

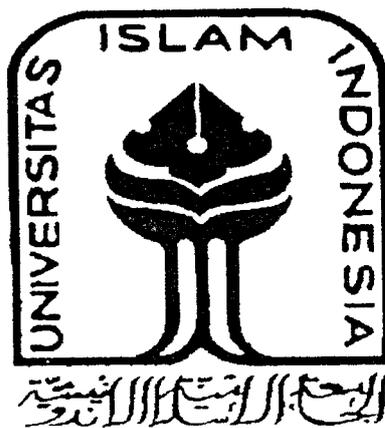
**ANALISA PENGENDALIAN BAHAN BAKU UNTUK  
MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN**

**(Studi Kasus di P.T. Mirasa Food industri)**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk*

*Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*



Oleh :

Nama : Sora Ady Waskita N.

No. Mahasiswa : 98522165

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2007**

## **Motto dan Persembahan**

Railah kesuksesan dengan keseimbangan. Dengan keseimbangan kita tidak akan  
terjatuh saat menuju kesuksesan di dunia dan akherat

Berjuanglah untuk urusan duniamu seolah-olah kamu akan hidup selama-lamanya  
dan beramalalah untuk akheratmu seolah-olah engkau akan mati besok

Sesungguhnya kami adalah milik Allah dan kepadaNya kami kembali (Al-  
Baqarah : 156)

Skripsi ini aku persembahkan untuk :  
Orang-orang yang tercinta dalam hidupku

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillah, segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas taufik, hidayah dan inayahNya yang diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini. Sholawat dan salam semoga tetap terlimpahkan Nabi Agung Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut ajarannya.

Maksud dari penulisan dari laporan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada fakultas teknik industri UII. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu penulis mohon maaf atas segala kekurangannya dan tidak lupa penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini dan atas segala bantuan serta bimbingan yang telah diberikan, dengan ini penulis hanya bisa menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta serta kakak dan adikku yang senantiasa menyertai gerak dan langkah kami dengan doa restunya dan telah memberikan kasih sayang serta dukungan baik moril maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bp.Dr.Ir. R Chairul Saleh, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Industri.

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data kebutuhan bahan baku tahun 2004-2005

Tabel 4.2 Hasil peramalan kebutuhan bahan baku

Tabel 4.3 Akurasi peramalan kebutuhan bahan baku

Tabel 4.4 Peramalan kebutuhan bahan baku tahun 2006

Tabel 4.5 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2004

Tabel 4.6 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2005

Tabel 4.7 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2006

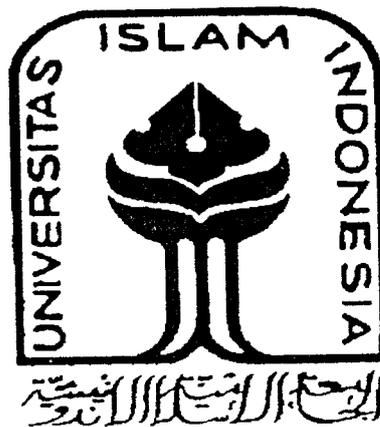
**ANALISA PENGENDALIAN BAHAN BAKU UNTUK  
MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN**

**(Studi Kasus di P.T. Mirasa Food industri)**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk*

*Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*



Oleh :

Nama : Sora Ady Waskita N.

No. Mahasiswa : 98522165

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2007**

**ANALISA PENGENDALIAN BAHAN BAKU UNTUK MEMINIMALKAN**

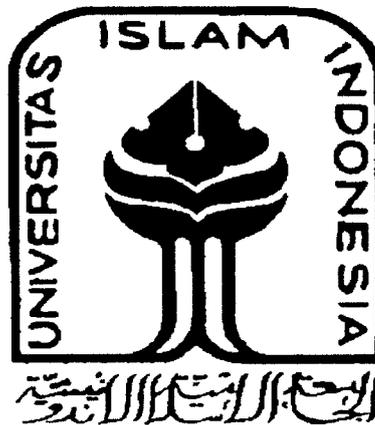
**TOTAL BIAYA PERSEDIAAN**

**(Studi Kasus di P.T. Mirasa Food industri)**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk*

*Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri*



Oleh :

Nama : Sora Ady Waskita N.

No. Mahasiswa : 98522165

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**ANALISA PENGENDALIAN BAHAN BAKU UNTUK**

**MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN**

**(Studi Kasus di P.T. Mirasa Food industri)**

**TUGAS AKHIR**

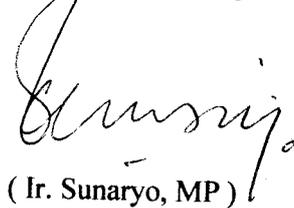
Oleh :

Nama : Sora Ady Waskita N.

No. Mahasiswa : 98522165

Yogyakarta, Januari 2007

Dosen Pembimbing



( Ir. Sunaryo, MP )

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**  
**ANALISA PENGENDALIAN BAHAN BAKU UNTUK MEMINIMALKAN**  
**TOTAL BIAYA PERSEDIAAN**  
**(Studi Kasus di P.T. Mirasa Food industri)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Sora Ady Waskita N.

No. Mahasiswa : 98522165

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk

Memperoleh Gelar Sjana Teknik Industri

Yogyakarta,     Januari 2007

Tim Penguji,

Ir. Elisa Kusrini, MT

\_\_\_\_\_

Ketua

Ir. Sunaryo

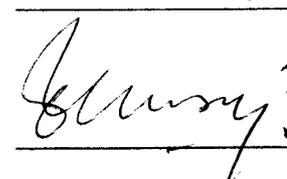
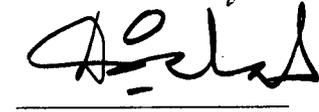
\_\_\_\_\_

Anggota I

Drs. R. Abdul Djalal, MM

\_\_\_\_\_

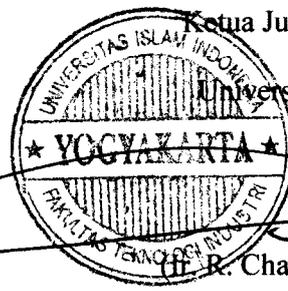
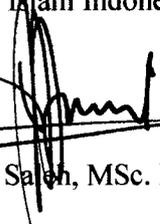
Anggota II

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia

  
  
(R. Chairul Saleh, MSc. Ph.D )

## **Motto dan Persembahan**

Railah kesuksesan dengan keseimbangan. Dengan keseimbangan kita tidak akan  
terjatuh saat menuju kesuksesan di dunia dan akherat

Berjuanglah untuk urusan duniamu seolah-olah kamu akan hidup selama-lamanya  
dan beramalah untuk akheratmu seolah-olah engkau akan mati besok

Sesungguhnya kami adalah milik Allah dan kepadaNya kami kembali (Al-  
Baqarah : 156)

Skripsi ini aku persembahkan untuk :  
Orang-orang yang tercinta dalam hidupku

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas taufik, hidayah dan inayahNya yang diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini. Sholawat dan salam semoga tetap terlimpahkan Nabi Agung Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut ajarannya.

Maksud dari penulisan dari laporan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada fakultas teknik industri UII. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu penulis mohon maaf atas segala kekurangannya dan tidak lupa penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini dan atas segala bantuan serta bimbingan yang telah diberikan, dengan ini penulis hanya bisa menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta serta kakak dan adikku yang senantiasa menyertai gerak dan langkah kami dengan doa restunya dan telah memberikan kasih sayang serta dukungan baik moril maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bp.Dr.Ir. R Chairul Saleh, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Industri.

3. Bp.Ir. Sunaryo, MP selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan seta arahan sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
4. Bp.Muslich selaku pemilik perusahaan Mirasa Food Industri.
5. Mbak Mei Nur Rahmawati selaku kepala bagian personalia perusahaan Mirasa Food Industri.
6. Tatik Zakiyati atas dukungan dan bantuanya serta seluruh teman-temanku.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Dengan iringan doa semoga bantuan dorongan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah, Amin Yaa Robbal'alamin.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan semua pada umumnya.

Yogyakarta, Januari 2007

Penulis

(Sora Ady Waskita N.)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
ABSTRAKSI .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	6
2.1. Persediaan .....	6
2.1.1 Pengertian Persediaan .....	6
2.1.2 Jenis-Jenis Persediaan .....	7
2.1.3 Fungsi Persediaan .....	7

2.1.4 Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Dalam Persediaan .....	8
2.1.5 Biaya-Biaya Persediaan .....	9
2.2 Macam-Macam Model Persediaan .....	10
2.2.1 Model Persediaan Economic Order Quantity (EOQ) .....	11
2.2.2 Model Persediaan Probalistik Periodic Review (Model Sistem P) .....	14
2.3 Peramalan (Forecasting) .....	20
2.3.1 Pengertian Peramalan .....	20
2.3.2 Pemilihan Teknik dan Metode Peramalan .....	22
2.3.3 Peramalan Berdasarkan Data Deret Berkala .....	23
2.3.4 Teknik-Teknik Peramalan .....	25
2.3.5 Ukuran Keakuratan Peramalan .....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	34
3.1 Obyek Penelitian .....	34
3.2 Sumber Data .....	34
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	35
3.4 Pengolahan Data .....	36
3.5 Kerangka Pemecahan Masalah .....	38
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	39
4.1 Pengumpulan data .....	39
4.1 Sejarah singkat perusahaan .....	39
4.1.2 Proses produksi .....	40
4.1.3 Data kebutuhan bahan baku tahun .....	41
4.1.4 Data biaya-biaya persediaan .....	43

4.2 Pengolahan data .....	45
4.2.1 Peramalan kebutuhan bahan baku .....	45
4.2.2 Analisa Total Biaya Persediaan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan. ....	48
4.2.3 Analisa Pengendalian Persediaan Sistem P .....	53
BAB V PEMBAHASAN .....	68
5.1 Pengadaan Bahan baku .....	68
5.2 Analisa Peramalan .....	68
5.3 Analisa Total Biaya Persediaan Menurut Kebijakan Perusahaan .....	69
5.4 Analisa Total Persediaan Menggunakan Sistem P .....	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
6.1 Kesimpulan .....	71
6.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1 Data kebutuhan bahan baku tahun 2004-2005
- Tabel 4.2 Hasil peramalan kebutuhan bahan baku
- Tabel 4.3 Akurasi peramalan kebutuhan bahan baku
- Tabel 4.4 Peramalan kebutuhan bahan baku tahun 2006
- Tabel 4.5 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2004
- Tabel 4.6 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2005
- Tabel 4.7 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2006

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Model EOQ

Gambar 2.2. Kurva biaya inventory

Gambar 2.3 Diagram waktu untuk sistem P (*periodic review*)

Gambar 2.4. Jenis-jenis pola hasil peramalan

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Gambar 4.1 Grafik data kebutuhan bahan baku

## ABSTRAKSI

Perusahaan Mirasa Food Industri merupakan perusahaan pribadi yang memproduksi keripik singkong. Umumnya pembelian persediaan bahan baku dalam perusahaan adalah cukup besar dibanding dengan dengan seluruh pengeluaran dalam proses produksi perusahaan. Salah satu masalah yang harus dicermati dari persediaan bahan baku di perusahaan ini adalah mengenai masa kadaluarsa dari bahan baku singkong. Bila bahan baku disimpan terlalu lama akan mengakibatkan kerusakan pada bahan baku sehingga tidak layak untuk diproduksi menjadi keripik singkong. Hal ini akan mengakibatkan perusahaan harus menanggung biaya kehilangan persediaan.

Penelitian yang telah dilaksanakan ini bertujuan untuk memberikan alternative pertimbangan kepada perusahaan dalam mengambil kebijakan persediaan bahan baku. Metode yang digunakan adalah peramalan dan pengendalian persediaan sistem P. Peramalan digunakan untuk mengetahui kebutuhan persediaan bahan baku pada tahun 2006, sedangkan sistem P digunakan untuk menghitung total biaya persediaan bahan baku tahunan dengan memperhatikan akan masa kadaluarsa dari bahan baku singkong. Yang kemudian dibandingkan dengan kebijakan pengendalian persediaan perusahaan untuk memilih alternative terbaik.

Berdasar hasil pengolahan data maka dapat ditarik kesimpulan, bahwa penerapan metode sistem P dalam pengendalian persediaan bahan baku singkong dapat menghemat total biaya persediaan sekitar 0,23 % dibanding dengan pengendalian persediaan yang diterapkan menurut kebijakan perusahaan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan dunia industri semakin maju, hal ini terbukti dengan semakin banyaknya perusahaan industri yang memasarkan hasil produksinya ke luar negeri, sehingga memacu industri yang berskala kecil untuk mengembangkan usahanya menjadi industri skala menengah atau besar. Dengan adanya pengembangan tersebut masalah dan resiko yang akan dihadapi menjadi lebih besar pula, maka pihak manajemen suatu perusahaan dituntut untuk menjadi lebih baik lagi.

Perencanaan dalam menggunakan dana perusahaan untuk produksi merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan. Banyak biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam menjalankan usahanya, misalnya biaya produksi, biaya inventori, biaya tenaga kerja, biaya transportasi dan lain sebagainya. Maka dari itu perusahaan perlu merencanakan produksinya mulai dari persediaan bahan baku sampai pemasarannya guna mengoptimalkan dana yang dimiliki.

Bahan baku merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting karena akan menentukan kelancaran proses produksi. Namun cara penyelenggaraan persediaan bahan baku pada setiap perusahaan dapat berbeda baik dalam hal jumlah maupun pengelolaannya.

Persediaan hampir selalu ada dalam sistem produksi di perusahaan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan, langkanya pasokan dan waktu tunggu barang yang dipesan (*lead time*). Sehingga diharapkan dengan memiliki persediaan, perusahaan tidak akan mengalami kekurangan bahan baku. Hal ini dilakukan perusahaan selain kualitas dan harga, pengiriman yang tepat waktu menjadi salah satu kriteria konsumen dalam memilih produsen barang. Kelebihan persediaan akan menambah biaya yang dikeluarkan dan juga sebagai salah satu faktor pengalokasian dana perusahaan menjadi tidak tepat. Sebaliknya kekurangan persediaan akan mengakibatkan permintaan konsumen tidak dapat terpenuhi, hal ini akan mengurangi kepercayaan konsumen terhadap perusahaan dan dapat mengalihkan konsumen ke perusahaan lain.

