

**PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU
MENGUNAKAN PROSES MARKOV
(Studi Kasus di CV.ENYN.N Leather Handicraft)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri



Disusun Oleh:

Nama : Indra Rifani Ohorella

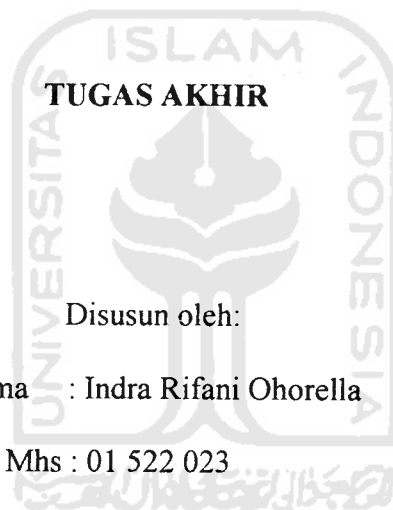
Nomor Mahasiswa : 01 522 023

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

2007

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN PERSEDIAN BAHAN BAKU
MENGUNAKAN PROSES MARKOV
(Studi Kasus di CV. ENY.N Leather Handicraft)**



Disusun oleh:

Nama : Indra Rifani Ohorella

No. Mhs : 01 522 023

Jogjakarta, 6 November 2007

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elisa Kusrini', is written over a horizontal line.

(Ir. Elisa Kusrini, MT)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PERENCANAAN PERSEDIAN BAHAN BAKU
MENGGUNAKAN PROSES MARKOV
(Studi Kasus di CV. ENYN.N Leather Handicraft)**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, 1 Desember 2007

Tim Penguji

Ir. Elisa Kusriani, MT
Ketua

Ir. Ali Parkhan, MT
Anggota I

Agus Mansur, ST, M.eng.SC
Anggota II

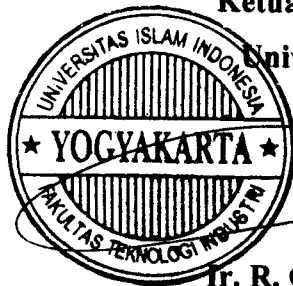
Name

Chairul Saleh

Agus

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia**



Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan ibu tercinta,

Kakaku ,

dan Kedua adikku.

MOTTO

*Ketika Ibu melahirkan, engkau menangis sedangkan orang
disekelilingmu gembira. Maka berusahalah untuk dirimu sendiri.
Hingga saat ajal telah sampai, disaat orang di sekelilingmu menangis
tersedu, maka mayatmu tersenyum simpul*

(Mutiarahadist)

*Dengan ilmu kehidupan menjadi mudah, dengan seni kehidupan menjadi indah,
dan dengan agama kehidupan menjadi lebih bermakna dan terarah.*

(H. A. Mukti Ali)

*Bila seluruh pohon yang ada di bumi dijadikan pena
Dan air samudra dijadikan tinta ditambah tujuh samudra yang lain,
Ilmu Allah tidak akan habis,
Allah Mahaperkasa dan Mahabijaksana*

(AL-Luqman; 27)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul “Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Proses Markov”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa guna mencapai gelar kesarjanaannya di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun telah banyak menerima bantuan, petunjuk, dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tuaku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil
2. Ibu Ir. Elisa Kusriani, MT, selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar telah membimbing, memberi arahan dan petunjuk kepada penyusun hingga terselesaikannya naskah tugas akhir ini.
3. Mba Fitri Hartanti, ST, selaku Staaf Administrasi CV. Eny.N Leather Handrycraft, atas ijin dan bimbingannya dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini.
4. Seluruh pihak yang telah membantu, mendukung, dan memberi motivasi kepada penyusun yang tidak bisa penyusun sebut satu persatu

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan yang terbaik dalam menyelesaikan naskah ini. Namun kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan naskah ini. Akhirnya penyusun berdoa dan berharap semoga naskah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, November 2007



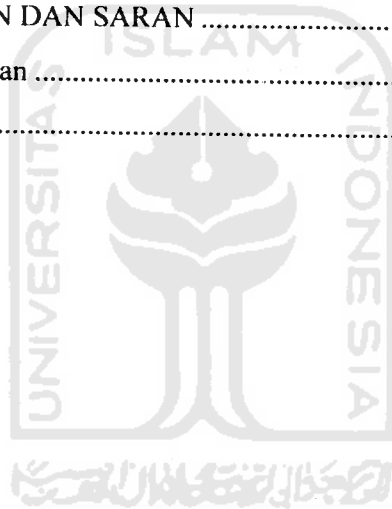
Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAKSI	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
i.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. Kajian Pustaka	6
2.1. Kajian Deduktif.....	6
2.2. Kajian Induktif	7
2.2.1. Konsep Dasar Persediaan.....	7
2.2.2. Fungsi Persediaan	9
2.2.3. Masalah Umum Persediaan.....	9
2.2.4. Sistem Pengendalian Persediaan.....	11
2.2.5. Pengendalian Persediaan dalam Kondisi Tidak Tentu dan Ada Pemesanan.....	12
2.2.6. Pengendalian Persediaan Menggunakan Proses Markov	14

2.2.7. Pengembangan Model.....	16
2.3. Peramalan	23
2.3.1. Konsep Peramalan.....	23
2.3.2. Horison Waktu Peramalan (<i>Forecasting Time series</i>).....	24
2.3.3. Teknik-teknik Peramalan Data Runtut Waktu	26
2.4. Lingo 8.0	28
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Obyek Penelitian.....	29
3.2. Tahap Penelitian	29
3.3. Teknik Pengumpulan Data	30
3.4. Data Yang Dibutuhkan	31
3.5. Pengolahan dan Analisa Data	32
3.6. <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	33
BAB IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1. Pengumpulan Data	34
4.1.1. Gambaran Perusahaan	34
4.1.2. Data Kebutuhan Bahan Baku	34
4.1.2.1. Data Permintaan Barang.....	35
4.1.2.2. Data Biaya-biaya Persediaan	37
4.2. Pengolahan Data.....	38
4.2.1. Biaya Yang Mendukung Perhitungan <i>Inventory Cost</i>	38
4.2.2. Kebutuhan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan ...	39
4.2.2.1. Peramalan Kebutuhan bahan baku	39
4.2.2.2. Pengolahan Data Dengan Prosee Markov	40
4.2.2.2.1. Distribusi Probabilitas	41
4.2.2.2.2. Identifikasi Persamaan Batasan Kasus	42
4.2.2.2.3. Mencari Persamaan <i>Steady State</i>	43
4.2.2.2.4. Menentukan Persediaan dan Pemesanan	47

