							
14		25,8							
15		25,8							
16		25,8							
17		25,8							
18		25,8							
19		25,8							
20		25,8							
21		25,8							
22		25,8							
23		25,8							
24		25,8							
CFE		0,200003							
MAD		11,05714							
MSE		195,1486							
MAPE		53,02539							
Trk.Signal		0,018088							
R-sqaure		0,253013							
		m=5							

9. Polaris Silver VIC 75-90 SK

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	12								
2	6								
3	18								
4	10								
5	0								
6	0								
7	6	7,666667	-1,66667	-1,66667	1,666667	2,777777	27,77777	-1	1
8	0	6,666667	-6,66667	-8,33333	4,166667	23,61111	27,77777	-2	1
9	5	5,666667	-0,66667	-9	3	15,88889	20,55555	-3	1
10	24	3,5	20,5	11,5	7,375	116,9792	42,17592	1,559322	0,128748
11	5	5,833333	-0,83333	10,66667	6,066667	93,72222	35,79861	1,758242	9,44E-02
12	6	6,666667	-0,66667	10	5,166667	78,17593	30,86111	1,935484	7,74E-02
13		7,666667							
14		7,666667							
15		7,666667							
16		7,666667							
17		7,666667							
18		7,666667							
19		7,666667							
20		7,666667							
21		7,666667							
22		7,666667							
23		7,666667							
24		7,666667							
CFE		10							
MAD		5,166667							
MSE		78,17593							
MAPE		30,86111							
Trk.Signal		1,935484							
R-sqaure		7,74E-02							
		m=6							

10. Sparking Silver VIC 73-9461

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	SES	Error					Signal	
1	0								
2	22	0	22	22	22	4,84E+02	100	1	1
3	10	19,8	-9,8	12,2	15,9	2,90E+02	99	0,767296	1
4	40	10,98	29,02	41,22	20,27333	4,74E+02	90,18333	2,033213	1
5	27	37,098	-10,098	31,122	17,7295	3,81E+02	76,9875	1,75538	1
6	10	28,0098	-18,0098	13,1122	17,78556	3,70E+02	97,6096	0,737239	1
7	57	11,80098	45,19902	58,31122	22,35447	6,49E+02	94,55741	2,608482	0,86655
8	149	52,4801	96,5199	154,8311	32,94953	1,89E+03	90,30328	4,699039	0,372805
9	9	139,348	-130,348	24,48311	45,12434	3,77E+03	260,0543	0,54257	0,897798
10	33	22,0348	10,9652	35,4483	41,32888	3,37E+03	234,8513	0,857713	0,912711
11	32	31,90348	9,65E-02	35,54482	37,20565	3,03E+03	211,3963	0,955361	0,909594
12	15	31,99035	-16,9904	18,55447	35,36789	2,78E+03	202,4757	0,524614	0,874868
13		16,69904							
14		16,69904							
15		16,69904							
16		16,69904							
17		16,69904							
18		16,69904							
19		16,69904							
20		16,69904							
21		16,69904							
22		16,69904							
23		16,69904							
24		16,69904							
CFE		18,55447							
MAD		35,36789							
MSE		2,78E+03							
MAPE		202,4757							
Trk.Signal		0,524614							
R-sqaure		0,874868							
		Alpha=0,9							
		F(0)=0							

11. Jamaica Blue VIC 78-8937

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	0								
2	0								
3	4								
4	25								
5	24								
6	0								
7	5	8,833333	-3,83333	-3,83333	3,833333	14,69444	76,66666	-1	1
8	6	9,666667	-3,66667	-7,5	3,75	14,06944	68,88889	-2	1
9	8	10,66667	-2,66667	-10,1667	3,388889	11,75	57,03704	-3	1
10	7	11,33333	-4,33333	-14,5	3,625	13,50694	58,25397	-4	1
11	14	8,333333	5,666667	-8,83333	4,033334	17,22778	54,69841	-2,19008	0,436111
12	2	6,666667	-4,66667	-13,5	4,138889	17,98611	84,47089	-3,26175	0,557292
13		7							
14		7							
15		7							
16		7							
17		7							
18		7							
19		7							
20		7							
21		7							
22		7							
23		7							
24		7							
CFE		-13,5							
MAD		4,138889							
MSE		17,98611							
MAPE		84,47089							
Trk.Signal		-3,26175							
R-sqaure		0,557292							
		m=6							