P.T. Mirasa Food industri adalah perusahaan perseorangan yang memproduksi keripik singkong dengan bahan baku utama singkong. Dalam pelaksanaannya, kebijakan pengendalian bahan baku ini menjadi tidak menentu akibat permintaan pasar yang cenderung tidak menentu pula. Oleh karena itu diperlukan usaha perencanaan dan pengendalian bahan baku yang seimbang dalam arti tidak kekurangan dan tidak kelebihan sehingga dapat menunjang kelancaran produksi. Pada dasarnya pada perusahaan ini terdapat dua macam persediaan, yaitu persediaan bahan baku dan bahan jadi. Persediaan bahan baku dirasakan lebih penting karena dihadapkan oleh masa kadaluarsa dari bahan baku tersebut. Bila bahan baku terlalu lama disimpan maka akan menjadi busuk, hal ini dapat mengakibatkan kerugian biaya dan terganggunya proses produksi.

Dengan berbagai permasalahan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat membantu pihak perusahaan dalam melakukan perencanaan dan pengendalian bahan baku utama yang berupa singkong sehingga dapat diperoleh persediaan yang optimal untuk memenuhi permintaan konsumen dan juga dapat meminimalkan total biaya persediaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berkaitan dengan bahan baku pada PT. Mirasa Food Industri permasalahan yang diharapkan dapat diselesaikan dalam hal ini adalah :

1. Bagaimana bentuk dari sistem pengendalian bahan baku yang telah diterapkan perusahaan.
2. Bagaimana metode yang tepat yang dapat diterapkan perusahaan, sehingga diperoleh total persediaan bahan baku yang minimal.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari permasalahan yang diharapkan maka perlu dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Pembahasan dilakukan hanya pada penggunaan bahan baku utama yang dalam hal ini adalah singkong.
2. Pengadaan bahan baku selalu tersedia karena adanya kerja sama yang baik dengan beberapa supplier bahan baku singkong.
3. Data-data yang dibutuhkan seperti biaya-biaya, data jumlah permintaan bahan baku, data pemesanan bahan baku, lead time dan data lainnya diperoleh dari perusahaan.

4. Pemesanan dalam jumlah berapapun diasumsikan berharga tetap.
5. Penentuan kebijakan perusahaan berdasarkan penggunaan data pemakaian bahan baku selama tahun 2004-2005.
6. Adanya asumsi sebagai berikut :
  - a. Harga per unit produk adalah konstan.
  - b. Biaya penyimpanan per unit produk adalah konstan.
  - c. Biaya pemesanan per pesanan adalah konstan.
  - d. *Lead time* adalah konstan.
7. Bidang yang tidak ada hubungannya dengan obyek penelitian dianggap berada diluar bidang penelitian

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui sejauh mana kebijakan pengendalian persediaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan dalam menunjang kelancaran kegiatan produksi
2. Memberikan alternatif metode pengendalian persediaan bahan baku yang diharapkan mampu memberikan total biaya persediaan yang lebih optimal daripada kebijaksanaan yang telah dilakukan oleh perusahaan

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Berdasarkan hasil penelitian dan saran yang dilakukan diharapkan mampu menjadi masukan dan pertimbangan bagi perusahaan guna menetapkan kebijaksanaan perusahaan terhadap pengendalian persediaan bahan baku secara tepat sehingga diperoleh total biaya persediaan yang minimal.
2. Sebagai salah satu informasi dan media inspeksi bagi perusahaan guna meningkatkan dan menyempurnakan sistem yang ada dalam perusahaan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Supaya penulisan hasil penelitian mempunyai sistematika yang terarah maka penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang pengantar permasalahan yang akan dibahas, terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Berisi penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang dipergunakan dan memberikan penjelasan secara garis besar metode yang digunakan oleh peneliti sebagai kerangka pemecahan masalah.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi metode pengumpulan data yang dibutuhkan dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian.

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

Berisi pengumpulan data yang dibutuhkan dan pengolahannya sesuai dengan metode analisis dalam bab III.

### **BAB V : PEMBAHASAN**

Berisi uraian yang membahas hasil analisis penelitian.

### **BAB VI : PENUTUP**

Berisi kesimpulan penelitian dan saran.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Persediaan**

##### **2.1.1 Pengertian persediaan**

Fersediaan adalah suatu teknik yang berkaitan dengan penetapan terhadap besarnya persediaan bahan yang harus disediakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan operasi produksi serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah pemesanan bahan yang seharusnya dilakukan perusahaan dalam kuantitas dan waktu yang tepat. Jadi yang dimaksud persediaan adalah sejumlah barang-barang, bahan baku atau komponen-komponen pendukung proses produksi yang disediakan untuk kelancaran proses produksi guna pembuatan suatu produk untuk memenuhi permintaan dari konsumen di setiap saat.

Sistem persediaan merupakan serangkaian kebijaksanaan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan persediaan yang mengakibatkan ketidaklancaran dalam suatu produksi. Dalam suatu sistem persediaan akan diketahui kapan persediaan harus diisi dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Sistem persediaan bertujuan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya yang tepat dalam kuantitas yang tepat dan pada waktu yang tepat sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dengan biaya minimal.

### **2.1.2 Jenis-jenis persediaan**

Menurut jenisnya persediaan dapat dibedakan menjadi :

1. Persediaan bahan mentah (raw materials)

Persediaan ini berupa bahan mentah yang diperoleh dari hasil atau dibeli dari para supplier atau dibuat sendiri oleh perusahaan untuk digunakan dalam proses produksi selanjutnya.

2. Persediaan komponen-komponen rakitan (purchased part/component)

Persediaan ini terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.

3. Persediaan bahan pembantu (supplies)

Persediaan ini berupa barang-barang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak menjadi bagian atau komponen barang jadi.

4. Persediaan barang dalam proses (work in proses)

Persediaan ini terdiri dari barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.

5. Persediaan barang jadi (finished goods)

Persediaan ini merupakan barang-barang yang telah selesai diproses dan siap untuk dijual.

### **2.1.3 Fungsi persediaan**

Jika dilihat dari fungsinya, persediaan dapat dibedakan menjadi :

1. Fungsi antisipasi

Dengan adanya persediaan, jika terjadi fluktuasi permintaan perusahaan dapat mengatasinya serta untuk menghadapi ketidakpastian waktu pengiriman dan permintaan.

2. Menjamin kelancaran produksi

Persediaan membantu agar tidak terjadi kekurangan item.

3. Fungsi *decoupling*

Persediaan memungkinkan operasi-operasi perusahaan memiliki kebebasan, sehingga dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung supplier.

4. Fungsi ekonomis

Perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya dalam kualitas yang memberikan biaya minimal.

#### **2.1.4 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam persediaan**

Dalam suatu persediaan terdapat beberapa faktor yang mempunyai pengaruh penting yang menentukan kelancaran suatu proses produksi. Beberapa faktor yang dimaksud yaitu :

1. *Demand* (permintaan)

Dalam suatu perusahaan permintaan merupakan faktor yang sangat penting karena permintaan ini akan menentukan keputusan tentang kebijakan dan jumlah pesanan yang akan diproduksi oleh perusahaan. Persediaan dapat bersifat deterministik dan probabilistik.

## 2. *Lead time* (waktu tunggu)

*Leadtime* dalam suatu perusahaan merupakan waktu yang diperlukan antara saat pemesanan dilakukan dengan saat kedatangan pesanan. *Lead time* bisa bersifat deterministik, probabilistik, konstan atau bervariasi. Bila pemesanan tidak sesuai dengan waktu tunggu akan mengakibatkan terjadinya kekurangan persediaan sehingga produksi terlambat. Namun sebaliknya jika waktu tunggu lebih dari semestinya maka memungkinkan terjadi penumpukan persediaan bahan baku.

## 3. *Reorder level* dan *reorder point*

*Reorder level* merupakan tingkat persediaan saat pemesanan harus dilakukan untuk menggantikan stok yang berkurang. Sedangkan *reorder point* merupakan saat pemesanan kembali harus dilakukan agar barang yang dipesan dapat datang tepat pada waktu yang dibutuhkan.

## 4. *Safety stock*

*Safety stock* merupakan persediaan yang harus ditinggalkan dalam gudang untuk mengantisipasi fluktuasi *demand*. *Safety stock* tidak dicadangkan untuk memenuhi *demand* saat *lead time* yang telah diprediksikan, melainkan dicadangkan untuk memenuhi *demand* yang terjadi diluar dugaan.

### 2.1.5 **Biaya-biaya persediaan**

Dalam setiap pengambilan keputusan yang akan mempengaruhi besarnya jumlah persediaan harus memperhatikan komponen biaya sebagai berikut :

1. Biaya pembelian (*purchasing cost*) adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang.
2. Biaya pengadaan (*procurement cost*). Biaya pengadaan terdiri dari biaya pesan dan biaya pembuatan. Biaya pesan (*ordering cost*) adalah semua biaya yang diperlukan pada saat mendatangkan barang dari luar untuk disimpan. Dalam hal ini biaya yang dikeluarkan sejak dari pemesanan dan dikirim oleh penjual sampai barang tersebut datang dan dipindahkan ke dalam gudang. Biaya pesan ini antara lain biaya pengeluaran surat menyurat, biaya telepon, biaya pengiriman pesan, biaya pengangkutan, biaya bongkar muat. Sedang biaya pembuatan (*setup cost*) adalah semua biaya yang terjadi jika barang diperoleh dengan memproduksi barang sendiri.
3. Biaya simpan (*holding cost*) adalah semua biaya yang timbul akibat penyimpanan bahan. Biaya ini meliputi biaya modal, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluarsa, biaya asuransi serta biaya administrasi dan pemindahan.
4. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) adalah semua biaya yang timbul akibat tidak dapatnya memenuhi *demand* karena kurangnya persediaan

## **2.2 Macam-macam model persediaan**

Secara garis besar model persediaan terbagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Model Deterministik, pada model ini diasumsikan bahwa semua parameter dari sistem diketahui dengan pasti.
2. Model Probalistik, pendekatan model ini lebih baik karena beranggapan bahwa parameter dari sistem adalah tidak pasti.

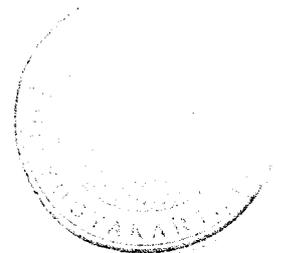
### 2.2.1 Model Persediaan Economic Order Quantity (EOQ)

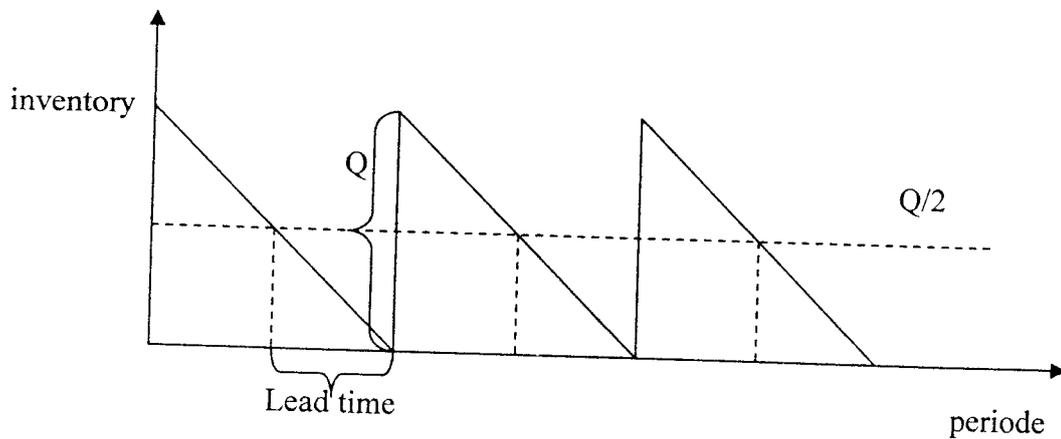
EOQ merupakan jumlah pembelian yang paling ekonomis untuk dilakukan pada setiap kali pembelian agar barang atau bahan baku tidak menimbulkan kekurangan ataupun kelebihan dari kebutuhan sehingga dapat meminimumkan biaya.

EOQ dapat diterapkan bila memenuhi anggapan-anggapan sebagai berikut :

- a. *Demand* (permintaan) diketahui dan bersifat konstan.
- b. *Lead time* diketahui dan bersifat konstan.
- c. *Quantity discount* tidak dimungkinkan.
- d. Variabel biaya yang diketahui hanyalah biaya pesan dan biaya simpan.
- e. *Stockouts (shortages)* sedapatnya dihindari.

Dengan asumsi tersebut, sistem inventori dapat ditunjukkan oleh gambar berikut :





Gambar 2.1. Model EOQ

Pada model diatas, jika  $D$  adalah permintaan per tahun dan  $Q$  adalah kuantitas pesanan maka biaya pemesanan dapat dirumuskan :

$$\text{Biaya pesan per tahun} = \left(\frac{D}{Q}\right)S$$

Dimana :  $S$  = biaya pesan per unit

$$\text{Frekuensi pemesanan per tahun } F = \left(\frac{D}{Q}\right)$$

Kemudian biaya simpan per tahun dapat dihitung dengan menjadikan jumlah rata-rata inventory (persediaan) dengan biaya simpan per unit/tahun. Rata-rata inventory secara sederhana dihitung sebanyak setengah kuantitas pesanan dibagi banyaknya inventory dan akan berkurang secara terus menerus hingga mencapai nol. Sehingga biaya simpan tahunan dapat dirumuskan sebagai berikut :

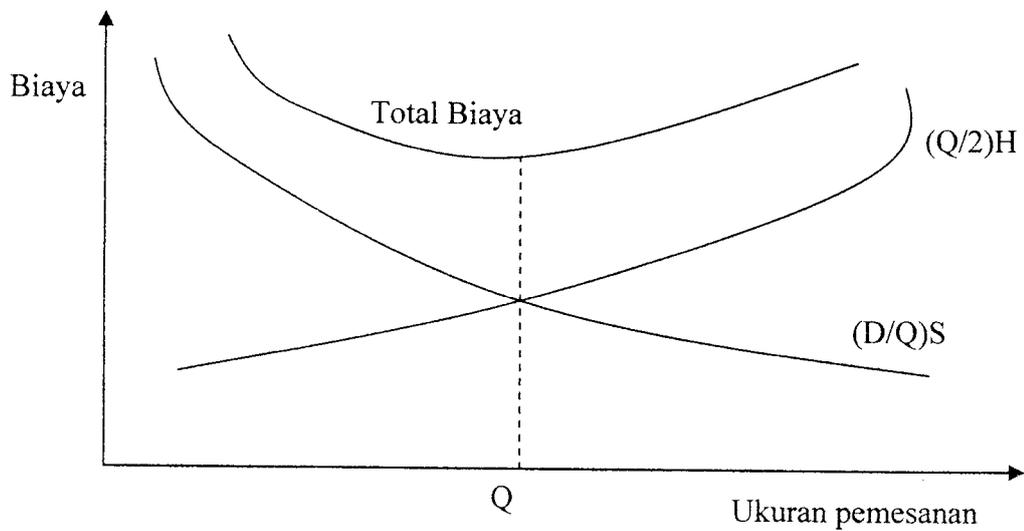
$$\text{Biaya simpan per tahun} = H\left(\frac{Q}{2}\right)$$

Dimana :  $H$  = biaya simpan per tahun.