4.2.3. Kebutuhan Bahan Baku Menurut Rancanagn Usulan.....	48
4.2.3.1. Peramalan Kebutuhan bahan baku	48
4.2.3.2. Pengolahan Data Dengan Prosee Markov	50
4.2.3.2.1. Distribusi Probabilitas	51
4.2.3.2.2. Identifikasi Persamaan Batasan Kasus	52
4.2.3.2.3. Mencari Persamaan <i>Steady State</i>	53
4.2.3.2.4. Menentukan Persediaan dan Pemesanan	57
BAB V. PEMBAHASAN	59
5.1. Inventory Menurut Kebijakan Perusahaan.....	59
5.2. Inventory Menurut Rancangan Usulan	60
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	62
6.1. Kesimpulan	62
6.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Permintaan Produk Jadi Tahun 2006	35
Tabel 4.2. Data Kebutuhan bahan Bku Kulit tahun 2006	36
Tabel 4.3. Hasil Forecast Kebutuhan bahan Baku tahun 2007	40
Tabel 4.4. Distribusi Probabilitas Jumlah Kebutuhan Bahan Baku.....	41
Tabel 4.5. Total Biaya untuk Setiap pasangan I dan X.....	43
Tabel 4.6. Nilai Setiap Variabel.....	46
Tabel 4.7. Nilai Setiap Variabel $P(X/I)$	47
Tabel 4.8. Nilai Variable Biaya Setiap Periode	47
Tabel 4.9. Hasil Forecast Kebutuhan bahan Baku tahun 2007	49
Tabel 4.10. Akurasi Peramalan Kebutuhan Bahan Baku.....	49
Tabel 4.11. Hasil Peramalan Kebutuhan Bahan Baku	50
Tabel 4.12. Distribusi Probabilitas Jumlah Kebutuhan Bahan Baku	51
Tabel 4.13. Total Biaya untuk Setiap pasangan I dan X.....	53
Tabel 4.14. Nilai Setiap Variabel.....	56
Tabel 4.15. Nilai Setiap Variabel $P(X/I)$	57
Tabel 4.16. Nilai Variable Biaya Setiap Periode	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Pola <i>Inventory</i> Probabilistik <i>Periodic Review</i>	13
Gambar 2.2. Grafik Pola <i>Inventory</i> Probabilistik <i>Continuous Review</i>	14
Gambar 2.3. Grafik Hubungan Biaya Pemesanan Dan Penyimpanan	22
Gambar 4.1. Plot Data Kebutuhan Bahan Baku.....	48



ABSTRAKSI

Pengelolaan persediaan (*inventory*) yang tepat merupakan keharusan sebuah perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen. Perencanaan persediaan yang tepat dapat dilakukan dengan penentuan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan persediaan yang tepat. Pada umumnya, pengelolaan yang kurang baik tentang *inventory* akan menimbulkan peningkatan biaya *inventory*, maka permintaan dari pihak konsumen tidak terpenuhi. Hal ini akan berdampak hilangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan, dan pada akhirnya mengurangi keuntungan yang diperoleh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah pemesanan dalam setiap periode pemesanan dan mengetahui waktu pemesanan ulang yang tepat agar total biaya optimal. Objek yang diteliti berupa produk-produk olahan kulit dari tahap perencanaan persediaan produksi sehingga didapat perbaikan dalam manajemen persediaan yang ada.

Data yang digunakan adalah data primer berupa pertanyaan yang diajukan terhadap pihak yang berhubungan dengan penelitian dan data sekunder melalui buku, referensi, literature, maupun artikel yang berhubungan dengan penelitian ini. Data tersebut meliputi *inventory* gudang, periode pemesanan, jumlah pemesanan, demand, biaya simpan, biaya pesan, biaya kekurangan persediaan, *lead time* dan harga bahan baku. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh *inventory* yang optimal adalah dengan proses markov.

Dengan menggunakan proses markov diperoleh jumlah pemesanan, waktu pemesanan dan total *inventory cost* yang stabil pada setiap level (*steady state*). Menurut kebijakan perusahaan pada saat *inventory* sama dengan nol melakukan pemesanan sebanyak 5667 feet dengan total *inventory cost* Rp 1.095.000,-; dan menurut rancangan usulan pada saat *inventory* sama dengan nol melakukan pemesanan sebanyak 5671 feet dengan total *inventory cost* Rp 1.075.000,-.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia industri yang berlangsung dengan cepat dalam berbagai bidang menyebabkan semakin meningkatnya persaingan diantara perusahaan untuk memperebutkan konsumen. Waktu pengiriman yang tepat merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan untuk memenuhi keinginan konsumen. Pemenuhan pengiriman sangat ditunjang oleh faktor ketersediaan di gudang. Sedangkan ketersediaan produk sendiri sangat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku. Sehingga dalam hal ini persediaan mempunyai peranan yang sangat penting untuk memberikan pelayanan yang terbaik kepada konsumen.

Dalam sistem manufaktur maupun non-manufaktur persediaan merupakan faktor yang memicu peningkatan biaya. Meskipun demikian persediaan sangat diperlukan karena dalam kondisi nyata, kebutuhan atau permintaan konsumen dapat bersifat tidak pasti. Menetapkan jumlah persediaan yang terlalu banyak akan berakibat pemborosan dalam biaya simpan. Tetapi apabila terlalu sedikit akan mengakibatkan hilangnya kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan jika permintaan nyatanya lebih besar dari permintaan yang diperkirakan.

Oleh karena persediaan merupakan kekayaan perusahaan yang mempunyai peranan penting dalam operasi bisnis, maka perusahaan perlu melakukan manajemen persediaan proaktif, artinya perusahaan harus mampu mengantisipasi keadaan maupun tantangan yang ada dalam manajemen persediaan untuk mencapai sasaran akhir dari manajemen persediaan, yaitu untuk meminimasi total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk penanganan persediaan.

Perencanaan persediaan yang tepat dapat dilakukan dengan penentuan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan persediaan yang tepat. Penentuan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan perlu didukung oleh informasi yang tepat, baik dari pihak pemasok maupun pihak pengguna produk. Pada umumnya, pengelolaan yang kurang baik tentang *inventory* akan menimbulkan peningkatan biaya *inventory*, hilangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan, dan pada akhirnya mengurangi keuntungan yang dihasilkan.

Hal yang sering terjadi, biasanya perusahaan tidak dapat menentukan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan yang tepat. Apabila kekurangan persediaan, maka pembeli akan merasa kecewa dan hilang rasa percaya konsumen terhadap perusahaan, sebaliknya, kelebihan *inventory* menyebabkan peningkatan biaya simpan. Faktor ketidakpuasan pelanggan terhadap perusahaan dan pengeluaran biaya yang tidak efektif seharusnya diminimalkan untuk mendapatkan keuntungan yang optimal.

CV. ENYN.N *Leather Handicraft* dalam mengoperasikan perusahaanya juga mengalami berbagai masalah, salah satunya adalah mengenai jumlah bahan baku yang disediakan agar proses produksi tidak terganggu, oleh karena itu perlu

adanya pengawasan persediaan bahan baku dengan melakukan pengendalian bahan baku agar tidak terjadi kelebihan ataupun kekurangan bahan baku.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan jumlah *inventory* yang optimal adalah dengan proses *markov*. Proses *markov* merupakan sebuah sistem sthokastik dimana pemunculan suatu keadaan di masa mendatang bergantung pada keadaan yang segera mendahuluinya dan hanya bergantung pada itu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, permasalahan yang dapat diangkat adalah :

1. Berapakah jumlah item produk yang harus dipesan dalam setiap periode pemesanan?
2. Kapan waktu pemesanan ulang yang tepat agar total biaya persediaan optimal?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar tidak terlalu luas, maka penelitian mengambil objek dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada pengendalian persediaan bahan baku dengan produk yang dihasilkan berupa kerajinan dari kulit yang diproduksi oleh perusahaan.