## 12. Dasaran Silver VIC 71

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	3-MA	Error					Signal	
1	120								
2	360								
3	0								
4	2	160	-158	-158	158	24964	7900	-1	1
5	0	120,6667	-120,667	-278,667	139,3333	19762,22	7900	-2	1
6	0	0,666667	-0,66667	-279,333	93,11111	13174,96	7900	-3	1
7	18	0,666667	17,33333	-262	74,16666	9956,334	3998,148	-3,53258	1
8	120	6	114	-148	82,13333	10564,27	2697,099	-1,80195	1
9	0	46	-46	-194	76,11111	9156,223	2697,099	-2,54891	1
10	183	46	137	-57	84,80952	10529,48	2041,54	-0,67209	0,728395
11	108	101	7	-50	75,08333	9219,417	1634,528	-0,66593	0,709822
12	162	97	65	15,00003	73,96296	8664,481	1368,794	0,202805	0,57263
13		151							
14		151							
15		151							
16		151							
17		151							
18		151							
19		151							
20		151							
21		151							
22		151							
23		151							
24		151							
CFE		15,00003							
MAD		73,96296							
MSE		8664,481							
MAPE		1368,794							
Trk.Signal		0,202805							
R-sqaure		0,57263							
		m=3							



### 13. Dasaran Mauritius Blue VIC 71

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	5-MA	Error					Signal	
1	0								
2	0								
3	0								
4	0								
5	18								
6	0	3,6	-3,6	-3,6	3,6	12,96	0	-1	1
7	0	3,6	-3,6	-7,2	3,6	12,96	0	-2	1
8	24	3,6	20,4	13,2	9,2	147,36	85	1,434783	0,15125
9	2	8,4	-6,4	6,8	8,5	120,76	202,5	0,8	7,02E-02
10	91	8,8	82,2	89	23,24	1447,976	165,1099	3,829604	0,263633
11	12	23,4	-11,4	77,6	21,26667	1228,307	147,5824	3,648903	0,208255
12	0	25,8	-25,8	51,8	21,91429	1147,926	147,5824	2,363755	0,140621
13		25,8							
14		25,8							
15		25,8							
16		25,8							
17		25,8							
18		25,8							
19		25,8							
20		25,8							
21		25,8							
22		25,8							
23		25,8							
24		25,8							
CFE		51,8							
MAD		21,91429							
MSE		1147,926							
MAPE		147,5824							
Trk.Signal		2,363755							
R-sqaure		0,140621							
		m=5							

#### 4. Platinum Silver VIC 76-606

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	0								
2	28								
3	0								
4	0								
5	42								
6	164								
7	50	39	11	11	11	121	22	1	1
8	61	47,33333	13,66667	24,66667	12,33333	153,8889	22,20219	2	1
9	30	52,83333	-22,8333	1,833336	15,83333	276,3796	40,17183	0,11579	0,198662
10	87	57,83333	29,16667	31	19,16667	419,9583	38,5101	1,617391	0,257084
11	42	72,33334	-30,3333	0,666668	21,4	519,9889	45,25253	0,031153	0,331703
12	18	72,33334	-54,3333	-53,6667	26,88889	925,3427	88,01908	-1,99587	0,4691
13		48							
14		48							
15		48							
16		48							
17		48							
18		48							
19		48							
20		48							
21		48							
22		48							
23		48							
24		48							
CFE		-53,6667							
MAD		26,88889							
MSE		925,3427							
MAPE		88,01908							
Trk.Signal		-1,99587							
R-sqaure		0,4691							
		m=6							

5. Super Black NC 480

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	180								
2	538								
3	0								
4	0								
5	243								
6	0								
7	330	160,1667	169,8333	169,8333	169,8333	28843,36	51,46465	1	1
8	361	185,1667	175,8333	345,6667	172,8333	29880,36	50,08597	2	1
9	4	155,6667	-151,667	194	165,7778	27587,83	1297,28	1,170241	0,166825
10	243	156,3333	86,66667	280,6667	146	22568,65	981,876	1,922374	0,258972
11	301	196,8333	104,1667	384,8333	137,6333	20225,06	792,4222	2,796077	0,379352
12	242	206,5	35,5	420,3333	120,6111	17064,26	662,7967	3,48503	0,390059
13		246,8333							
14		246,8333							
15		246,8333							
16		246,8333							
17		246,8333							
18		246,8333							
19		246,8333							
20		246,8333							
21		246,8333							
22		246,8333							
23		246,8333							
24		246,8333							
CFE		420,3333							
MAD		120,6111							
MSE		17064,26							
MAPE		662,7967							
Trk.Signal		3,48503							
R-sqaure		0,390059							
		m=6							