Sehingga biaya yang ditimbulkan dalam persediaan adalah hasil penjumlahan biaya simpan pertahun dan biaya pesan pertahun dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$TC = H\left(\frac{Q}{2}\right) + S\left(\frac{D}{Q}\right)$$

Hubungan antara biaya-biaya dalam persediaan tersebut dapat dilihat dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 2.2. Kurva biaya inventory

Dari gambar kurva biaya inventory diatas, total biaya (TC) akan mencapai nilai minimum pada saat biaya simpan sama dengan biaya pesan, sehingga titik minimal kurva biaya total dapat dicari dengan deferensial TC terhadap Q, yaitu :

$$\frac{dTIC}{dQ} = \frac{HQ}{2} + \frac{SD}{Q} \frac{d}{dQ}$$

$$\frac{H}{2} - \frac{SD}{Q^2} = 0$$

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

Dimana ;

D= jumlah kebutuhan selama satu periode.

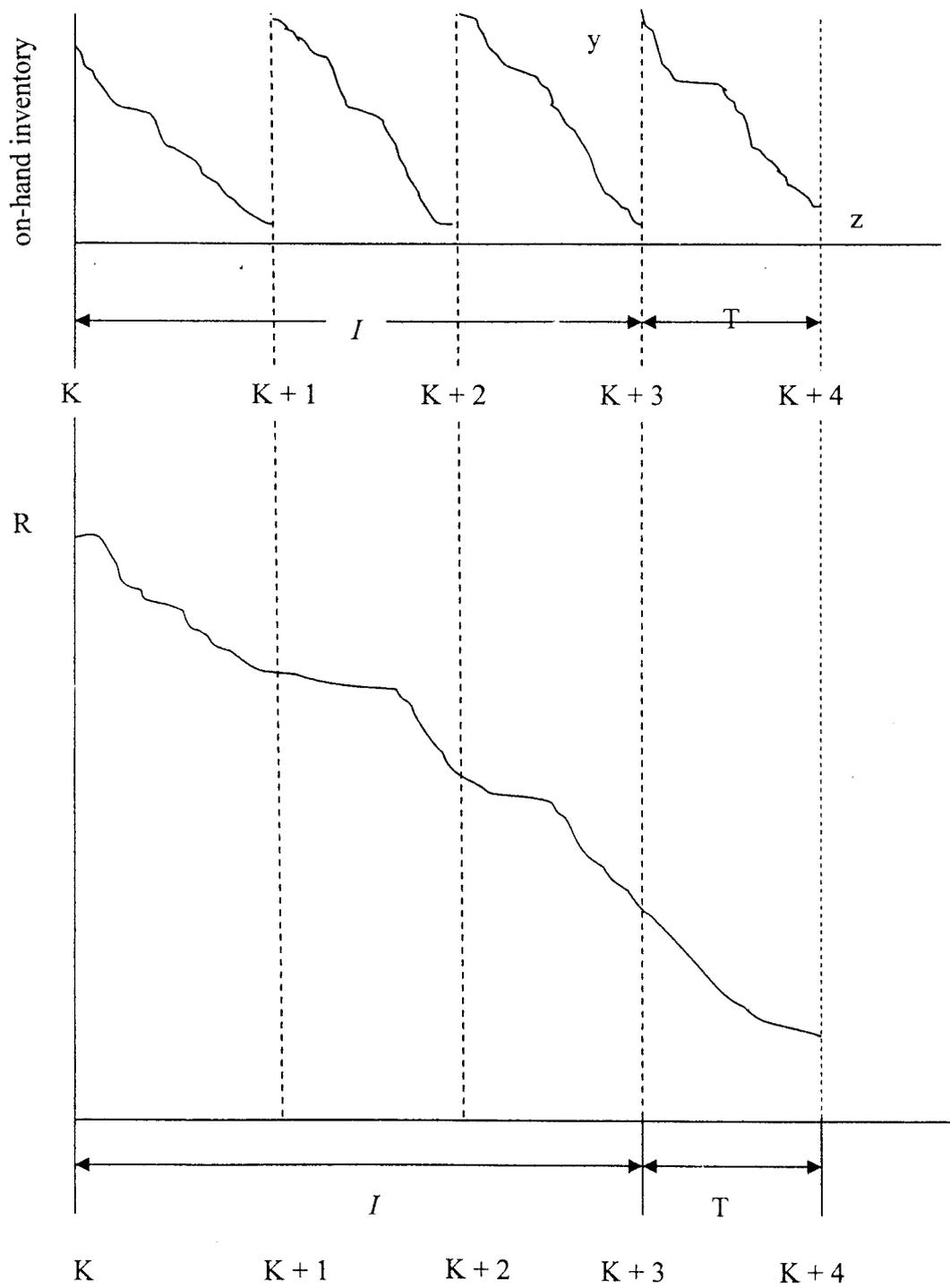
H= biaya simpan per tahun.

S = biaya pesan per tahun.

Q = kuantitas pesanan yang optimal.

### **2.2.2 Model Persediaan Probalistik Periodic Review (Model Sistem P)**

Sistem P atau disebut *Fixed Order Interval* (FOI) adalah sistem persediaan dengan jarak waktu antara dua pemesanan tetap sedangkan jumlah barang yang dipesan berubah-ubah. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk mengatasi fluktuasi selama *lead time* tetapi juga seluruh konsumsi persediaan, sehingga dalam sistem ini dibutuhkan persediaan pengaman yang lebih besar. Model Sistem dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram waktu untuk sistem P (*periodic review*)

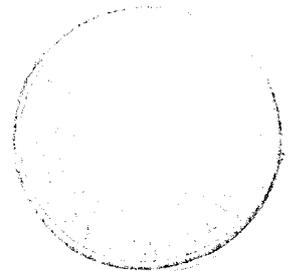
Dari jumlah 2.4 di atas, keputusan pemesanan yang mempengaruhi jumlah *inventory* diantara  $k + 3$  dan  $k + 4$  dibuat di  $k$ . Level on-hand dan reorder *inventory*,  $R$ , adalah total jumlah *inventory* yang digunakan untuk memenuhi permintaan dari  $k$  sampai  $k + 4$ . Pada saat  $k + 4$ , pesanan bahan baku akan datang yang dilakukan saat  $k + 1$  (tidak terlihat dalam diagram). Sehingga, terjadinya kekurangan persediaan saat  $k + 4$ , adalah tergantung dari jumlah pesanan hingga mencapai  $R$ , dan permintaan yang tergantung dari jumlah pesanan hingga mencapai  $R$ , dan permintaan yang terjadi saat  $I + t$ . Pada model ini, periode penyimpanan safety stock ditentukan berdasarkan probabilitas fungsi padatan dari permintaan saat  $I + T$ . Menggunakan asumsi bahwa kekurangan persediaan dianggap *lost sales*, maka :

$V$  = biaya untuk melakukan *review* (evaluasi)

$z$  = *level on-hand inventory* pada sebuah periode sebelum pesanan berikutnya datang.

$y$  = *level on-hand inventory* pada sebuah periode setelah pesanan datang

Total *inventory* untuk model ini tersusun atas total biaya review ditambah total biaya pemesanan, total biaya simpan dan total biaya kehabisan persediaan (*lost sales*).



## 1. Biaya review dan biaya pesan

*Review* dilakukan setiap  $T$  (periode), sehingga akan terjadi  $I/T$  kali *review* per tahun. Jika permintaan datang secara konstinyu, maka pesnan akan dilakukan setiap *review* dibuat. Dengan biaya review ( $V$ ) dan biaya pesan ( $A$ ), maka :

$$\text{Total biaya review ditambah biaya pesan adalah} = \frac{(V + A)}{T}$$

## 2. Biaya simpan

Ekspektasi level *inventory* saat sebuah periode siklus adalah :

$$\begin{aligned} E[z] &= \int_0^{\alpha} (R - x)g(x, I + T)dx + \int_0^{\alpha} (x - R)g(x, I + T)dx \\ &= R \int_0^{\alpha} g(x, I + T)dx - \int_0^{\alpha} xg(x, I + T)dx + \int_R^{\alpha} (x - R)g(x, I + T)dx \\ &= R - E[x, I + T] + \bar{S}(R, T) \\ &= R - D[I + T] + \bar{S}(R, T) \end{aligned}$$

dengan  $\bar{S}(R, T)$  adalah *lost sales* er periode

Ekpektasi *evel on-hand inventory* saat awal sebuah periode adalah :

$$E[y] = E[z] + DT$$

Rata-rata level *inventory* dapat dihitung menggunakan model :

$$I = E[z] + \frac{1}{2} (E[y] - E[z])$$

$$I = R - DI - \frac{1}{2} DT + \bar{S}(R, T)$$

Sehingga total biaya simpan yang terjadi adalah :

$$hI = h [R-Dl - \frac{1}{2} DT + \bar{S} (R,T)]$$

keterangan :

h = biaya simpan (per unit)

R = reorder level (unit)

D = rata-rata permintaan (unit)

l = lead time(tahun)

T = periode review(tahun)

$\bar{S} (R,T)$  = ekspektasi safety stock (unit)

### 3. Biaya kehabisan persediaan

Kehabisan persediaan terjadi ketika permintaan melebihi *level inventory*

sehingga :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R,T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l + T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

Dimana :

$\phi(z)$  = ordinate dibawah fungsi kepadatan distribusi normal.

$$= (1/2\pi)e^{-z^2/2}$$

$\Phi(z)$  = daerah kumulatif di bawah distribusi normal

sehingga total biaya kehabisan persediaan setiap tahun adalah :

$$TC_{\pi} = \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

keterangan :

$\pi$  = biaya kehabisan persediaan (per unit)

$\bar{S}(R, T)$  = ekspektasi safety stock (unit)

T = periode review

Dari ketiga komponen biaya di atas, dapat dirumuskan total biaya inventory-nya adalah :

$$TC(R, T) = \frac{(V + A)}{T} + h [R - D] - \frac{1}{2} DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

Nilai optimal R dengan diketahui T, dapat dicari dengan memuat

$\frac{\partial TC(R, T)}{\partial R}$  dan  $\frac{\partial TC(R, T)}{\partial R}$  sama dengan 0, dan diselesaikan secara

bersamaan. Sehingga :

$$\frac{\partial TC(R, T)}{\partial R} = h + \left( h + \frac{\pi}{T} \right) \frac{\partial \bar{S}(R, T)}{\partial R} = 0$$

$$\text{dalam daerah : } \int_0^{\infty} g(x, l + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT}$$

pencarian solusi optimal dilakukan dengan cara iteratif, dengan langkah berikut :

Langkah 1 : Setting awal nilai T (periode)

Langkah 2 : Menghitung R dari nilai T yang telah disetting

Langkah 3 : Menghitung  $\bar{S}(R,T) \int_R^{\alpha} (x-R)g(x) \int I+T dx$

Langkah 4: Menghitung nilai *Total Cost (TC) Inventory*

Langkah 5 :Mengulangi langkah 1 sampai dengan 4 hingga didapat nilai r dan Q yang hampir sama setiap interasinya.

## **2.3 Peramalan (Forecasting)**

### **2.3.1 Pengertian Peramalan**

Peramalan adalah kegiatan memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang. Sedangkan metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan, berdasarkan data yang relevan pada masa lalu. Oleh karena metode peramalan didasarkan atas data yang relevan pada masa yang lalu, maka metode peramalan digunakan dalam peramalan yang obyektif. Karena kemampuan untuk memperkirakan kegiatan-kegiatan yang terjadi pada akhir-akhir ini sangat ditentukan oleh tepat tidaknya peramalan yang dilakukan atas dasar keadaan kondisi pada beberapa masa lalu, maka terdapat usaha memperkembangkan teknik dan metode peramalan.

Keberhasilan suatu peramalan sangat ditentukan oleh : 1) pengetahuan teknik tentang informasi yang lalu yang dibutuhkan, yang bersifat kuantitatif. 2) teknik dan metode peramalan. Sehingga dapat dikatakan bahwa baik tidaknya suatu peramalan yang disusun, disamping ditentukan oleh metode yang dipergunakan, juga ditentukan oleh baik tidaknya informasi kuantitatif yang dipergunakan. Selama informasi yang

digunakan tidak dapat meyakinkan, maka hasil peramalan yang disusun juga akan sukar dipercaya ketepatannya.

Sebagaimana diketahui bahwa metode peramalan merupakan cara berpikir sistematis dan pragmatis atas pemecahan suatu masalah. Dengan dasar ini, maka metode peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang terjadi pada masa depan secara sistematis dan pragmatis. Sehingga model peramalan sangat berguna untuk dapat memperkirakan secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa lalu, dengan demikian metode peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar.

Langkah-langkah dalam proses peramalan :

1. Menentukan tujuan dari peramalan dan kapan peramalan diperlukan. Hal ini akan memberikan suatu indikasi rincian yang detail tentang hal-hal yang diperlukan dalam melakukan peramalan.
2. memperkirakan jangka waktu yang harus tercakup oleh peramalan. Harus diingat bahwa pengurangan keakuratan peramalan sejalan dengan penambahan horizon waktu.
3. Melakukan plot dari data yang ada, sehingga dapat kita lihat pola dari deret tersebut dimasa lalu.
4. Memilih teknik peramalan yang sesuai dengan pola data yang ada.