2. Sistem yang akan dioptimalkan dibatasi pada waktu pemesanan dan total biaya dalam setiap periode review.
3. Dalam penelitian ini, permintaan, periode pemesanan, daya tampung gudang, biaya pesan, biaya kekurangan persediaan, biaya simpan dan biaya produksi sebagai faktor yang mempengaruhi persediaan kebutuhan bahan baku.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jumlah pemesanan dalam setiap periode pemesanan.
2. Menentukan waktu pemesanan ulang yang tepat agar total biaya persediaan optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan mendapat manfaat berupa :

1. Mendapatkan suatu pemecahan masalah yang dapat digunakan perusahaan agar biaya persediaan dan harga jual produk menjadi minimal, sehingga dapat bersaing dengan kompetitor lain.
2. Konsumen bisa mendapatkan barang yang diinginkan pada waktu, jumlah dan harga yang tepat, sehingga kebutuhan konsumen terpenuhi dan terpuaskan.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan dan pembahasan pokok permasalahan dan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB II. Landasan Teori

Bab ini akan menjelaskan secara singkat mengenai teori-teori yang mendasari penelitian serta konsep dasar untuk memecahkan masalah dalam penelitian dan tinjauan dari penelitian sebelumnya yang sesuai dengan permasalahan.

BAB III. Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan kerangka pemecahan masalah yang akan digunakan, objek penelitian, dan alat analisis yang digunakan.

BAB IV. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini berisi data-data yang diperlukan untuk melakukan pengolahan data untuk menyelesaikan masalah.

BAB V. Pembahasan

Bab ini akan dilakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil pengolahan data mentah, yang berisi pembahasan tentang hasil pengukuran.

BAB VI. Penutup

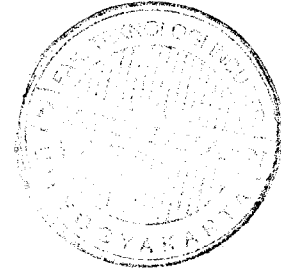
Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil yang diperoleh dari perhitungan dan analisa pemecahan masalah.

Daftar Pustaka

Lampiran

BAB II

KAJIAN PUSTAKA



2.1 Kajian Deduktif

Persediaan merupakan salah satu pos modal kerja yang cukup penting karena kebanyakan modal usaha perusahaan adalah dari persediaan. Pada perusahaan industri, persediaan tersebut dapat berupa bahan mentah (*RawMaterial*), barang dalam proses (*Work in Process*) maupun barang jadi (*Finished good*). Kekurangan atau kelebihan persediaan merupakan gejala yang kurang baik. Kekurangan dapat berakibat larinnya langganan sedangkan kelebihan persediaan dapat berakibat pemborosan atau tidak efisien. Oleh karena itu manajemen perusahaa berusaha agar jumlah persediaan yang ada dapat menjamin kelancaran proses produk sehingga *total cost* yang berhubungan dengan persediaan dapat minimal.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang relevan mengenai persediaan bahan baku yang dilakukan oleh Anggit Wintolo (2006) dengan judul "Penentuan Persediaan Bahan Baku Yang Optimal Pada CV. ENNY.N Leather Bantul Yogyakarta". Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan perhitungan metode EOQ dibutuhkan bahan baku untuk tahun 2005 sebanyak 3562 feet dengan frekunesi pembelian 20 kali dalam satu tahun dengan total biaya sebesar 1.853.664,-. Sedangkan menurut perusahaan pembelian bahan baku pada

tahun 2005 sebesar 2812 feet, dengan frekuensi 25 kali dalam satu tahun dengan total biaya sebesar Rp. 1.906.053,- sehingga terjadi penghematan sebesar Rp 52.389,-.

2.2 Kajian Induktif

2.2.1 Konsep dasar persediaan

Pengendalian persediaan merupakan salah satu kegiatan dari urutan kegiatan-kegiatan dalam seluruh operasi produksi sesuai yang direncanakan baik waktu, jumlah, kualitas maupun biaya. Kegiatan pengendalian persediaan meliputi perencanaan persediaan, *scheduling* untuk pemesanan, pengaturan dan penyimpanan serta lainnya (Didi Samanhudi, 2005).

Persediaan bahan (barang) pada perusahaan manufaktur dan jasa merupakan bagian yang penting dalam menunjang operasi perusahaan. Persediaan yang terdapat di dalam perusahaan merupakan bagian dari aset (kekayaan) perusahaan. Ciri khas model *inventory* adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya seoptimal mungkin.

Beberapa pengertian persediaan diuraikan sebagai berikut:

1. Persediaan adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut, yaitu kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi, ataupun kegiatan konsumsi (A. Hakim Nasution, 1999).
2. Persediaan merupakan simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi yang merupakan sebuah investasi

modal yang dibutuhkan untuk menyimpan material pada kondisi tertentu (Lalu Sumayang, 2003).

3. Persediaan adalah kekayaan lancar yang terdapat dalam perusahaan yang berbentuk bahan mentah, barang setengah jadi maupun barang jadi (Prawirosono, 2000).

Bentuk persediaan yang terdapat dalam perusahaan dapat dibedakan menurut cara dan maksud pembeliannya (Assauri, 1993), yakni sebagai berikut:

1. *Batch Stock* atau *Lost Size Inventory*

Batch stock adalah persediaan dalam jumlah yang lebih besar dari jumlah yang diperlukan, karena diangkut dalam bulk (besar-besaran).

Manfaat yang diperoleh dengan *lost size inventory* antara lain:

- a. Memperoleh potongan (*quantity discount*).
- b. Memperoleh efisiensi produksi karena lancarnya produksi.
- c. Biaya angkut per unit lebih murah

2. *Fluctuation Stock*

Adalah persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang tidak dapat diramalkan.

3. *Anticipation Stock*

Anticipation stock adalah persediaan yang diadakan untuk mengantisipasi permintaan yang fluktuasinya dapat diramalkan, misalnya pola produksi didasarkan pola musiman.

2.2.2. Fungsi Persediaan

Persediaan timbul disebabkan oleh tidak sinkronnya permintaan dengan penyediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan bahan baku dan waktu proses, maka diperlukan persediaan. Terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan, yaitu faktor waktu, bias terjadi adanya ketidakpastian waktu datang, faktor ketidakpastian penggunaan dalam pabrik, dan faktor ekonomis.

Faktor waktu menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang jadi sampai kepada konsumen, oleh sebab itulah maka persediaan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan selama waktu tunggu (*lead time*).

2.2.3. Masalah Umum Persediaan

Dalam menentukan kebijakan persediaan, masalah yang dihadapi perusahaan dapat dibedakan menjadi dua jenis (Sri Joko, 2004), yaitu:

1. Masalah kuantitatif, yaitu hal-hal yang berkaitan dengan penentuan kebijakan perusahaan, antara lain:
 - a. Berapa banyak jumlah barang yang akan dipesan/dijual.
 - b. Kapan pemesanan/pembuatan barang harus dilakukan.
 - c. Berapa jumlah persediaan yang aman.
 - d. Metode pengendalian mana yang paling tepat.