6. Dark Sey Grey 362

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	3-MA	Error					Signal	
1	12								
2	42								
3	0								
4	0	18	-18	-18	18	324	0	-1	1
5	50	14	36	18	27	810	72	0,666667	0,136
6	12	16,66667	-4,66667	13,33333	19,55556	547,2593	55,44444	0,681818	4,96E-02
7	116	20,66667	95,33334	108,6667	38,5	2682,556	64,3576	2,822511	0,363764
8	24	59,33333	-35,3333	73,33334	37,86666	2395,733	85,07375	1,93662	0,294751
9	4	50,66667	-46,6667	26,66668	39,33333	2359,407	301,3923	0,677966	0,215284
10	122	48	74	100,6667	44,28571	2804,635	261,2696	2,273118	0,227139
11	108	50	58	158,6667	46	2874,556	231,6173	3,449275	0,290025
12	28	78	-50	108,6667	46,44444	2832,938	224,9866	2,339713	0,272776
13		86							
14		86							
15		86							
16		86							
17		86							
18		86							
19		86							
20		86							
21		86							
22		86							
23		86							
24		86							
CFE		108,6667							
MAD		46,44444							
MSE		2832,938							
MAPE		224,9866							
Trk.Signal		2,339713							
R-sqaure		0,272776							
		m=3							

## 7. Light Crome Yellow L 402

Forecast Result for Example Problem

02-16-2010	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	8-MA	Error					Signal	
1	0								
2	0								
3	0								
4	0								
5	0								
6	12								
7	0								
8	6								
9	0	2,25	-2,25	-2,25	2,25	5,0625	0	-1	1
10	0	2,25	-2,25	-4,5	2,25	5,0625	0	-2	1
11	208	2,25	205,75	201,25	70,08334	14114,4	98,91827	2,871581	0,468075
12	36	28,25	7,75	209	54,5	10600,81	60,22302	3,834862	0,385067
13		32,75							
14		32,75							
15		32,75							
16		32,75							
17		32,75							
18		32,75							
19		32,75							
20		32,75							
21		32,75							
22		32,75							
23		32,75							
24		32,75							
CFE		209							
MAD		54,5							
MSE		10600,81							
MAPE		60,22302							
Trk.Signal		3,834862							
R-sqaure		0,385067							
		m=8							

8. Taxy Yellow NC SC 2310

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	0								
2	0								
3	0								
4	0								
5	0								
6	12								
7	0	2	-2	-2	2	4	0	-1	1
8	0	2	-2	-4	2	4	0	-2	1
9	0	2	-2	-6	2	4	0	-3	1,00E+00
10	0	2	-2	-8	2	4	0	-4	1
11	0	2	-2	-10	2	4	0	-5	1
12	12	2	10	0	3,333333	20	83,33334	0	0
13		2							
14		2							
15		2							
16		2							
17		2							
18		2							
19		2							
20		2							
21		2							
22		2							
23		2							
24		2							
CFE			0						
MAD			3,333333						
MSE			20						
MAPE			83,33334						
Trk.Signal			0						
R-sqaure			0						
		m=6							

9. Signal Red NC 0013

Forecast Result for Example Problem

#####	Actual	Forecast by	Forecast	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking	R-sqaure
Month	Data	6-MA	Error					Signal	
1	2								
2	0								
3	2								
4	15								
5	0								
6	18								
7	0	6,166667	-6,16667	-6,16667	6,166667	38,02777	0	-1	1
8	12	5,833333	6,166667	0	6,166667	38,02777	51,38889	0	7,72E-04
9	6	7,833333	-1,83333	-1,83333	4,722222	26,47222	40,97223	-0,38824	4,75E-02
10	0	8,5	-8,5	-10,3333	5,666667	37,91666	40,97223	-1,82353	0,319865
11	28	6	22	11,66667	8,933332	127,1333	53,50529	1,30597	6,13E-02
12	2	10,66667	-8,66667	2,999999	8,888888	118,463	148,4623	0,3375	3,33E-02
13		8							
14		8							
15		8							
16		8							
17		8							
18		8							
19		8							
20		8							
21		8							
22		8							
23		8							
24		8							
CFE		2,999999							
MAD		8,888888							
MSE		118,463							
MAPE		148,4623							
Trk.Signal		0,3375							
R-sqaure		3,33E-02							
		m=6							