### 2.3.2 Pemilihan Teknik dan Metode Peramalan

Penggunaan peramalan dalam pengambilan keputusan oleh setiap pimpinan merupakan hal yang sangat penting. Mereka harus memilih teknik dan metode peramalan yang tepat untuk suatu masalah dan keadaan tertentu yang mereka hadapi. Sebagai tambahan dalam mempertimbangkan keadaan, pengambil keputusan atas analisis harus mempertimbangkan ciri-ciri berbagai teknik dan metode peramalan, dalam menentukan teknik dan metode peramalan yang akan dipilihnya. Adapun enam faktor utama yang dapat diidentifikasi sebagai teknik dan metode peramalan adalah :

1. Horison waktu. Ada dua aspek dengan masing-masing peramalan. Pertama adalah cakupan waktu di masa yang akan datang. Aspek kedua adalah jumlah periode untuk mana ramalan diinginkan.
2. Pola dari data. Dasar utama dari metode peramalan adalah anggapan bahwa macam dari pola yang didapat di dalam data yang diramalkan akan berkelanjutan.
3. jenis dari model. Sebagai tambahan perlu diperhatikan anggapan beberapa pola dasar yang penting dalam data. Banyaknya metode peramalan telah menganggap adanya beberapa model dari keadaan yang diramalkan.
4. Biaya. Umumnya ada empat unsur biaya yang tercakup dalam penggunaan suatu prosedur ramalan, yaitu biaya-biaya pengembangan, penyimpanan (*storage*) data, operasi pelaksanaan dan kesempatan dalam penggunaan teknik-teknik dan metode lainnya. Adapun perbedaan yang nyata dalam jumlah biaya, mempunyai pengaruh

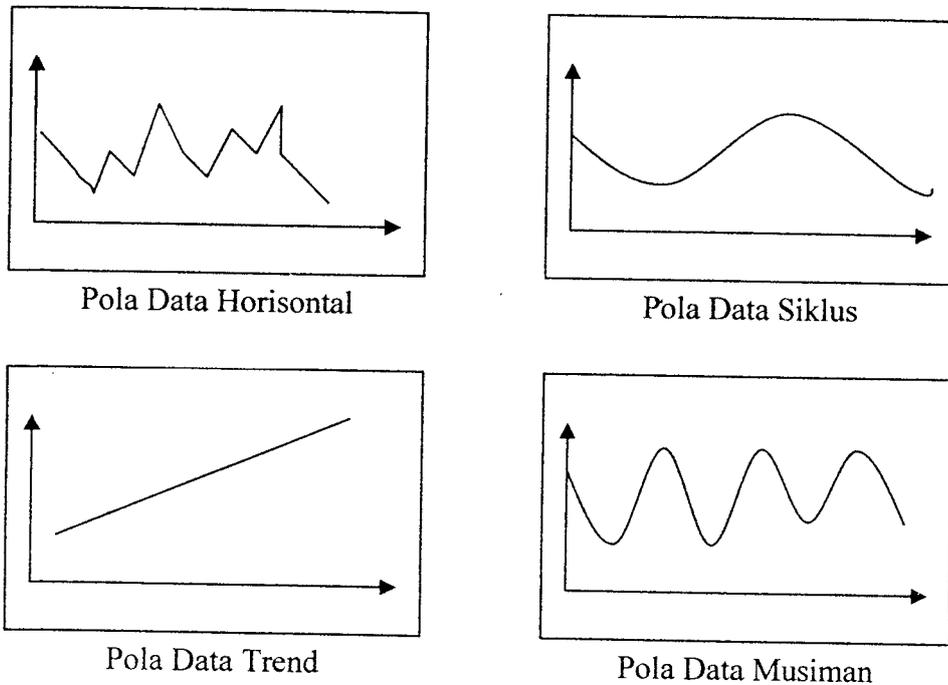
atas dapat menarik tidaknya penggunaan metode tertentu untuk suatu keadaan yang dihadapi.

5. Ketepatan. Tingkat ketepatan yang dibutuhkan sangat erat hubungannya dengan tingkat perincian dalam suatu ramalan.
6. Mudah tidaknya penggunaan dan aplikasinya. Satu prinsip umum dalam penggunaan metode ilmiah dari peramalan untuk manajemen dan analisis adalah metode-metode yang dapat dimengerti dan mudah diaplikasikan yang akan dipergunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa.

### **2.3.3 Peramalan Berdasarkan Data Deret Berkala**

Deret berkala adalah suatu urutan waktu observasi yang diambil pada interval waktu tertentu (per jam, harian, mingguan, bulanan, tahunan dan sebagainya). Data yang diambil dapat berupa data permintaan, pendapatan, keuntungan, penjualan, kecelakaan, output, produktivitas dan indek harga pelanggan. Teknik peramalan yang berdasarkan kepada data deret berkala, dibuat dengan asumsi bahwa nilai pada masa datang pada deret berkala dapat diestimasi dari nilai deret tersebut di masa lampau.

Analisis terhadap data deret berkala menghendaki orang analisis untuk mengidentifikasi perilaku dasar dari deret tersebut. Hal ini sering dilakukan dengan cara membuat plot data saja dan membuat plot secara visual. Dari plot secara visual akan dapat dilihat pola yang terbaru pada masa lalu. Jenis pola data yang umum dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.4. Jenis-jenis pola hasil peramalan

1. Pola Data Horizontal

Pola data ini terbentuk jika data berfluktuasi konstan pada nilai tertentu.

2. Pola Data Musiman

Pola data ini terbentuk jika data dipengaruhi oleh faktor musiman. Dengan kata lain pola yang sama akan terbentuk pada jangka waktu tertentu (mingguan, bulanan, tahunan dan sebagainya).

3. Pola Data Siklus

Pola data ini terbentuk jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun. Hal ini sering dipengaruhi oleh faktor-faktor ekonomi dan politik.

4. Pola Data Trend

Pola data ini terbentuk jika data secara bertahap mengalami kenaikan atau penurunan dalam jangka waktu panjang.

### 2.3.4 Teknik-Teknik Peramalan

#### 1. Regresi Linear Sederhana

Tujuan *regresi linear* adalah memperoleh sebuah persamaan garis lurus yang akan meminimasi jumlah bias vertical dari titik-titik yang terobservasi dengan garis lurus yang terbentuk. Metode yang dipakai untuk mendapatkan persamaan disebut *least squares*, persamaan yang dibentuk adalah :

$$Y = a + bx$$

Dimana :

Y = variabel tergantung (dependen)

x = variabel bebas (independen)

b = slope

a = konstanta (nilai y pada saat x = 0)

Besarnya koefisien a dan b dihitung berdasar persamaan :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Diketahui : n = jumlah data hasil observasi



## 2. Simple Average (rata-rata sederhana)

*Metode simple average* merupakan metode yang sesuai digunakan jika data yang tersedia tidak mengandung unsure *trend* dan *faktor* musiman. Secara sederhana metode ini menghitung rata-rata dari data yang tersedia sejumlah  $n$ , mengikuti persamaan berikut :

$$F_{i+1} = \frac{\sum A_i}{N}$$

Dimana :  $F_{i+1}$  = peramalan untuk periode ke  $i+1$

$A_i$  = nilai aktual tahun ke- $i$

$N$  = banyaknya data

## 3. Moving Average

Peramalan dengan teknik *moving average* melakukan perhitungan terhadap nilai data yang paling baru sedangkan data yang lama akan dihapus. Nilai rata-rata dihitung berdasarkan jumlah data, yang angka rata-rata Bergeraknya ditentukan dari harga  $I$  sampai  $n$  data yang dimiliki. Peramalan dengan teknik *moving average* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

Dimana :  $i$  = banyaknya data (1,2,3,...,n)

$n$  = angka periode rata-rata bergerak

$A_i$  = nilai aktual tahun ke- $I$

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

Metode ini mirip dengan metode *moving average*, hanya saja diperlukan pembobotan untuk data paling baru dari deret berkala. Dimana jumlah bobot yang diberikan harus sama dengan 1.00 dan bobot terbesar diberikan pada data yang paling baru. Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode *moving average* adalah bahwa metode ini lebih mencerminkan keterbaruan data yang terjadi.

Persamaannya adalah :

$$F_t = \frac{\sum W_i A_i}{\sum W_i} \text{ dimana } I = t, t-1, t-2, \dots, t-m+1$$

$$f_{t+1} = F_t$$

Dimana :

t = periode waktu, t = 1,2,3,...,n.

A = rata-rata dari data actual.

F<sub>t</sub> = nilai smoothed untuk periode t.

f<sub>t</sub> = peramalan untuk periode t.

W = rata-rata bobot untuk periode t.

Metode ini sesuai untuk pola data stasioner dimana data tidak mengandung unsur trend ataupun musiman.

#### 5. Moving Average With Linear Trend

Perhitungan yang digunakan pada metode ini sama dengan *moving average*.

Hanya saja hasil perhitungannya diletakkan pada pertengahan periode yang

digunakan untuk menghitung nilai rata-ratanya. Dalam metode ini periode yang digunakan untuk menghitung nilai rata-rata tengahnya adalah sama dengan jumlah data yang tercakup dalam satu musim. Sehingga untuk data bulanan diperlukan data sebanyak 12 periode.

## 6. Exponential Smoothing

Merupakan teknik matematika yang menggunakan prinsip-prinsip yang sama dengan teknik *moving average*, hanya saja *exponential smoothing* memerlukan perhitungan yang lebih sedikit. *Exponential smoothing* secara khusus lebih bermanfaat untuk peramalan dalam jangka waktu pendek.

### 6.1 Single Exponential Smoothing

Metode ini digunakan pada saat data cenderung konstan, dalam arti tidak memiliki unsur trend yang cukup berarti. Karakteristik smoothing dikendalikan dengan menggunakan faktor smoothing  $\alpha$ , yang bernilai antara 0 sampai 1. dengan demikian :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Dimana :

$F_t$  = peramalan periode ke-t

$F_{t-1}$  = peramalan periode ke t-1

$\alpha$  = konstanta smoothing

$A_{t-1}$  = permintaan aktual atau penjualan untuk periode t-1

Nilai  $\alpha$  menunjukkan semakin kecil nilainya maka smoothing yang dilakukan semakin besar, apabila nilai  $\alpha$  optimum maka nilai tingkat kesalahan peramalan akan minimum.

Karakteristik smoothing dikendalikan dengan menggunakan factor smoothing  $\alpha$  akan bernilai antara 0 sampai 1 ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

- Jika  $\alpha$  mendekati 1, maka ramalan yang baru akan mencakup penyelesaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya.
- Jika  $\alpha$  mendekati 0, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang kecil pada ramalan sebelumnya.

Dengan demikian jika diinginkan ramalan yang stabil dan variasi random dimuluskan maka diperlukan  $\alpha$  yang kecil,  $\alpha$  mendekati 0. sebaliknya jika diinginkan respon yang cepat terhadap perubahan-perubahan pola obsevasi maka diperlukan  $\alpha$  yang lebih besar,  $\alpha$  mendekati 1. metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung trend atau factor musiman.

## 6.2 Double Exponential Smoothing

Metode ini dapat digunakan pada data historis yang mengandung unsur trend.

Persamaan berikut mewakili pengolahan data dengan unsur trend menggunakan double eksponential smoothing.

$$F_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$$

Konstanta  $a_0$  dan  $a_1$  merupakan parameter proses double eksponential smoothing dan  $\varepsilon$  merupakan nilai harapan pada saat  $a_0$  dan  $a_1$  bernilai 0.

### 7. Single Exponential Smoothing With Linear Trend

Metode ini pada dasarnya merupakan prinsip yang sama dengan metode single exponential smoothing, namun metode ini mempertimbangkan adanya unsur trend/kecenderungan linear dalam deretan data. Teknik holt memperhalus trend dan slopenya secara langsung dengan menggunakan konstanta-konstanta yang berbeda, yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ .

Persamaan metode ini adalah :

$$F_0 = A_t; T_0$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{(t+\pi)} = F_t + \pi T_t$$

Konstanta pemulusan,  $\beta$ , digunakan untuk memuluskan trend. Dan pada prinsipnya mempunyai konstanta pemulusan,  $\alpha$ .

### 8. Double Exponential Smoothing With Linear Trend

Pada prinsipnya metode ini sama dengan metode *exponential smoothing with linear trend*, hanya saja untuk memperbaiki atau mengurangi kesalahan pada metode ini dilakukan pemulusan dua kali dengan ditambah sifat trend data sebelumnya.

$$F_0 = A_t; T_0 = 0$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$F_t^1 = \alpha F_t + (1 - \alpha)F_{t-1}^1$$

$$\gamma = \tau\alpha / \beta$$

$$f_{(t-\tau)} = (2 + \gamma)F_t = (1 - \gamma)F_t^1$$

### 9. Winter's Model

Merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsur trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya : unsur konstan, unsur trend dan unsur musiman. Ketiga komponen tersebut secara kontinyu diperbaharui menggunakan konstanta smoothing yang diterapkan pada data terbaru dan estimasi yang paling akhir.

Metode Winter's merupakan model trend hold, yang dimulai estimasi trend yang biasa :

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Peramalannya akan mencakup rata-rata nilai exponential ditambah nilai trendnya

### 10. Adaptive Exponential Smoothing

Metode ini memulai dari sebuah penetapan smoothing konstan ( $\alpha$ ). Tiap-tiap periode, diperiksa dengan nilai tiga, yaitu :  $\alpha - 0,05$ ;  $\alpha$ ;  $\alpha + 0,05$ . membentuk  $F(t)$  dengan absolute error yang paling sedikit. Kemudian tetapkan nilai sebagai parameter smoothing yang baru.

$$F_o = A_t$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1})$$

### 2.3.5 Ukuran Keakuratan Peramalan

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara, sebagai berikut : (parameter akurasi)

1. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

$$MAD = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

2. MSE (*Mean Square Error*)

$$MSE = \frac{\sum (e_t)^2}{n}$$

Pendekatan ini penting karena suatu teknik yang menghasilkan kesalahan yang moderat lebih disukai oleh suatu ramalan yang biasanya menghasilkan kesalahan yang lebih kecil tetapi kadang-kadang menghasilkan kesalahan yang besar.

3. Bias / Mean Error / Deviation

$$Bias = \frac{\sum e_t}{n}$$

4.  $R^2$  : Multiple Correction Coefficient

$$R^2 = \frac{(1-n)MSD}{(n-1)V}$$

5. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{A_t} \right|}{n} \times 100$$

6. MPE (*Mean Percentage Error*)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{A_t}}{n} \times 100$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Obyek Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada P.T. Mirasa Food Industri yang berada di dusun Ambartawang Mungkit Magelang. Jawa tengah. P.T. Mirasa Food Industri merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri makanan kecil dengan produk keripik singkong dengan berbagai rasa. Obyek penelitiannya adalah pengendalian persediaan bahan baku singkong yang menjadi bahan baku utama dalam memproduksi keripik singkong.

#### **3.2 Sumber Data**

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data internal dan data eksternal perusahaan. Data ini terbagi menjadi dua yaitu :

##### 1. Data Primer

Data primer yaitu yang diperoleh langsung dari sumber dan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti dari perusahaan, diantaranya yaitu :

- a. Biaya-biaya yang berhubungan dengan pemesanan, seperti biaya telepon, biaya surat menyurat.
- b. Biaya penyimpanan.
- c. Biaya persediaan pengaman.
- d. Data pemakaian bahan baku.
- e. Lead time.
- f. Data penunjang lainnya.