2. Masalah kualitatif, yaitu hal-hal yang berkaitan dengan sistem pengoperasian persediaan yang akan menjamin kelancaran pengelolaan sistem persediaan seperti:

- a. Jenis barang apa yang perlu dimiliki.
- b. Dimana barang tersebut harus ada.
- c. Bagaimana barang akan dipesan.
- d. Siapa yang menjadi pemasok masing-masing item.

Tujuan sistem pengendalian persediaan adalah mencari jawaban optimal, baik terhadap masalah-masalah kuantitatif maupun masalah-masalah kualitatif sehingga persediaan barang yang ada dapat berfungsi seperti yang diharapkan. Secara terperinci tujuan pengendalian persediaan (Assauri, 1993), adalah sebagai berikut:

1. Menjaga perusahaan dari kekurangan persediaan yang dapat mengakibatkan terhentinya kegiatan produksi.
2. Menjaga persediaan perusahaan tidak terlalu besar sehingga dapat menekan biaya persediaan.
3. Menghindari pembelian dalam partai kecil yang mengakibatkan banyaknya biaya pemesanan.

Untuk mengukur kinerja sistem persediaan secara optimal dilakukan dengan cara memaksimalkan keuntungan yang dapat dicapai. Penggunaan biaya sebagai ukuran kinerja ini mengandung arti bahwa sistem persediaan tidak akan mengurangi keuntungan yang dicapai oleh sistem usaha secara keseluruhan.

2.2.4. Sistem Pengendalian Persediaan

Sistem pengendalian persediaan adalah struktur untuk mengawasi tingkat persediaan yang dilakukan dengan cara menentukan berapa jumlah barang yang akan dipesan (*the level of replenishment*) dan kapan waktu memesannya. Ada dua macam sistem persediaan dasar, yaitu kontinuous sistem (*fixed order quantity system*) dan periodik sistem (*fixed time period system*). Perbedaan utama kedua sistem ini adalah: dalam kontinuous sistem, pemesanan barang dilakukan dalam jumlah yang sama ketika jumlah persediaan berkurang dalam satu tingkat tertentu. Sedangkan dalam sistem periodik, pesanan dilakukan dalam jumlah yang berbeda dalam jangka waktu yang sama (Sri Joko, 2004).

A. Sistem persediaan kontinuous, sering juga disebut sebagai sistem pemesanan dalam jumlah yang tetap (*fix order quantity system*). Dalam sistem persediaan ini, catatan tingkat persediaan tiap item akan selalu disesuaikan secara kontinyu. Ketika tingkat persediaan di gudang berkurang sampai tingkat tertentu, maka akan dilakukan pemesanan ulang ke pihak supplier. Pesanan ini bertujuan untuk menggantikan persediaan yang terpakai. Pemesanan yang dilakukan dalam jumlah yang tetap ini bertujuan untuk meminimalkan biaya pengangkutan, biaya pemesanan, dan biaya kekurangan bahan baku.

Keuntungan dari sistem kontinue ini adalah tingkat persediaan dilihat secara kontinyu dan teliti, sehingga memudahkan mengetahui tingkat persediaan. Sedangkan kelemahan dari sistem ini adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk mencatat secara kontinyu jumlah persediaan di gudang.

B. Sistem persediaan periodik, sering disebut juga sebagai *system fixed time period* atau *periodic review system*. Persediaan di gudang dihitung dalam jangka waktu tertentu, contohnya setiap minggu atau bulan. Setelah jumlah barang diketahui, pemesanan barang kembali dilakukan untuk mengembalikan jumlah barang yang ada di gudang seperti jumlah yang diinginkan. Dalam sistem ini, persediaan barang tidak diawasi dalam setiap waktu diantara waktu pemesanan, sehingga biaya yang dikeluarkan tidak terlalu banyak dibandingkan sistem persediaan kontinyu.

Kelemahan menggunakan sistem ini yaitu pengawasan secara langsung yang kurang teliti. Sistem periodik ini menghasilkan tingkat persediaan yang lebih besar dibandingkan sistem kontinyu, yang bertujuan untuk menjaga kekurangan persediaan dalam periode tersebut. Sehingga sistem ini memerlukan perkiraan jumlah pesanan dalam setiap period.

2.2.5. Pengendalian Persediaan dalam Kondisi Tidak Tentu dan Ada Pemesanan

Dalam pengendalian persediaan terdapat 2 kondisi permintaan yang disertai dengan adanya pemesanan kembali (Rangkuti, 2002), yaitu:

1. Permintaan dalam kondisi tetap.
2. Permintaan dalam kondisi tidak tetap atau tidak tentu.

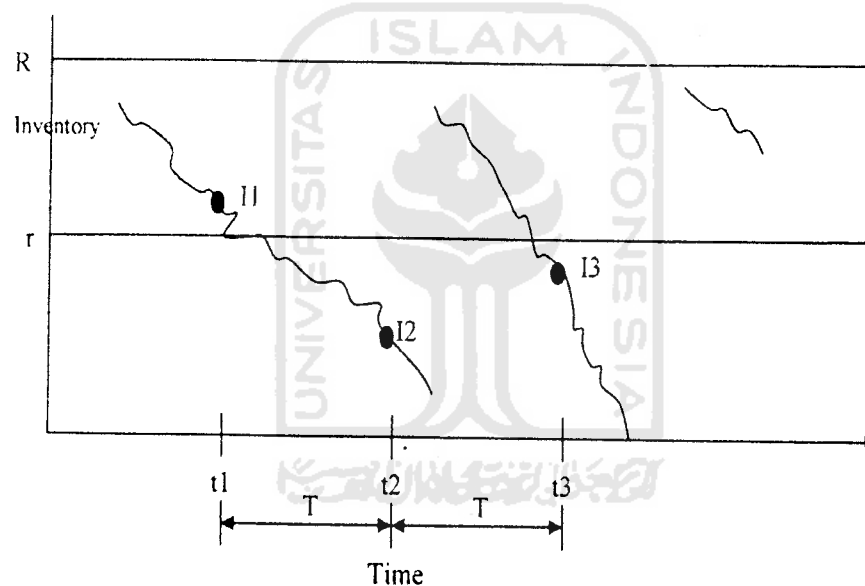
Dengan asumsi bahwa tingkat permintaan diketahui, dapat dibuat sebuah hipotesis bahwa untuk mengetahui permintaan tersebut dengan probabilitas

distribusi dari permintaan selama periode tertentu. Setelah diketahui permintaan, maka dapat dihitung *reorder point* atau titik balik pemesanan.

Untuk menghitung *reorder point* atau titik pemesanan kembali terdapat beberapa kemungkinan yang dapat terjadi antara lain:

1. Kemungkinan untuk kehabisan persediaan.
2. Kemungkinan untuk kehilangan penjualan.

Dari keterangan diatas dapat digambarkan suatu grafik untuk menunjukkan suatu pola persediaan sebagai berikut (Johnson & Montgomery, 1973):

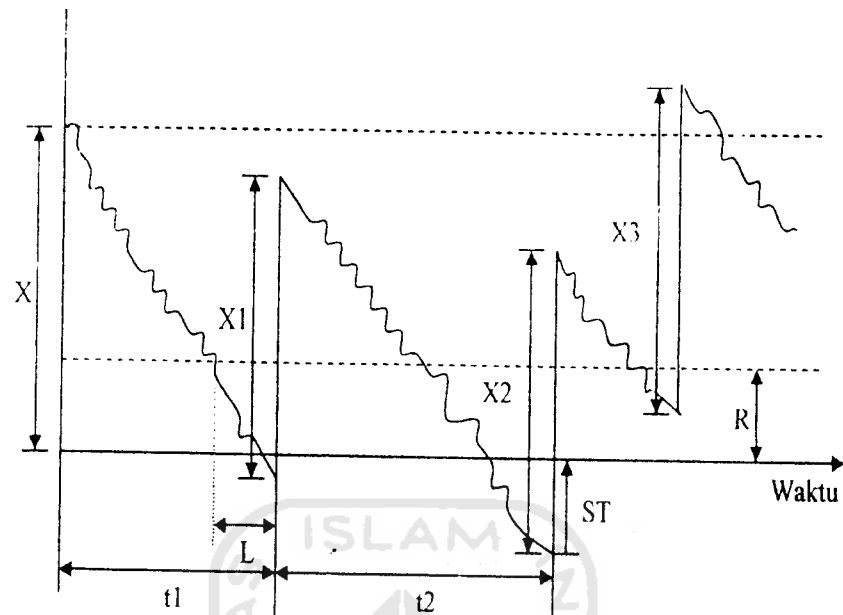


Gambar 2.1. Grafik Pola *Inventory* Probabilistik *Periodic Review*

Dimana : I_t = *Inventory* periode t

R = *Inventory* maksimum

r = Titik pemesanan ulang



Gambar 2.2. Grafik Pola *Inventory* Probabilistik *Continuous Review*

Dimana : X_i = Jumlah pemesanan

T = Waktu pemesanan

L = *Lead time*

ST = *Stock out*

R = *Reorder level*

2.2.6. Pengendalian Persediaan Menggunakan Proses *Markov*

Sebuah proses *markov* adalah sebuah sistem stokhastik dimana pemunculan suatu keadaan di masa mendatang bergantung pada keadaan yang segera mendahuluinya dan hanya bergantung pada itu (Taha, 1997).

Bilangan-bilangan bulat positif dari selang waktu ketika proses perpindahan dimulai menyatakan tahap-tahap proses, yang jumlahnya dapat berhingga atau tak berhingga. Jika jumlah keadaannya berhingga atau tidak berhingga dapat dihitung (*countably infinite*), maka proses *markov* yang bersangkutan membentuk suatu rangkaian *markov*.

Probabilitas perpindahan dari keadaan i ke j , disimbolkan P_{ij} . Untuk suatu rantai *markov* dengan N keadaan (dimana N adalah suatu bilangan bulat positif), maka matriks $P = [P_{ij}]$ yang berukuran $N \times N$ adalah matriks stokhastik atau matriks transisi yang berkaitan dengan proses itu. Jumlah nilai dari elemen-elemen dalam tiap baris matriks P ini harus 1.

Jika suatu keadaan berpindah dan menjadi keadaan semula, maka kondisi ini dinamakan kondisi *steady state*, yang dapat dimodelkan dengan $Y \times A = Y$. Pada kondisi ini A dinamakan sebagai matriks identitas. Parameter-parameter yang digunakan dalam pengendalian persediaan dengan proses *markov* ini adalah sebagai berikut (Jhonson & Montgomery, 1973):

$P(X/I)$ = probabilitas memesan sebanyak X jika level *inventory* mencapai I

R = *inventory* maksimum

P_{ij} = probabilitas untuk berpindah dari keadaan awal i ke keadaan akhir j

D = *demand* (permintaan)

A = biaya/sekali pesan

H = fungsi biaya simpan

ST	= jumlah <i>stock-out</i>
S(ST)	= fungsi biaya <i>stock out</i>
T	= periode pemesanan
I	= <i>inventory</i> (jumlah persediaan)
X	= jumlah pemesanan
L	= <i>lead time</i>

2.2.7. Pengembangan Model

Dasar dari pengembangan model yang dilakukan adalah menentukan jumlah pemesanan yang optimal, yang merupakan selisih dari *inventory* maksimum (R) dan *level inventory* pada suatu periode. Jika *level inventory* saat itu lebih kecil atau sama dengan titik pemesanan ulang (*reorder*). Pemeriksaan terhadap *level inventory* dilakukan setiap T period sekali, dan selama periode T, kekurangan persediaan karena permintaan lebih tinggi dari persediaan dianggap hilang (*lost sales*).

Langkah awal dari pengembangan model yang dilakukan adalah menentukan probabilitas memesan sebesar X, jika *level inventory* mencapai I, atau dapat dirumuskan sebagai berikut (Jhonson & Montgomery, 1973):

$$\sum_{x=0}^{\infty} P(X/I) = 1 \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$0 \leq P(X/I) \leq 1$$

dengan : P(X/I) = probabilitas memesan sebanyak X jika *level inventory* mencapai I

R = *inventory* maksimum

Model *inventory* adalah model yang kontinyu, akan tetapi dapat didekati dengan model diskrit. Hal ini dapat dibuktikan pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{T} \left(\int_0^T (-Dx + Q) dx \right) \quad , Q = DT \\
 &= \frac{1}{T} x \left[-D \int_0^T x dx + \int_0^T Q dx \right] \\
 &= \frac{1}{T} x \left(-D \left[\frac{1}{2} x^2 \right]_0^T + [Qx]_0^T \right) \\
 &= \frac{1}{T} x \left[-D \left(\frac{T^2}{2} \right) + TQ \right] \\
 &= \frac{-DT}{2} + Q \\
 &= \frac{-Q}{2} + Q \\
 I &= \frac{Q}{2}
 \end{aligned}$$

Dimana : I = *inventory*

D = *demand*

Q = kuantitas pemesanan

Pendekatan ini akan dilakukan dengan proses *markov*. Apabila pada suatu akhir periode terdapat *inventory* sebesar *j* karena pada awal periode terdapat *inventory* awal sebesar *I*, maka probabilitas terjadinya kondisi itu, yang biasa disimbolkan dengan a_{ij} , dapat digambarkan sebagai probabilitas transisi dalam proses *markov*.

Sehingga:

$$\sum_{j=0}^R a_{ij} = 1, \forall i \dots\dots\dots(2.2)$$

$$0 \leq a_{ij} \leq 1$$

Dari persamaan (2.1) dan (2.2), dapat dirumuskan besarnya *demand* yang terjadi adalah:

$$D = i + X - j \dots\dots\dots(2.3)$$

Apabila dalam sebuah periode persamaan dikehendaki bahwa *level inventory* pada akhir periode perencanaan mencapai 0, maka *demand* yang terjadi harus lebih sama dengan dari $i + X$, sehingga:

$$a_{ij} = \sum P(P/I) \times P(i + X - j), \forall i, j \dots\dots\dots(2.4)$$

$$a_{ij} = \sum_{x=0}^R \sum_{D=i+x}^{\infty} P(X/I) \times P(D), \forall i \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk mendapatkan keputusan jumlah pemesanan yang stabil di setiap periode, maka penentuan keputusan jumlah pemesanan (X), yang akan menentukan pula jumlah *on-hand inventory*, dilakukan dengan cara mencari probabilitas kondisi *steady-state*.