## 2. Data Sekunder

Data ini diperoleh dari berbagai macam pustaka yang menunjang disamping sebagai alat bantu untuk membantu memecahkan masalah yang dihadapi oleh perusahaan.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data meliputi :

#### 1. Studi Lapangan

Studi ini dilakukan langsung ke lapangan untuk mengadakan pengamatan dan pengambilan data terhadap obyek penelitian. Studi lapangan ini dapat dilakukan dengan cara :

##### a. Wawancara

Yaitu metode pengumpulan data dengan cara bertanya langsung kepada subyek penelitian dalam lingkup perusahaan untuk memperoleh data-data yang diperlukan.

##### b. Observasi

Merupakan cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara cermat dan sistematis mengenai pelaksanaan operasional perusahaan untuk mendapatkan gambaran yang jelas akan masalah yang sedang diteliti

##### c. Dokumenter

Memperoleh data-data dari dokumen atau arsip yang ada pada perusahaan, khususnya data-data yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

## 2. Studi Pustaka

Studi ini terutama diarahkan untuk memperoleh landasan teori dengan maksud untuk digunakan dalam analisa kasus. Dasar-dasar teoritis ini diperoleh dari literature-literatur, majalah ilmiah, maupun tulisan lainnya yang berhubungan langsung dengan masalah yang diteliti.

### 3.4 Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, maka dilakukan pengolahan dan analisis data sebagai berikut :

#### 1. Peramalan

Untuk mengetahui kebutuhan bahan baku periode yang akan datang digunakan metode peramalan. Dalam peramalan ini, data yang didapatkan diolah dengan software QS.3.0. dari beberapa metode yang ada, dipilih yang sesuai dengan plot data, dan dilakukan perbandingan kesalahan berdasar nilai MSD(Mean Square Deviation) terkecil.

#### 2. Analisa Total Biaya Persediaan menurut Kebijakan Perusahaan

##### a. Biaya pembelian .

Total biaya pembelian = jumlah kebutuhan per tahun × harga bahan per unit.

##### b. Biaya pemesanan.

Total biaya pemesanan = jumlah kebutuhan per tahun × biaya pesan per pesanan  
/ jumlah kebutuhan rata-rata

##### c. Biaya penyimpanan

Total biaya penyimpanan = jumlah kebutuhan rata-rata × biaya simpan per unit / 2

d. Biaya kekurangan persediaan.

Total biaya kekurangan persediaan = jumlah kekurangan persediaan  $\times$  biaya kekurangan persediaan

e. Total biaya persediaan.

Total persediaan bahan baku = biaya pembelian + biaya pemesanan + biaya penyimpanan + biaya kekurangan persediaan

3. Analisa Total Persediaan menurut Sistem P

Pencarian solusi optimal dilakukan dengan cara iteratif, dengan langkah berikut :

Langkah 1 : Setting awal nilai T (periode)

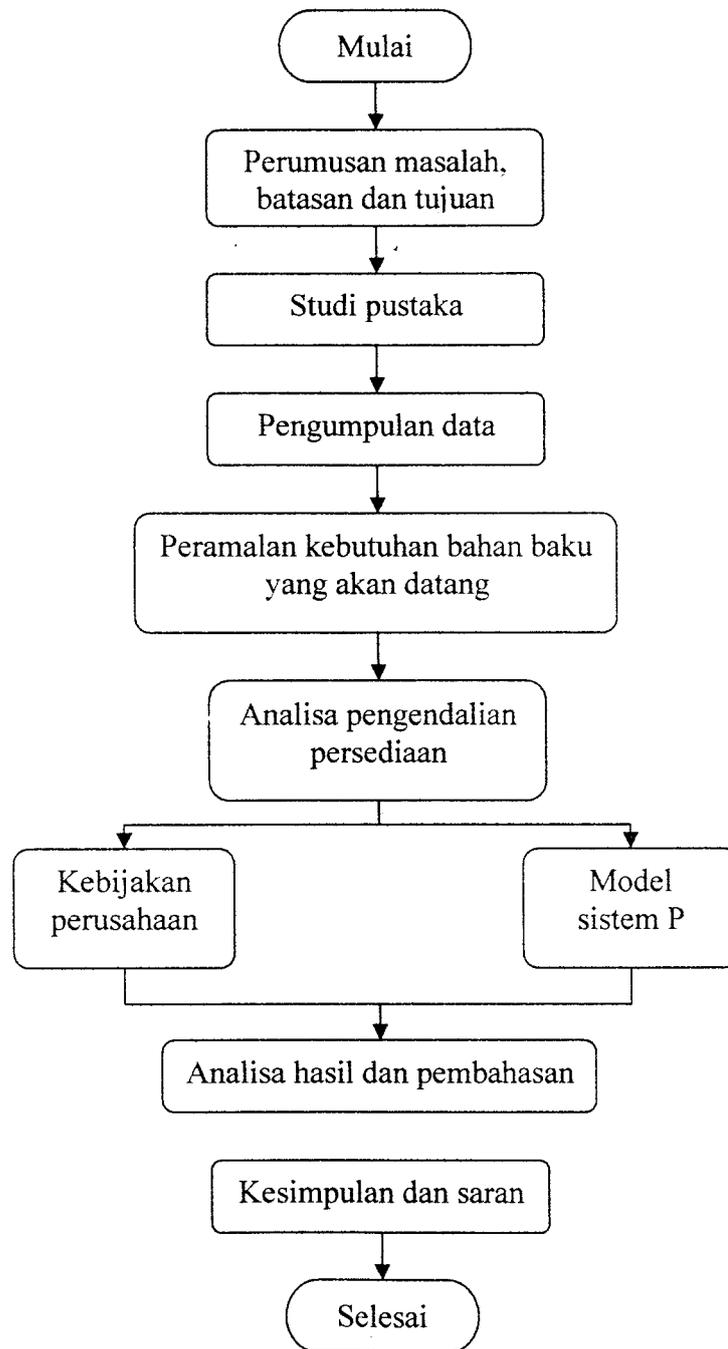
Langkah 2 : Menghitung R dari nilai T yang telah disetting

Langkah 3 : Menghitung  $\bar{S}(R,T) \int_R^{\infty} (x-R)g(x) \int I+T dx$

Langkah 4: Menghitung nilai *Total Cost (TC) Inventory*

Langkah 5 :Mengulangi langkah 1 sampai dengan 4 hingga didapat nilai r dan Q yang hampir sama setiap interasinya.

### 3.5 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan data

##### 4.1.1 Sejarah singkat perusahaan

Perusahaan Mirasa Food industri adalah perusahaan perseorangan yang memproduksi keripik singkong. Dirintis pertama kali oleh bapak Muslich pada tahun 1979. Berawal karena adanya kesulitan hidup, usaha dirintis mulai dari usaha kecil-kecilan di Jakarta tepatnya di daerah Grogol Jakarta Barat, dengan produksi perhari 50 kg.

Pada tahun 1983 tempat usaha pindah ke Cengkareng Jakarta Barat. Saat itu perusahaan telah memiliki jumlah karyawan 50 orang dan kapasitas produksi kurang lebih 3 ton singkong per hari. Mulai tahun 1986 hasil produksi sudah mulai diexport ke Eropa.

Pada tahun 1993 unit produksi dipindah ke Kabupaten Magelang tepatnya di Jl. Munggur No 2. Kalangan Ambartawang Mungkid Magelang. Dan di Jakarta digunakan sebagai kantor pemasaran dan pengepakan. Adapun alasan pemindahan tersebut antara lain disebabkan hal-hal sebagai berikut :

1. Mendekat ke sumber bahan baku sehingga mengurangi biaya pengangkutan dan mengurangi kerusakan bahan baku.
2. Sebagian besar karyawan yang bekerja di Jakarta berasal dari Magelang
3. Biaya tenaga kerja di Kabupaten Magelang lebih murah dari Jakarta.

4. Ingin meningkatkan perekonomian daerah asal pemilik.
5. Membantu pemerintah mengurangi pengangguran.

Sampai tahun 2005 ini perusahaan Mirasa Food Industry telah memiliki jumlah karyawan 105 orang dan telah meningkatkan jumlah produksi hingga mencapai 13 ton per hari.

#### **4.1.2 Proses produksi**

Tahap-tahap proses produksi keripik singkong di perusahaan Mirasa Food Industry adalah sebagai berikut :

1. Pengupasan

Pengupasan dilakukan secara manual dengan peralatan kupas (pisau dan tomblok)

2. Pencucian

Pencucian dilakukan secara manual dengan peralatan cuci dan air bersih.

3. Pemotongan

Pemotongan dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual dengan peralatan potong pasah) dan dengan menggunakan mesin pemotong.

4. Penggorengan

Penggorengan dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual dengan peralatan goreng biasa (wajan, serok, minyak goreng, bumbu, tungku kompor dan minyak tanah) dan dengan menggunakan mesin penggoreng

5. Pemberian bumbu rasa

6. Penyortiran

7. Pengepakan / pembungkusan

#### 4.1.3 Data kebutuhan bahan baku tahun

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data-data kebutuhan bahan baku singkong tahun 2004-2005, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data kebutuhan bahan baku tahun 2004-2005

No.	Bulan	Kebutuhan singkong(per ton)	
		2004	2005
1	Januari	294	310
2	Februari	309	324
3	Maret	290	290
4	April	282	315
5	Mei	300	310
6	Juni	307	285
7	Juli	276	300
8	Agustus	285	312
9	September	300	330
10	Oktober	312	320
11	November	322	322
12	Desember	315	330
<b>Total</b>		<b>3592</b>	<b>3748</b>

Rata-rata pemakaian bahan baku ( $d$ ) =

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N Xi}{N}$$

Sehingga  $d$  tahun 2004 :

$$\begin{aligned} d_{2004} &= \frac{3592}{12} \\ &= 299,33 \end{aligned}$$

Dan  $d$  tahun 2005 :

$$\begin{aligned} d_{2005} &= \frac{3748}{12} \\ &= 312,33 \end{aligned}$$

Standar deviasi ( $\sigma$ ) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N Xi^2 - \left( \sum_{i=1}^N Xi \right)^2}{N(N-1)}}$$

Sehingga  $\sigma$  tahun 2004 :

$$\begin{aligned} \sigma_{2004} &= \sqrt{\frac{12.1077444 - (3592)^2}{12(12-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{26864}{132}} \\ &= \sqrt{203,515} \\ &= 14,266 \end{aligned}$$



3. Biaya penyimpanan

Perusahaan menetapkan biaya sebesar 10 % dari harga pembelian bahan baku.

Sehingga biaya simpan :  $10 \% \times \text{Rp.750.000,-} = \text{Rp.75.000,- / ton}$

4. Biaya kekurangan persediaan

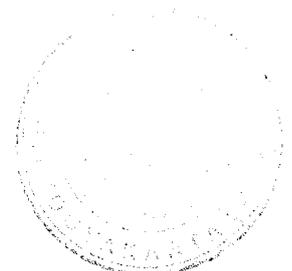
Biaya kekurangan persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan merupakan biaya kehilangan bahan baku yang disebabkan oleh habisnya masa kadaluarsa penyimpanan bahan baku singkong yaitu selama 20 hari.

Perusahaan menetapkan biaya yang harus ditanggung adalah sebesar 5 % dari harga pembelian bahan baku per unit

Biaya kekurangan bahan baku =  $5 \% \times \text{Rp.750.000,-} = \text{Rp.37.500,- / ton}$

5. Biaya untuk melakukan evaluasi (review)

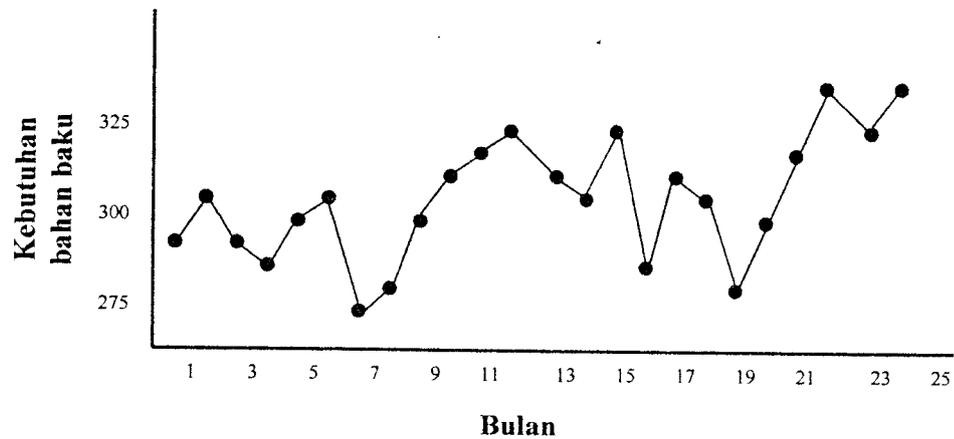
Kebijakan perusahaan menetapkan biaya review sebesar Rp.50.000,-



## 4.2 Pengolahan data

### 4.2.1 Peramalan kebutuhan bahan baku

Dari data kebutuhan bahan baku tahun 2004-2005 dapat dilihat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik data kebutuhan bahan baku

Berdasar grafik data kebutuhan bahan baku tahun 2004-2005 maka metode yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah :

1. Simple average.
2. Single exponential smoothing.
3. Double exponential smoothing.
4. Winter's model.

Setelah dilakukan peramalan menggunakan software Win QSB didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil peramalan kebutuhan bahan baku

No.	Bulan	Alternatif metode peramalan			
		SA	SES	DES	WM
1	Januari	305,83	322,42	324,24	322,81
2	Februari	305,83	322,42	324,24	325,06
3	Maret	305,83	322,42	324,24	327,31
4	April	305,83	322,42	324,24	329,56
5	Mei	305,83	322,42	324,24	331,81
6	Juni	305,83	322,42	324,24	334,06
7	Juli	305,83	322,42	324,24	336,3
8	Agustus	305,83	322,42	324,24	338,55
9	September	305,83	322,42	324,24	340,8
10	Oktober	305,83	322,42	324,24	343,05
11	November	305,83	322,42	324,24	345,3
12	Desember	305,83	322,42	324,24	347,55

Kriteria pemilihan metode peramalan adalah nilai minimalis nilai MSE.