Sehingga, apabila diketahui bahwa PI adalah probabilitas terjadinya level *inventory* sebesar I pada akhir suatu periode T atau awal periode T+1, dan $Y = PI, \forall i, j$, maka:

$$Y \times A = Y \dots\dots\dots(2.6)$$

Atau;

$$\sum_{i=0}^R P_i \times a_{ij} = P_j, \forall j \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\sum_{i=0}^r P_i = 1 \dots\dots\dots(2.8)$$

Kemudian, dari persamaan (2.4), (2.5) dan persamaan (2.7), (2.8), maka didapat:

$$\sum_{i=0}^r P_i \sum_{x=0}^R \sum_{d=i+x}^R P(X/I)xP(D) = P_0 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\sum_{i=0}^R P_i \sum_{x=0}^R P(X/I)xP(i+X-j) = P_i, \forall j, j > 0 \dots\dots\dots(2.10)$$

dari persamaan (2.1) dan dengan mengingat bahwa probabilitas terjadinya level inventory sebesar I pada akhir suatu periode T atau awal Periode T + 1 adalah PI, maka probabilitas terjadinya kondisi *level inventory* sebesar I dan melakukan pemesanan sebesar X adalah:

$$w_{ij} = PIx \sum_{x=0}^R P(X/I) = PI \dots\dots\dots(2.11)$$

Apabila w_{ij} diketahui, maka nilai P(X/I) dapat dihitung dengan formula:

$$P(X/I) = \frac{w_{IX}}{PI} = \frac{w_{IX}}{\sum_{x=0}^R w_{IX}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Sehingga apabila persamaan (2.12) diatas dimasukkan dalam persamaan *steady state*, maka:

$$\sum_{i=0}^R \sum_{x=0}^R \sum_{d=i+x}^{\infty} w_{IX} xP(D) = \sum_{x=0}^R w_{0x} \dots\dots\dots(2.13)$$

dan:

$$\sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} P(l+X-j) = \sum_{x=0}^R w_{jx}, \forall j, j > 0 \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} = 1 \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

dalam pengendalian *inventory*, tujuan yang akan dicapai adalah minimasi total biaya *inventory*, yang terdiri dari biaya pemesanan, biaya simpan, biaya *stockout*. Ketiga komponen biaya ini dapat dimodelkan sebagai berikut (Zulian Zamit, 2003);

1. Biaya pesan

Biaya pemesanan (*order cost*) adalah biaya yang dikaitkan dengan usaha untuk mendapatkan bahan. Biaya pemesanan dapat berupa biaya penulisan pemesanan, biaya proses pemesanan dan biaya transportasi. Sebagian besar dalam kasus *inventory*, biaya pesan tidak tergantung dari jumlah yang dipesan, namun tergantung dari frekuensi pemesanan. Semakin besar frekuensi pemesanan, maka semakin besar pula biaya pesan. Hal ini dirumuskan sebagai berikut:

$$TC_{\text{pesan}} = \sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} xA \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana, A = biaya tiap kali pesan

2. Biaya simpan

Komponen utama dari biaya simpan antara lain:

- a. Biaya modal, meliputi: *opportunity cost*, atau biaya modal yang diinvestasikan dalam persediaan, gedung dan peralatan yang diperlukan untuk mengadakan dan memelihara persediaan.
- b. Biaya simpan, meliputi: biaya sewa gudang, perawatan dan perbaikan bangunan, listrik, gaji personal keamanan, pajak atas persediaan, pajak dan asuransi peralatan, biaya penyusutan dan perbaikan peralatan.

- c. Biaya resiko, meliputi: biaya keusangan, asuransi persediaan, biaya susut secara fisik, dan resiko kehilangan.

Besarnya total biaya simpan tergantung dari jumlah yang disimpan, sehingga total biaya simpan dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$TC_{simpan} = \sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^I w_{IX} xh \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana, h = fungsi biaya simpan

3. Biaya *Stock-Out*

Biaya kekurangan persediaan (*stock-out*) terjadi apabila persediaan tidak tersedia di gudang ketika dibutuhkan untuk produksi atau ketika langganan memintanya. Biaya yang dikaitkan dengan *stock-out* meliputi: biaya penjualan atau permintaan yang hilang, biaya yang dikaitkan dengan proses pemesanan kembali seperti: biaya ekspedisi khusus, penanganan khusus, biaya penjadwalan kembali produksi, biaya penundaan, dan biaya bahan pengganti.

Besarnya biaya *stock-out* tergantung dari jumlah *stock-out* yang terjadi. Ekspektasi jumlah *stock-out* yang terjadi dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$ST = \max(0, D - I - X) \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

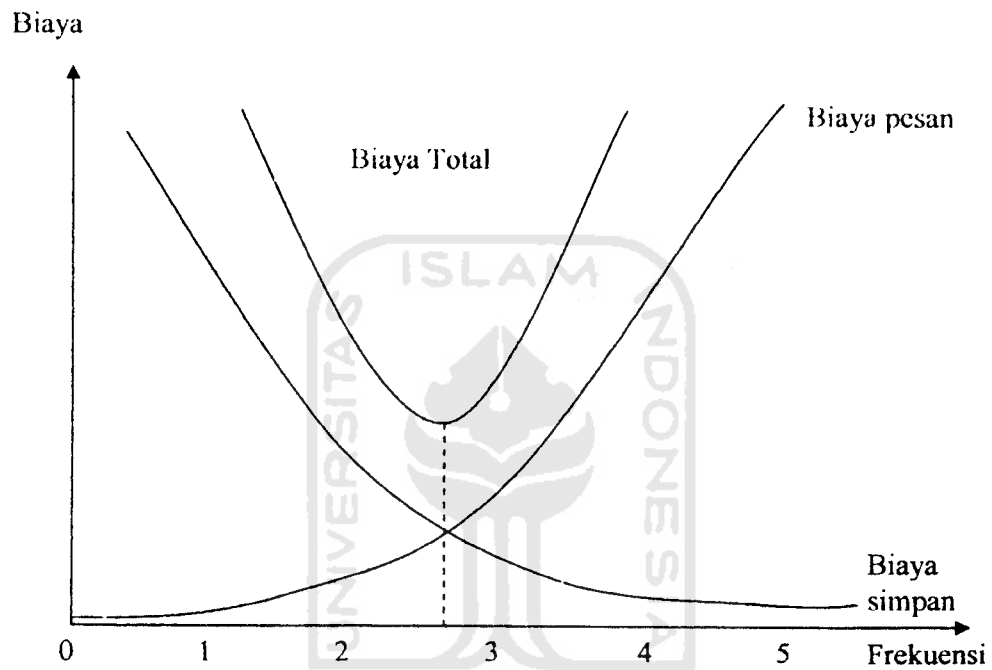
Dimana, ST = jumlah *stock-out*

Sehingga total biaya *stock-out* dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$TC_{stock-out} = \sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^I w_{IX} \sum_{D=I+X}^{\infty} P(D)S(ST) \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Dari ketiga biaya komponen diatas, dapat dirumuskan bahwa fungsi tujuan yang akan dicapai adalah:

$$\text{Min TC} = \left[\left(\sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} xA \right) + \left(\sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} xh \right) + \left(\sum_{l=0}^R \sum_{x=0}^R w_{lx} \sum_{D=l+x}^{\infty} P(D)S(ST) \right) \right] \quad (2.10)$$



Gambar 2.3. Grafik Hubungan

Biaya Pemesanan dan Penyimpanan

2.3. Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan di masa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Lebih jauh dapat dikatakan bahwa fungsi peramalan adalah sebagai suatu dasar bagi perencanaan, seperti dasar bagi perencanaan kapasitas, anggaran, perencanaan produksi, *inventory* dsb. Kebutuhan akan peramalan meningkat seiring dengan usaha pihak manajemen untuk mengurangi ketidakpastian atau resiko bisnis dalam lingkungan yang semakin kompleks dan dinamis (selalu berubah-ubah).