Nilai MSE dari hasil peramalan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Akurasi peramalan kebutuhan bahan baku

No.	Metode peramalan	MSE	Metode terbaik
1	Simple averange	270,4308	Winter's Model
2	Single exponential smoothing	211,4247	
3	Double exponential smoothing	216,4247	
4	Winter's model	201,3483	

Sehingga, peramalan kebutuhanan bahan baku tahun 2006 adalah :

Tabel 4.4 Peramalan kebutuhan bahan baku tahun 2006

No.	Bulan	Kebutuhan tahun 2006(per ton)
1	Januari	322,81
2	Februari	325,06
3	Maret	327,31
4	April	329,56
5	Mei	331,81
6	Juni	334,06
7	Juli	336,3
8	Agustus	338,55
9	September	340,8
10	Oktober	343,05
11	November	345,3
12	Desember	347,55
<b>Total</b>		4022,16

Rata-rata pemakaian bahan baku (d) =

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Sehingga d tahun 2006 :

$$\begin{aligned} d_{2006} &= \frac{4022,16}{12} \\ &= 335,18 \end{aligned}$$

Standar deviasi ( $\sigma$ ) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N X_i \right)^2}{N(N-1)}}$$

Sehingga  $\sigma$  tahun 2006 :

$$\begin{aligned} \sigma_{2006} &= \sqrt{\frac{12.1348870,717 - (4022,16)^2}{12(12-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{86744,5344}{132}} \\ &= \sqrt{657,155} \\ &= 25,635 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Analisa Total Biaya Persediaan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan.

Berdasar pengumpulan data yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa biaya dasar yang dijadikan parameter untuk mencari total biaya persediaan bahan baku, yaitu :

#### 4.2.2.1 Perhitungan total persediaan bahan baku tahun 2004

1. Total biaya pembelian (TP)

Total kebutuhan tahun 2004 (D) = 3592 ton

Harga bahan baku (P) = Rp.750.000,- / ton

Total biaya pembelian (TP) = D × P

$$TP = 3592 \times \text{Rp.750.000,-}$$

$$= \text{Rp.2.694.000.000,-}$$

2. Total biaya pemesanan (TS)

Biaya pemesanan (S) : Rp.690.000,- / pesanan

Frekuensi pembelian selama satu tahun (F) = 36 kali

$$F = \frac{D}{Q}$$

$$36 = \frac{3592}{Q}$$

Rata-rata kebutuhan (Q) = 99,778 ton

Total biaya pesan tahun 2004 (TS) =  $\left(\frac{D}{Q}\right)S$

$$TS = \left(\frac{3592}{99,778}\right)690000 = \text{Rp.24.839.945,-}$$

3. Total biaya penyimpanan (TH)

Biaya simpan per unit (H) = Rp.75.000,- / ton

Total biaya penyimpanan (TH) =  $\left(\frac{Q}{2}\right)H$

$$TH = \frac{99,778}{2} 75000$$

$$= \text{Rp.}3.741.675,-$$

4. Total biaya kekurangan persediaan (TK)

Biaya kekurangan persediaan (K) = Rp.37.500,- / ton

Kekurangan persediaan tahun 2004 = 0 ton

Total biaya kekurangan persediaan (TK) = jumlah kekurangan  $\times$  K

$$\text{TK} = 0 \times 37500$$

$$= \text{Rp.}0,-$$

Berdasar perhitungan-perhitungan di atas maka total biaya persediaan bahan

baku (TC) untuk tahun 2004 :

$$\text{TC} = \text{TP} + \text{TS} + \text{TH} + \text{TK}$$

$$= \text{Rp.}2.694.000.000,- + \text{Rp.}24.839.945,- + \text{Rp.}3.741.675,- + \text{Rp.}0,-$$

$$= \text{Rp.}2.722.581.620,-$$

#### 4.2.2.2 Perhitungan total persediaan bahan baku tahun 2005

1. Total biaya pembelian (TP)

Total kebutuhan tahun 2005 (D) = 3748 ton

Harga bahan baku (P) = Rp.750.000,- / ton

Total biaya pembelian (TP) = D  $\times$  P

$$\text{TP} = 3748 \times \text{Rp.}750.000,-$$

$$= \text{Rp.}2.811.000.000,-$$

2. Total biaya pemesanan (TS)

Biaya pemesanan (S) : Rp.690.000,- / pesanan

Frekuensi pembelian selama satu tahun (F) = 36 kali

$$F = \frac{D}{Q}$$

$$36 = \frac{3748}{Q}$$

Rata-rata kebutuhan (Q) = 104,111 ton

$$\text{Total biaya pesan tahun 2005 (TS)} = \left(\frac{D}{Q}\right)S$$

$$TS = \left(\frac{3748}{104,111}\right)690000 = \text{Rp.24.840.027.-}$$

3. Total biaya penyimpanan (TH)

Biaya simpan per unit (H) = Rp.75.000,- / ton

$$\text{Total biaya penyimpanan (TH)} = \left(\frac{Q}{2}\right)H$$

$$TH = \frac{104,111}{2} 75000$$

$$= \text{Rp.3.904.163,-}$$

4. Total biaya kekurangan persediaan (TK)

Biaya kekurangan persediaan (K) = Rp.37.500,- / ton

Kekurangan persediaan tahun 2005 = 0 ton

Total biaya kekurangan persediaan (TK) = jumlah kekurangan  $\times$  K

$$TK = 0 \times 37500$$

$$= \text{Rp.0,-}$$

Berdasar perhitungan-perhitungan di atas maka total biaya persediaan bahan

baku (TC) untuk tahun 2005 :

$$TC = TP + TS + TH + TK$$

$$= \text{Rp.2.811.000.000,-} + \text{Rp.24.840.027.-} + \text{Rp.3.904.163,-} + \text{Rp.0,-}$$

$$= \text{Rp.2.839.744.190,-}$$

#### 4.2.2.3 Perhitungan total persediaan bahan baku tahun 2006

1. Total biaya pembelian (TP)

Total kebutuhan tahun 2005 (D) = 4022,16 ton

Harga bahan baku (P) = Rp.750.000,- / ton

Total biaya pembelian (TP) = D × P

$$TP = 4022,16 \times \text{Rp.750.000,-}$$

$$= \text{Rp.3.016.620.000,-}$$

2. Total biaya pemesanan (TS)

Biaya pemesanan (S) : Rp.690.000,- / pesanan

Frekuensi pembelian selama satu tahun (F) = 36 kali

$$F = \frac{D}{Q}$$

$$36 = \frac{4022,16}{Q}$$

Rata-rata kebutuhan (Q) = 111,727 ton

Total biaya pesan tahun 2006 (TS) =  $\left(\frac{D}{Q}\right)S$

$$TS = \left(\frac{4022,16}{111,727}\right)690000 = \text{Rp.24.839.926.-}$$

3. Total biaya penyimpanan (TH)

Biaya simpan per unit (H) = Rp.75.000,- / ton

Total biaya penyimpanan (TH) =  $\left(\frac{Q}{2}\right)H$

$$TH = \frac{111,727}{2} 75000$$

$$= \text{Rp.4.189.763,-}$$

#### 4. Total biaya kekurangan persediaan (TK)

$$\text{Biaya kekurangan persediaan (K)} = \text{Rp.37.500,- / ton}$$

$$\text{Kekurangan persediaan tahun 2006} = 0 \text{ ton}$$

$$\text{Total biaya kekurangan persediaan (TK)} = \text{jumlah kekurangan} \times \text{K}$$

$$\text{TK} = 0 \times 37500$$

$$= \text{Rp.0,-}$$

Berdasar perhitungan-perhitungan di atas maka total biaya persediaan bahan baku (TC) untuk tahun 2006 :

$$\text{TC} = \text{TP} + \text{TS} + \text{TH} + \text{TK}$$

$$= \text{Rp.3.016.620.000,-} + \text{Rp.24.839.926,-} + \text{Rp.4.189.763,-} + \text{Rp.0,-}$$

$$= \text{Rp.3.045.649.689,-}$$

### 4.2.3 Analisa Pengendalian Persediaan Sistem P

Berdasarkan hasil pengumpulan data maka perhitungan pengendalian persediaan menggunakan sistem P adalah sebagai berikut :

#### 4.2.3.1 Perhitungan total biaya persediaan tahun 2004

Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Kebutuhan bahan baku selama satu tahun (D)} = 3592 \text{ ton}$$

$$\text{Harga bahan baku (P)} = \text{Rp.750.000,- / ton}$$

$$\text{Biaya pemesanan (A)} = \text{Rp.690.000,-} \text{ setiap kali pesan}$$

$$\text{Biaya penyimpanan (h)} = \text{Rp.75.000,- / per ton}$$

$$\text{Biaya kekurangan persediaan } (\pi) = \text{Rp.37.500,-}$$

$$\text{Biaya review (V)} = \text{Rp.50.000,-} \text{ per sekali review.}$$

Lead time (l) = 5 hari = 0,0139 tahun

Kebutuhan saat lead time = 49,929 ton

Masa kadaluarsa bahan baku singkong adalah 20 hari, sedangkan perusahaan rata-rata melakukan pemesanan per 10 hari, maka

T1 = 20 hari = 0,0556 tahun

$$\int_0^R g(x, l+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0556} = 0,8999$$

Ekspektasi kebutuhan saat l + T ( $\mu$ ) =  $3592(0,0139+0,0556) = 249,664$

Variansi kebutuhan saat l + T ( $\sigma^2$ ) =  $49,929(0,0139+0,0556) = 3,47$

Jadi  $\frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,8999)$

$$\frac{R - 249,664}{\sqrt{3,47}} = 1,28$$

R = 252,048 ton

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_0^{\infty} (x - R)g(x, l+T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,28) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,28)^2/2} = 1,759$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(252,048; 0,0556) &= \sqrt{3,47}\phi(1,28) - [(252,048 - 249,664)(1 - \Phi(1,28))] \\ &= (1,8628)(0,1759) - [(2,384)(1 - 0,8999)] = 0,0885\end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R,T) = \frac{V+A}{T} + h[R - DI - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T)] + \frac{\pi \bar{S}(R,T)}{T}$$

$$TC(252,048;0,0556) = \frac{50000 + 690000}{0,0556} + 75000[252,048 - 3592(0,0139) - \frac{1}{2}3592(0,0556) + (0,0885)] + \frac{37500(0,0885)}{0,0556}$$

$$= \text{Rp.21.045.300,-}$$

$$T_2 = 15 \text{ hari} = 0,0417 \text{ tahun}$$

$$\int_0^R g(x, l+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0417} = 0,923$$

$$\text{Ekspektasi kebutuhan saat } l+T (\mu) = 3592(0,0139+0,0417) = 199,715$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l+T (\sigma^2) = 49,929(0,0139+0,0417) = 2,776$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,923)$$

$$\frac{R - 199,715}{\sqrt{2,776}} = 1,43$$

$$R = 202,098 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R,T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l+T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,43) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,43)^2/2} = 0,1435$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(202,098;0,0417) &= \sqrt{2,776}\phi(1,43) - [(202,098 - 199,715)(1 - \Phi(1,48))] \\ &= (1,6661)(0,1435) - [(2,383)(1 - 0,923)] = 0,0556\end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - Dl - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$\begin{aligned}TC(202,098;0,0417) &= \frac{50000 + 690000}{0,0417} + 75000[202,098 - 3592(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}3592(0,0417) + 0,0556] + \frac{37500(0,0556)}{0,0417} \\ &= \text{Rp.23.595.673,-}\end{aligned}$$

$$T3 = 10 \text{ hari} = 0,0278 \text{ tahun}$$

$$\int_0^R g(x, l + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0278} = 0,9473$$

$$\text{Ekspektasi kebutuhan saat } l + T (\mu) = 3592(0,0139 + 0,0278) = 149,786$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l + T (\sigma^2) = 49,929(0,0139 + 0,0278) = 2,082$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,9473)$$

$$\frac{R - 149,786}{\sqrt{2,082}} = 1,62$$

$$R = 152,124 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l + T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,62) = \left( \frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-(1,62)^2/2} = 0,1074$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(152,124;0,0278) &= \sqrt{2,082}\phi(1,62) - [(152,124 - 149,786)(1 - \Phi(1,62))] \\ &= (1,4429)(0,1074) - [(2,338)(1 - 0,9473)] = 0,0318 \end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R,T) = \frac{V+A}{T} + h[R - DI - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T)] + \frac{\pi\bar{S}(R,T)}{T}$$

$$\begin{aligned} TC(152,124;0,0278) &= \frac{50000 + 690000}{0,0278} + 75000[152,124 - 3592(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}3592(0,0278) + 0,0318] + \frac{37500(0,0318)}{0,0278} \\ &= \text{Rp.30.584.040,-} \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2004

No.	T(hari)	R(ton)	Total biaya inventory
1	10	152,124	Rp.30.584.040,-
2	15	202,098	Rp.23.595.673,-
3	20	252,048	Rp.21.045.300,-

Dari perhitungan di atas maka total biaya inventory yang minimal yaitu Rp.21.045.300,- dengan T = 20 hari, sehingga biaya pembelian ditambah total biaya persediaan tahun 2004

$$\begin{aligned} TC\ 2004 &= \text{Rp.2.694.000.000,-} + \text{Rp.21.045.300,-} \\ &= \text{Rp.2.715.045.300,-} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka besarnya penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P :

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana :  $TC_N$  = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

$TC_P$  = Total biaya persediaan menggunakan sistem P

$$\text{Penghematan} = \frac{2722581620 - 2715045300}{2722581620} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = 0,27\% = \text{Rp.7.536.320,-}$$

#### 4.2.3.2 Perhitungan total biaya persediaan tahun 2005

Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan adalah :

Kebutuhan bahan baku selama satu tahun (D) = 3748 ton

Harga bahan baku (P) = Rp.750.000,- / ton

Biaya pemesanan (A) = Rp.690.000,- setiap kali pesan

Biaya penyimpanan (h) = Rp.75.000,- / per ton

Biaya kekurangan persediaan ( $\pi$ ) = Rp.37.500,-

Biaya review (V) = Rp.50.000,- per sekali review.

Lead time (l) = 5 hari = 0,0139 tahun

Kebutuhan saat lead time = 52,097 ton

Masa kadaluarsa bahan baku singkong adalah 20 hari, sedangkan perusahaan rata-rata melakukan pemesanan per 10 hari, maka

$T1 = 20$  hari = 0,0556 tahun

$$\int_0^{\infty} g(x, l + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0556} = 0,8999$$

Ekspektasi kebutuhan saat  $l+T$  ( $\mu$ ) =  $3748(0,0139+0,0556) = 260,486$

Variansi kebutuhan saat  $l+T$  ( $\sigma^2$ ) =  $52,097(0,0139+0,0556) = 3,481$

Jadi  $\frac{R-\mu}{\sigma} = Z(0,8999)$

$$\frac{R-260,486}{\sqrt{3,481}} = 1,28$$

$$R = 262,874 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R,T) &= \int_R^{\infty} (x-R)g(x,l+T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R-\mu)(1-\Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,28) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,28)^2/2} = 1,759$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(262,874;0,0556) &= \sqrt{3,481}\phi(1,28) - [(262,874 - 260,486)(1 - \Phi(1,28))] \\ &= (1,8657)(0,1759) - [(2,388)(1 - 0,8999)] = 0,0891\end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R,T) = \frac{V+A}{T} + h[R-Dl - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T)] + \frac{\pi\bar{S}(R,T)}{T}$$

$$\begin{aligned}TC(262,874;0,0556) &= \frac{50000 + 690000}{0,0556} + 75000[262,874 - 3748(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}3748(0,0556) + (0,0891)] + \frac{37500(0,0891)}{0,0556} \\ &= \text{Rp.21.369.810,-}\end{aligned}$$

$$T_2 = 15 \text{ hari} = 0,0417 \text{ tahun}$$

$$\int_0^R g(x, l+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0417} = 0,923$$

$$\text{Ekspetasi kebutuhan saat } l+T (\mu) = 3748(0,0139+0,0417) = 208,389$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l+T (\sigma^2) = 52,097(0,0139+0,0417) = 2,897$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,923)$$

$$\frac{R - 208,389}{\sqrt{2,897}} = 1,43$$

$$R = 210,823 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_0^R (x - R)g(x, l+T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,43) = \left(\frac{1}{\sqrt{2(3,14)}}\right)e^{-(1,43)^2/2} = 0,1435$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(210,823; 0,0417) &= \sqrt{2,897}\phi(1,43) - [(210,823 - 208,389)(1 - \Phi(1,43))] \\ &= (1,702)(0,1435) - [(2,434)(1 - 0,923)] = 0,0568 \end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - Dl - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$TC(210,823; 0,0417) = \frac{50000 + 690000}{0,0417} + 75000[210,823 - 3748(0,0139) -$$

$$\frac{1}{2} [3748(0,0417) + 0,0568] + \frac{37500(0,0568)}{0,0417}$$

$$= \text{Rp.}23.844.642,-$$

$$T3 = 10 \text{ hari} = 0,0278 \text{ tahun}$$

$$\int_0^R g(x, l+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0278} = 0,9473$$

$$\text{Ekspetasi kebutuhan saat } l+T (\mu) = 3748(0,0139+0,0278) = 156,292$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l+T (\sigma^2) = 52,097(0,0139+0,0278) = 2,172$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,9473)$$

$$\frac{R - 156,292}{\sqrt{2,172}} = 1,62$$

$$R = 158,68 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l+T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,62) = \left(\frac{1}{\sqrt{2(3,14)}}\right)e^{-(1,62)^2/2} = 0,1074$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(158,68; 0,0278) &= \sqrt{2,172}\phi(1,62) - [(158,68 - 156,292)(1 - \Phi(1,62))] \\ &= (1,4738)(0,1074) - [(2,388)(1 - 0,9473)] = 0,0324 \end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - DI - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$TC(158,68;0,0278) = \frac{50000 + 690000}{0,0278} + 75000[158,68 - 3748(0,0139) - \frac{1}{2}3748(0,0278) + 0,0324] + \frac{37500(0,0324)}{0,0278}$$

$$= \text{Rp.}30.751.260,-$$

Tabel 4.6 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2005

No.	T(hari)	R(ton)	Total biaya inventory
1	10	152,124	Rp.30.751.260,-
2	15	202,098	Rp.23.844.642,-
3	20	252,048	Rp.21.369.810,-

Dari perhitungan di atas maka total biaya inventory yang minimal yaitu Rp.21.369.810,- dengan T = 20 hari, sehingga biaya pembelian ditambah total biaya persediaan tahun 2005

$$TC_{2004} = \text{Rp.}2.811.000.000,- + \text{Rp.}21.369.810,-$$

$$= \text{Rp.}2.832.369.810,-$$

Dari perhitungan di atas, maka besarnya penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P :

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana :  $TC_N$  = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

$TC_P$  = Total biaya persediaan menggunakan sistem P

$$\text{Penghematan} = \frac{2839744190 - 2832369810}{2839744190} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = 0,26\% = \text{Rp.7.374380,-}$$

#### 4.2.3.3 Perhitungan total biaya persediaan tahun 2006

Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan adalah :

Kebutuhan bahan baku selama satu tahun (D) = 4022,16 ton

Harga bahan baku (P) = Rp.750.000,- / ton

Biaya pemesanan (A) = Rp.690.000,- setiap kali pesan

Biaya penyimpanan (h) = Rp.75.000,- / per ton

Biaya kekurangan persediaan ( $\pi$ ) = Rp.37.500,-

Biaya review (V) = Rp.50.000,- per sekali review.

Lead time (l) = 5 hari = 0,0139 tahun

Kebutuhan saat lead time = 55,908 ton

Waktu kadaluarsa bahan baku singkong adalah 20 hari, sedangkan perusahaan rata-rata melakukan pemesanan per 10 hari, maka

$$= 20 \text{ hari} = 0,0556 \text{ tahun}$$

$$\int_0^{\infty} g(x, l+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0556} = 0,8999$$

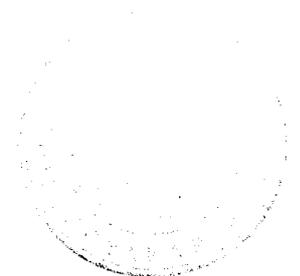
$$\text{Ekspektasi kebutuhan saat } l+T (\mu) = 4022,16(0,0139+0,0556) = 279,54$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l+T (\sigma^2) = 55,908(0,0139+0,0556) = 3,886$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,8999)$$

$$\frac{R - 279,54}{\sqrt{3,886}} = 1,28$$

$$R = 282,063 \text{ ton}$$



Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l + T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,28) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,28)^2/2} = 1,759$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(282,063;0,0556) &= \sqrt{3,886}\phi(1,28) - [(282,063 - 279,54)(1 - \Phi(1,28))] \\ &= (1,9712)(0,1759) - [(2,523)(1 - 0,8999)] = 0,0942\end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - Dl - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$\begin{aligned}TC(282,063;0,0556) &= \frac{50000 + 690000}{0,0556} + 75000[282,063 - 4022,16(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}4022,16(0,0556) + (0,0942)] + \frac{37500(0,0942)}{0,0556} \\ &= \text{Rp.21.955.370,-}\end{aligned}$$

$$T_2 = 15 \text{ hari} = 0,0417 \text{ tahun}$$

$$\int_0^R g(x, l + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0417} = 0,923$$

$$\text{Ekspetasi kebutuhan saat } l + T (\mu) = 4022,16(0,0139 + 0,0417) = 223,632$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l + T (\sigma^2) = 55,908(0,0139 + 0,0417) = 3,108$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,923)$$

$$\frac{R - 223,632}{\sqrt{3,108}} = 1,43$$

$$R = 226,153 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l + T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,43) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,43)^2/2} = 0,1435$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(226,153; 0,0417) &= \sqrt{3,108}\phi(1,43) - [(226,153 - 223,632)(1 - \Phi(1,48))] \\ &= (1,763)(0,1435) - [(2,521)(1 - 0,923)] = 0,0589\end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - DI - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$\begin{aligned}TC(226,153; 0,0417) &= \frac{50000 + 690000}{0,0417} + 75000[226,153 - 4022,16(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}4022,16(0,0417) + 0,0589] + \frac{37500(0,0589)}{0,0417} \\ &= \text{Rp.}24.281.908,-\end{aligned}$$

$$T3 = 10 \text{ hari} = 0,0278 \text{ tahun}$$

$$\int_0^{\infty} g(x, l + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{37500}{37500 + 75000 \cdot 0,0278} = 0,9473$$

$$\text{Ekspetasi kebutuhan saat } l + T (\mu) = 4022,16(0,0139 + 0,0278) = 167,724$$

$$\text{Variansi kebutuhan saat } l + T (\sigma^2) = 55,908(0,0139 + 0,0278) = 2,331$$

$$\text{Jadi } \frac{R - \mu}{\sigma} = Z(0,9473)$$

$$\frac{R - 167,724}{\sqrt{2,331}} = 1,62$$

$$R = 170,197 \text{ ton}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^{\infty} (x - R)g(x, l + T) \\ &= \sigma\phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,62) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-(1,62)^2/2} = 0,1074$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(170,197; 0,0278) &= \sqrt{2,331}\phi(1,62) - [(170,197 - 167,724)(1 - \Phi(1,62))] \\ &= (1,5202)(0,1074) - [(2,473)(1 - 0,9473)] = 0,0329 \end{aligned}$$

Total biaya inventory :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h[R - DI - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi\bar{S}(R, T)}{T}$$

$$\begin{aligned} TC(170,197; 0,0278) &= \frac{50000 + 690000}{0,0278} + 75000[170,197 - 4022,16(0,0139) - \\ &\quad \frac{1}{2}4022,16(0,0278) + 0,0329] + \frac{37500(0,0329)}{0,0278} \\ &= \text{Rp.31.107.124,-} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Tabel total biaya inventory dengan sistem P tahun 2006

No.	T(hari)	R(ton)	Total biaya inventory
1	10	152,124	Rp.31.107.124,-
2	15	202,098	Rp.24.281.908,-
3	20	252,048	Rp.21.955.370,-

Dari perhitungan di atas maka total biaya inventory yang minimal yaitu Rp.21.369.810,- dengan T = 20 hari, sehingga biaya pembelian ditambah total biaya persediaan tahun 2006

$$\begin{aligned} TC_{2004} &= \text{Rp.}3.016.620.000,- + \text{Rp.}21.955.370,- \\ &= \text{Rp.}3.038.575.370,- \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka besarnya penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P :

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana :  $TC_N$  = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

$TC_P$  = Total biaya persediaan menggunakan sistem P

$$\text{Penghematan} = \frac{3045649689 - 3038575370}{3045649689} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = 0,23\% = \text{Rp.}7.074.319,-$$

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Pengadaan Bahan baku

Dalam hal pengadaan bahan baku singkong, perusahaan mengadakan kerjasama dengan beberapa supplier dan tetap menjaga baik hubungan ini agar ketersediaan bahan baku akan selalu terpenuhi dan datang sesuai dengan waktunya. Dalam pengadaan bahan baku perusahaan menetapkan kebijakan lead time selama 5 hari

#### 5.2 Analisa Peramalan

Metode permalan ini digunakan untuk meramalkan jumlah kebutuhan bahan baku pada periode berikutnya. Langkah pertama adalah memplot data periode yang lalu, dari hasil plot data yang dilakukan untuk periode tahun 2004-2005 diperoleh hasil plot data berpola horizontal dengan sedikit trend.

Kemudiaan dilanjutkan dengan menentukan metode-metode peramalan yang akan dilakukan. Berdasar plot data metode peramalan yang digunakan antara lain simple average, single exponential smoothing, double exponential smoothing, winter's model. Dari hasil peramalan menggunakan metode-metode tersebut akan didapatkan beberapa parameter. Dengan melihat nilai MSE (*Mean Square Error*) maka dapat diperoleh metode peramalan terpilih yaitu dengan melihat nilai MSE yang kecil.

Dari syarat tersebut di atas maka metode peramalan yang terpilih untuk meramalkan kebutuhan bahan baku singkong untuk periode mendatang adalah metode peramalan winter model's, dengan nilai MSE sebesar 201,3483. Jadi jumlah kebutuhan bahan baku singkong pada periode tahun 2006 menurut hasil peramalan adalah sebanyak 4022,16 ton

### **5.3 Analisa Total Biaya Persediaan Menurut Kebijakan Perusahaan**

Berdasar perhitungan dan pengolahan data maka dapat diketahui total biaya persediaan yang dicari dengan menjumlahkan biaya pembelian dengan biaya penyimpanan dengan biaya penyimpanan. Pada tahun 2004 total biaya persediaan adalah sebesar Rp.2.722.581.620,- dengan perician biaya pembelian sebesar Rp.2.694.000.000,-, biaya penyimpanan sebesar Rp.3.741.675,- dan biaya pemesanan sebesar Rp.24.839.945.-. Untuk tahun 2005 total biaya persediaan adalah sebesar Rp.2.839.744.190,- dengan perician biaya pembelian sebesar Rp.2.811.000.000,-, biaya penyimpanan sebesar Rp.3.904.163,- dan biaya pemesanan sebesar Rp.24.840.027.-. Dan pada tahun 2006 total biaya persediaan adalah sebesar Rp.3.045.649.689,- dengan perician biaya pembelian sebesar Rp.3.016.620.000,-, biaya penyimpanan sebesar Rp.4.189.763,- dan biaya pemesanan sebesar Rp.24.839.926.-.

#### **5.4 Analisa Total Persediaan Menggunakan Sistem P**

Penggunaan analisa system P didasarkan atas adanya masa kadaluarsa singkong selama 20 hari, yang bila terjadi kerusakan dan kebusukan bahan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Berdasar hal di atas periode antar waktu pemesanan (T) yang dipilih adalah 20 hari, 15 hari dan 10 hari. Dari ketiga T akan dicari total biaya inventorynya dan kemudian akan dibandingkan, yang memiliki total inventory terendah akan menjadi T yang terpilih. Periode antar waktu pemesanan 20 hari menjadi yang terpilih karena total inventorynya kecil, yaitu pada tahun 2004 sebesar Rp.2.715.045.300,-, tahun 2005 sebesar Rp.2.832.369.810,- dan pada tahun 2006 sebesar Rp.3.038.575.370,-.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Hasil perhitungan dengan menggunakan sistem kebijakan perusahaan diperoleh total biaya persediaan pada tahun 2004 sebesar Rp.2.722.581.620,-, tahun 2005 sebesar Rp.2.839.744.190,- dan tahun 2006 sebesar Rp.3.045.649.689,-. Hasil perhitungan menggunakan system P diperoleh periode waktu antar pemesanan selama 20 hari dan total biaya persediaan pada tahun 2004 sebesar Rp.2.715.045.300,-, tahun 2005 sebesar Rp.2.832.369.810,- dan pada tahun 2006 sebesar Rp.3.038.575.370,-.

Setelah dibandingkan maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem kebijakan sistem P akan menghasilkan total biaya persediaan yang lebih kecil dari pada menggunakan system kebijakan perusahaan.