2.3.1 Konsep Peramalan

Prinsip peramalan yang perlu dipertimbangkan:

1. Secara umum, teknik peramalan berasumsi bahwa sesuatu yang berlandaskan pada sebab yang sama yang terjadi di masa yang lalu, akan berlanjut pada masa yang akan datang.
2. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkannya.
3. Peramalan untuk famili produk lebih akurat daripada peramalan untuk produk individu.
4. Peramalan jangka pendek mengandung ketidakpastian yang lebih sedikit (lebih akurat) daripada peramalan jangka panjang, karena dalam jangka

pendek, kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat.

5. Peramalan sebaiknya menggunakan tolak ukur kesalahan peramalan.
6. Jika dimungkinkan, hitung peramalan daripada meramal permintaan.

Peramalan dapat diterapkan dengan syarat:

- a. Tersedia informasi masa lalu.
- b. Informasi masa lalu tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik
- c. Diasumsikan pola data masa lalu akan berlaku sama untuk masa yang akan datang.

Dalam prakteknya, kombinasi dari ketiga pendekatan tersebut biasanya lebih efektif karena pada dasarnya peramalan itu merupakan suatu seni dan *science*.

2.3.2. Horizon Waktu Peramalan (*Forecasting Time Series*)

Peramalan biasanya juga diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu peramalan, yaitu sebagai berikut:

1. *Shortage-range forecast*. Peramalan ini mempunyai jangka waktu harian, mingguan atau bulanan yang biasanya berjangka waktu sampai 3 bulan.
2. *Medium/ intermediate-range forecast*. Jangka waktu peramalan berkisar antara 3 bulan sampai 3 tahun.

3. *Long-range forecast*. Jangka waktu peramalan lebih dari 3 tahun.

Pola data umum dalam peramalan:

1. *Trend*. Menunjukkan pergerakan data secara lambat/ bertahap yang cenderung meningkat atau menurun dalam jangka waktu yang panjang.
2. *Seasonality* (musiman). Terbentuk jika sekumpulan data dipengaruhi faktor musiman, seperti cuaca dan liburan. Dengan kata lain pola yang sama akan terbentuk pada jangka waktu tertentu (harian, mingguan, bulanan, perempat tahun).
3. *Cycles* (siklus). Pola data siklus terjadi jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun. Data cenderung berulang setiap dua tahun, tiga tahun, atau lebih. Fluktuasi biaya dipengaruhi oleh faktor politik, perubahan ekonomi (ekspansi atau kontraksi) yang dikenal dengan siklus usaha (*bussines cycle*).
4. *Horizontal/ Stasionary/ Random variation*. Terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend, atau siklus. Pergerakan dari keacakan data terjadi dalam jangka waktu yang pendek, misalnya mingguan atau bulanan.

2.3.2. Teknik-teknik Peramalan Data Runtut Waktu

1. *Naïve Forecast*. Merupakan metode peramalan yang paling sederhana, mengaggap bahwa peramalan periode berikutnya sama dengan nilai aktual periode sebelumnya. Dengan demikian data aktual periode waktu yang baru saja berlalu merupakan alat peramalan yang terbaik untuk meramalkan keadaan di masa datang.
2. *Simple Average* (rata-rata sederhana). Menggunakan sejumlah data aktual dari periode-periode sebelumnya yang kemudian dihitung rata-ratanya untuk meramalkan periode waktu berikutnya.
3. *Simple Moving Average*. Menggunakan satu set data dengan jumlah data yang tetap, sesuai periode pergerakannya (*moving period*), yang kemudian nilai rata-rata dari set data tersebut digunakan untuk meminimalkan nilai periode berikutnya. Dengan munculnya data yang baru, maka nilai rata-rata yang baru dapat dihitung dengan menghilangkan data yang terlama dan menambahkan yang terbaru.
4. *Weighted Moving Average*. Metode ini mirip dengan *simple moving average*, hanya saja diperlukan pembobotan yang berbeda untuk setiap data pada set data terbaru, dimana data terbaru memiliki bobot yang lebih tinggi daripada data sebelumnya. Jumlah bobot harus sama dengan 1,00.
5. *Moving Average With Linear Trend*. Metode ini efektif jika *trend linear* dan faktor random *error* tidak besar.

6. *Single Exponential Smoothing*. Dihitung berdasarkan hasil peramalan periode terdahulu ditambah suatu penyesuaian untuk kesalahan yang terjadi pada ramalan terakhir. Dengan demikian, kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya.
7. *Single Exponential Smoothing*. Pada dasarnya menggunakan prinsip yang sama dengan metode *single exponential smoothing*, namun metode ini mempertimbangkan adanya unsur trend/ kecenderungan linear dalam deretan data.
8. *Double Exponential Smoothing*. Metode ini dapat digunakan pada data histories yang mengandung unsure trend
9. *Double Exponential Smoothing with Linear trend*.
10. *Adaptive Exponential Smoothing*. Metode ini akan memulai dari sebuah penetapan *smoothing* konstan (). Dalam setiap periode, diperiksa dengan tiga nilai yaitu 0.05, , dan +0.05. Kemudian dihitung nilai F_t dengan *absolute error* yang terkecil. Nilai ini akan ditetapkan sebagai parameter *smoothing* yang baru.
11. *Linear Regression (Trend Linear adjustment)*. Metode ini digunakan untuk pola data yang mengandung unsur *linear trend*. Tujuan regresi linear adalah untuk memperoleh sebuah persamaan garis lurus yang akan meminimasi jumlah bias (deviasi kuadrat) vertikal dari titik-titik data observasi dari garis lurus yang terbentuk.

12. *Winter Method*. Merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun unsure trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya: unsure random (horizontal), unsure trend dan musiman.

2.4. Lingo 8.0

LINGO adalah sebuah program paket yang digunakan untuk menyelesaikan kasus-kasus program linear.

Dalam lingo ini terdapat tiga unsur utama yaitu:

1. Variabel keputusan

Merupakan variabel persoalan yang akan mempengaruhi nilai tujuan yang hendak dicapai. Dalam proses pemodelan, menemukan variabel keputusan harus dilakukan terlebih dahulu sebelum merumuskan fungsi tujuan dan kendala-kendalanya.

2. Fungsi tujuan

Dalam lingo, tujuan yang hendak dicapai harus diwujudkan ke dalam fungsi matematik liner. Selanjutnya fungsi tersebut dimaksimumkan atau diminimumkan terhadap kendala-kendala yang ada.

3. Kendala-kendala fungsional

Kendala-kendala yang ada harus diwujudkan ke dalam fungsi matematik linear.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penelitian yang dilakukan dalam menyelesaikan suatu masalah. Dengan demikian penelitian yang dilaksanakan menjadi terarah dan membantu dalam proses penganalisaan masalah yang dihadapi.