#### **6.2 Saran**

Sebaiknya perusahaan menerapkan sistem P dalam perencanaan persediaan bahan bakunya, namun pengawasan akan kualitas dan masa kadaluarsa bahan baku harus dilakukan lebih ketat sebab kualitas bahan baku yang jelek akan mengakibatkan tergangunya proses produksi dan kualitas barang jadi akan menurun serta mengakibatkan kerugian bagi perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anhyari Agus, *Manajemen Produksi Pengendalian Sistem Produksi*, Edisi Keempat, Penerbit BPFE, Yogyakarta, 1987

Elsayed A. Elsayed, Tomas O. Boucher, *Analysis And Control Of Production Systems*, Second Edition, Prentice Hall Ict., New Jersey, 1996

Forgaty, Blackstone, Hoffman, *Production and Inventory Management*, South Western Publishing Co., 1991

Sofjan Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Keempat, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UII, Jakarta, 1993

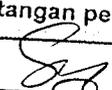
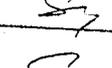
William J. Stevenson, *Production / Operations Management*, Fifth Edition, Rochester Institute of Technology, 1996

Zulian Yamit Drs. Msi, *Manajemen Persediaan*, Edisi Pertama, Penerbit Ekonosia Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta, 1999

# LAMPIRAN

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa	SORA ADY	Tandatangan : 
NPM	98522165	
Pembimbing I	D. Sumaryo	
Pembimbing II		
Ditetapkan tanggal	13-2-2006	
Mata Kuliah (DITULIS DENGAN HURUF BALOK)		
CISA PENGENDALIAN RAHAN BAKU UNTUK MEMINIMALKAN TAL BILAYA PORSEDIAAN		

Tanggal Konsultasi	Keterangan pembimbingan	Tandatangan pembimbing
12/06	ace p. proses Bab I, II	
	Bab III, IV	
	Bab V, VI	
	Abstrak	
11/06	ace	

  
 (Sumaryo)

Pembimbing II :  
 \_\_\_\_\_

Kartu ini wajib dicopy dan ditunjukkan saat mendaftar pendadaran



ENAK-GURIH-LEZAT

**Mirasa** FOOD INDUSTRI

Jl. Raya Blabak No. 470 Magelang 56551

Telp. (0293) 5505755 - Fax. (0293) 782614

## SURAT KETERANGAN

Dengan ini kami memberitahukan bahwa :

Nama : Sora Ady Waskita

NIM : 98522165

Jurusan : Teknik Industri

Asal : Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

Telah melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT. Mirasa Food Industri selama bulan September 2006.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Magelang, 1 November 2006

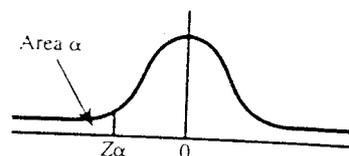
Ka. Bagian Personalia

Mei Nur Rahmawati SE

# APPENDIX B: TABLES OF STANDARD NORMAL DISTRIBUTION AND $t$ DISTRIBUTION

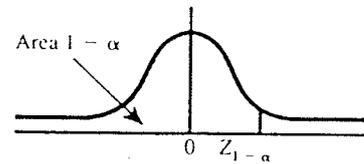
THE CUMULATIVE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION FUNCTION  
 (Note:  $.0^21350 = .001350$ )

Entry =  $P\{Z < Z_\alpha\} = \alpha$



$Z_\alpha$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
-.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-.2	.4207	.4168	.4219	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08691	.08534	.08379	.08226
-1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
-1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
-1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
-2.0	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.3	.01072	.01044	.01017	.029903	.029642	.029387	.029137	.028894	.028656	.028424
-2.4	.028198	.027976	.027760	.027549	.027344	.027143	.026947	.026756	.026569	.026387
-2.5	.026210	.026037	.025868	.025703	.025543	.025386	.025234	.025085	.024940	.024799
-2.6	.024661	.024527	.024396	.024269	.024145	.024025	.023907	.023793	.023681	.023573
-2.7	.023467	.023364	.023264	.023167	.023072	.022980	.022890	.022803	.022718	.022635
-2.8	.022555	.022477	.022401	.022327	.022256	.022186	.022118	.022052	.021988	.021926
-2.9	.021866	.021807	.021750	.021695	.021641	.021589	.021538	.021489	.021441	.021395
-3.0	.021350	.021306	.021264	.021223	.021183	.021144	.021107	.021070	.021035	.021001

THE CUMULATIVE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION FUNCTION  
 (Note:  $.9^28650 = .998650$ )



Entry =  $P\{Z < Z_{1-\alpha}\} = 1 - \alpha$

$Z_{1-\alpha}$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7703	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8661
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.97030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.9^20097	.9^20358	.9^20613	.9^20863	.9^21106	.9^21344	.9^21576
2.4	.9^21802	.9^22024	.9^22240	.9^22451	.9^22656	.9^22857	.9^23053	.9^23244	.9^23431	.9^23613
2.5	.9^23790	.9^23963	.9^24132	.9^24297	.9^24457	.9^24614	.9^24766	.9^24915	.9^25060	.9^25201
2.6	.9^25339	.9^25473	.9^25604	.9^25731	.9^25855	.9^25975	.9^26093	.9^26207	.9^26319	.9^26427
2.7	.9^26533	.9^26636	.9^26736	.9^26833	.9^26928	.9^27020	.9^27110	.9^27197	.9^27282	.9^27365
2.8	.9^27445	.9^27523	.9^27599	.9^27673	.9^27744	.9^27814	.9^27882	.9^27948	.9^28012	.9^28074
2.9	.9^28134	.9^28193	.9^28250	.9^28305	.9^28359	.9^28411	.9^28462	.9^28511	.9^28559	.9^28605
-3.0	.9^28650	.9^28684	.9^28736	.9^28777	.9^28817	.9^28856	.9^28893	.9^28930	.9^28965	.9^28999

From Isaac N. Gibra. *Probability and Statistical Inference for Scientists and Engineers*, © 1973, p. 552.  
 Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Forecast Result for P.T Mirasa Food Industri

9/13/2006 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	294								
2	309	294	15	15	15	225	4.8544	1	
3	290	301.5	-11.5	3.5	13.25	178.625	4.4099	0.2642	0.1899
4	282	297.6667	-15.6667	-12.1667	14.0556	200.8981	4.7918	-0.8656	0.2014
5	300	293.75	6.25	-5.9167	12.1042	160.4392	4.1147	-0.4888	0.1175
6	307	295	12	6.0833	12.0833	157.1513	4.0735	0.5034	0.0947
7	276	297	-21	-14.9167	13.5694	204.4594	4.6627	-1.0993	0.0873
8	285	294	-9	-23.9167	12.9167	186.8224	4.4477	-1.8516	0.1319
9	300	292.875	7.125	-16.7917	12.1927	169.8153	4.1886	-1.3772	0.0898
10	312	293.6667	18.3333	1.5417	12.875	188.2926	4.3761	0.1197	0.0461
11	322	295.5	26.5	28.0417	14.2375	239.6884	4.7615	1.9696	0.0715
12	315	297.9091	17.0909	45.1326	14.4969	244.453	4.8219	3.1133	0.1139
13	310	299.3333	10.6667	55.7993	14.1777	233.5634	4.7068	3.9357	0.1467
14	324	300.1538	23.8462	79.6454	14.9214	259.3385	4.9109	5.3376	0.2075
15	290	301.8571	-11.8571	67.7883	14.7026	250.8566	4.8522	4.6106	0.1528
16	315	301.0667	13.9333	81.7216	14.6513	247.0753	4.8236	5.5778	0.1877
17	310	301.9375	8.0625	89.7841	14.2395	235.6958	4.6846	6.3053	0.2102
18	285	302.4118	-17.4118	72.3723	14.4261	239.6649	4.7685	5.0168	0.1425
19	300	301.4445	-1.4445	70.9279	13.7049	226.4661	4.5303	5.1754	0.1381
20	312	301.3684	10.6316	81.5594	13.5431	220.4958	4.4712	6.0222	0.1573
21	330	301.9	28.1	109.6595	14.271	248.9515	4.6734	7.6841	0.1924
22	320	303.2381	16.7619	126.4214	14.3896	250.4758	4.7003	8.7856	0.2221
23	322	304	18	144.4214	14.5537	253.8178	4.7407	9.9233	0.2532
24	330	304.7826	25.2174	169.6387	15.0173	270.4308	4.8669	11.2962	0.2883
25		305.8333							
26		305.8333							
27		305.8333							
28		305.8333							
29		305.8333							
30		305.8333							
31		305.8333							
32		305.8333							
33		305.8333							
34		305.8333							
35		305.8333							
36		305.8333							
CFE		169.6387							
MAD		15.0173							
MSE		270.4308							
MAPE		4.8669							
Trk.Signal		11.2962							
R-sqaure		0.2883							

Forecast Result for P.T Mirasa Food Industri

9/13/2006 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	294								
2	309	294		15	15				
3	290	299.4	-9.4	5.6	12.2	156.6799	4.8544	1	1
4	282	296.016	-14.016	-8.416	12.8053	169.936	4.0479	0.459	0.1676
5	300	290.9702	9.0298	0.6138	11.8614	147.8301	4.3553	-0.6572	0.1001
6	307	294.2209	12.7791	13.3928	12.045	150.9297	4.019	0.0517	0.0900
7	276	298.8214	-22.8214	-9.4286	13.841	212.5776	4.0477	1.1119	0.1411
8	285	290.6057	-5.6057	-15.0343	12.6646	186.6985	4.7512	-0.6812	0.0719
9	300	288.5876	11.4124	-3.6219	12.508	179.6414	4.3534	-1.1871	0.1061
10	312	292.6961	19.3039	15.6819	12.508	201.0857	4.2848	-0.2896	0.105
11	322	299.6455	22.3545	38.0364	13.2631	230.9495	4.4961	1.1824	0.1019
12	315	307.6931	7.3069	45.3433	14.1723	214.8078	4.7408	2.6839	0.1445
13	310	310.3236	-0.3236	45.0197	13.5481	196.9158	4.5207	3.3468	0.2187
14	324	310.2071	13.7929	58.8126	12.4461	196.4026	4.1526	3.6172	0.287
15	290	315.1725	-25.1725	33.64	12.5497	227.635	4.1607	4.6864	0.3284
16	315	306.1104	8.8896	42.5296	13.4513	217.7276	4.4835	2.5009	0.3431
17	310	309.3107	0.6893	43.2189	13.1472	204.1494	4.3727	3.2349	0.3517
18	285	309.5588	-24.5588	18.6601	12.3686	227.6192	4.1133	3.4942	0.3723
19	300	300.7177	-0.7177	17.9424	13.0857	215.0023	4.3783	1.426	0.3357
20	312	300.4593	11.5407	29.4832	12.3986	210.6963	4.1483	1.4471	0.3346
21	330	304.614	25.386	54.8692	12.3534	232.384	4.1247	2.3866	0.3332
22	320	313.7529	6.2471	61.1163	13.005	223.1765	4.3031	4.2191	0.3044
23	322	316.0019	5.9981	67.1144	12.6832	214.6675	4.1911	4.8187	0.3277
24	330	318.1612	11.8388	78.9532	12.3794	211.4279	4.0853	5.4215	0.3545
25		322.4232			12.3559		4.0636	6.3899	0.3733
26		322.4232							
27		322.4232							
28		322.4232							
29		322.4232							
30		322.4232							
31		322.4232							
32		322.4232							
33		322.4232							
34		322.4232							
35		322.4232							
36		322.4232							

CFE 78.9532  
MAD 12.3559  
MSE 211.4279  
MAPE 4.0636  
Trk.Signal 6.3899  
R-sqaure 0.3733

Alpha=0.36  
F(0)=294

Forecast Result for P.T Mirasa Food Industri

9/13/2006 Month	Actual Data	Forecast b DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	294								
2	309	294	15	15	15	225	4.8544	1	1
3	290	299.766	-9.766	5.234	12.383	160.1873	4.111	0.4227	0.168
4	282	296.8445	-14.8445	-9.6105	13.2035	180.245	4.4953	-0.7279	0.1233
5	300	290.7164	9.2836	-0.327	12.2235	156.7299	4.1451	-0.0267	0.1086
6	307	293.4001	13.5999	13.2729	12.4988	162.3751	4.2021	1.0619	0.1585
7	276	299.0154	-23.0154	-9.7426	14.2516	223.5977	4.8916	-0.6836	0.0849
8	285	290.9792	-5.9792	-15.7217	13.0698	196.7624	4.4925	-1.2029	0.1176
9	300	287.5204	12.4796	-3.2421	12.996	191.6348	4.4509	-0.2495	0.1263
10	312	291.8181	20.1819	16.9398	13.7945	215.5988	4.6751	1.228	0.124
11	322	300.1966	21.8034	38.7433	14.5954	241.5778	4.8847	2.6545	0.1639
12	315	309.7877	5.2123	43.9556	13.7424	222.086	4.5911	3.1985	0.2538
13	310	313.1762	-3.1762	40.7794	12.8618	204.4196	4.2939	3.1706	0.3471
14	324	312.4446	11.5554	52.3347	12.7614	198.9663	4.2379	4.101	0.3864
15	290	316.7809	-26.7809	25.5539	13.7627	235.984	4.5948	1.8567	0.4179
16	315	307.1125	7.8875	33.4414	13.3711	224.3993	4.4554	2.501	0.4205
17	310	308.7483	1.2517	34.6931	12.6136	210.4723	4.2022	2.7505	0.4351
18	285	309.4657	-24.4657	10.2275	13.3108	233.3015	4.46	0.7684	0.3977
19	300	300.1646	-0.1646	10.0628	12.5804	220.3418	4.2153	0.7999	0.3976
20	312	298.7583	13.2417	23.3045	12.6152	217.9734	4.2168	1.8473	0.3946
21	330	303.6453	26.3547	49.6592	13.3022	241.8032	4.4053	3.7332	0.3513
22	320	314.4817	5.5183	55.1775	12.9316	231.7388	4.2776	4.2669	0.3733
23	322	318.1677	3.8323	59.0098	12.518	221.8728	4.1373	4.714	0.4059
24	330	320.1731	9.8269	68.8366	12.4009	216.4247	4.0868	5.5509	0.4254
25		324.2401							
26		324.2401							
27		324.2401							
28		324.2401							
29		324.2401							
30		324.2401							
31		324.2401							
32		324.2401							
33		324.2401							
34		324.2401							
35		324.2401							
36		324.2401							

CFE 68.8366  
MAD 12.4009  
MSE 216.4247  
MAPE 4.0868  
Trk.Signal 5.5509  
R-sqaure 0.4254  
Alpha=0.62  
F(0)=294  
F'(0)=294