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian berupa produk-produk olahan kulit mulai dari tahap perencanaan persediaan, produksi dan pemasaran sehingga didapat perbaikan dalam manajemen persediaan yang ada pada akhirnya meningkatkan keuntungan yang diperoleh perusahaan.

3.2 Tahap Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam rangka mengumpulkan data hingga proses penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Identifikasi dan perumusan masalah.
2. Menetapkan tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian.
3. Studi pustaka dan literature-literatur yang berhubungan dengan objek penelitian.
4. Pengumpulan data

5. Hasil penelitian dan pembahasan
6. Kesimpulan dan saran.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik yang digunakan dalam pengumpulan data yang dipergunakan untuk menyelesaikan persoalan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan

Merupakan usaha pengumpulan data dan informasi (data primer dan data sekunder) secara intensif dan disertai dengan analisis dan pengujian atas semua data yang dikumpulkan. Data-data tersebut diperoleh dengan cara :

A. Metode Observasi

Yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap objek yang diteliti.

B. Metode Wawancara

Yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan diskusi dengan pihak perusahaan dan pihak-pihak yang berkompeten.

2. Penelitian Literatur

Penelitian literatur merupakan upaya mengumpulkan data dari berbagai bacaan yang berguna bagi penyusunan landasan teori maupun bagi pendukung pembuatan Tugas Akhir. Penelitian literatur dilakukan dengan dua cara, yaitu :

A. Studi Kepustakaan

Yaitu penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi dalam landasan teori, sistematika penulisan, dan kerangka berfikir ilmiah yang diambil dari literatur serta laporan-laporan sebelumnya yang mendukung terhadap penelitian yang dilakukan.

B. Literatur Data Perusahaan

Yaitu berupa studi pustaka terhadap beberapa catatan dari perusahaan.

3.4 Data yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu :

1. *Inventory* maksimum gudang dan *inventory* untuk setiap periode.
2. Periode pemesanan.
3. Jumlah pemesanan dan jumlah permintaan (*demand*) untuk setiap periode.
4. Biaya simpan.
5. Biaya tiap kali pesan.
6. Biaya kekurangan persediaan.
7. *Lead time*.
8. Harga bahan baku

3.5 Pengolahan dan Analisa Data

1. Mencari distribubis probabilitas permintaan.

Untuk mencari distribusi probabilitas pada pemecahan masalah persediaan dengan proses *markov*, digunakan persamaan 2.1 dengan memasukkan data permintaan.

2. Mencari total biaya untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X_i

Identifikasi total biaya yang terjadi untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X yang terjadi, dengan menggunakan persamaan fungsi biaya dan persamaan fungsi tujuan.

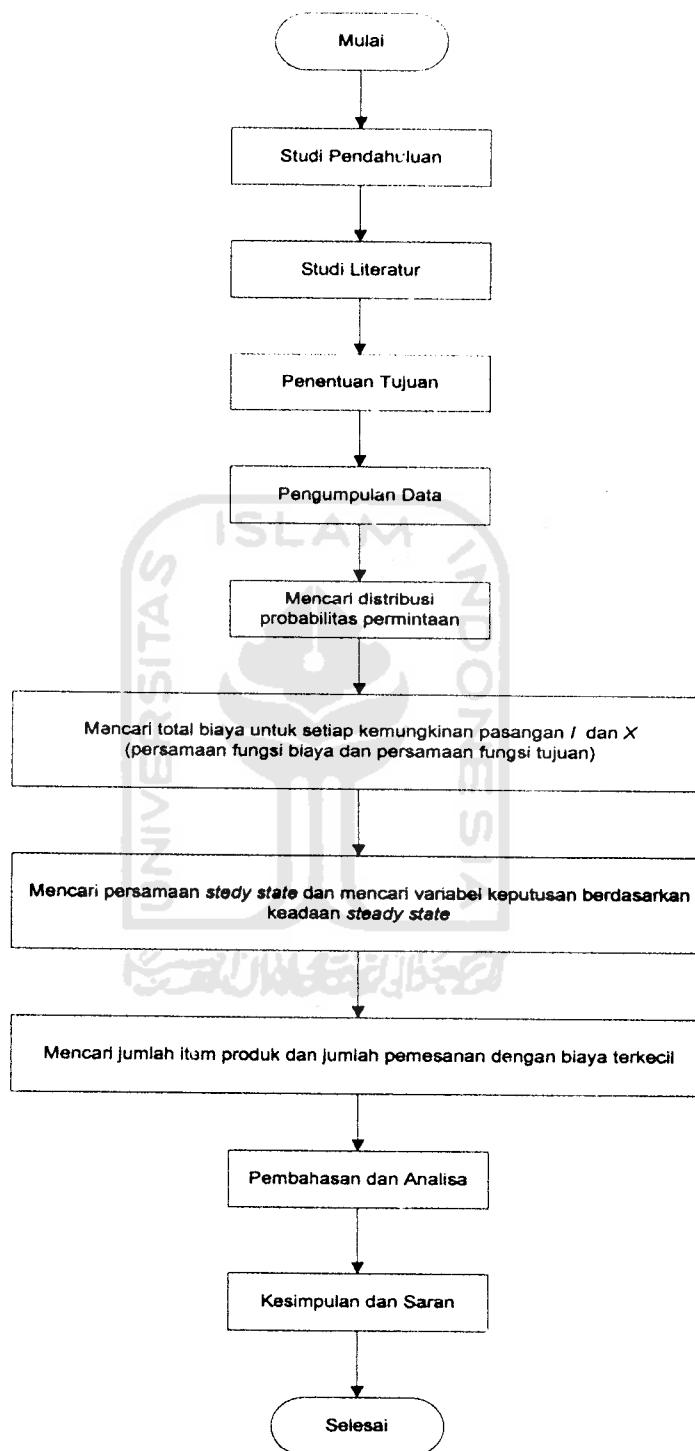
3. Mencari persamaan *steady state* dan variabel keputusan

Persamaan *steady state* dicari menggunakan persamaan 2.12, 2.13 dan 2.14 sedang variabel keputusan berdasarkan keadaan *steady state* digunakan persamaan 2.12.

4. Menentukan jumlah persediaan dan jumlah pemesanan

Untuk menentukan jumlah persediaan dan jumlah pemesanan yang optimal, maka dipergunakan variabel yang telah didapatkan pada proses pengolahan, dan disesuaikan dengan total biaya yang dikeluarkan untuk setiap variabel keputusan tersebut. Kemudian dicari jumlah persediaan dan jumlah pemesanan yang optimal (biaya terkecil).

3.6 Flow Chart Penelitian



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1. Gambaran Perusahaan

Perusahaan CV. ENNY.N *Leather Handicraft* terletak di jalan Parangtritis Km 12, Ngaglik, Patalan, Jetis, Bantul, Jogjakarta. Perusahaan tersebut merupakan salah satu perusahaan yang sedang berkembang di Jogjakarta, di mana pada awalnya bergerak dibidang penyamakan kulit. Namun pada tahun 1985 perusahaan ini merubah kegiatannya dari bidang penyamakan kulit menjadi perusahaan yang membuat produk dari kulit.

Objek penelitian berupa bahan baku dari kulit yang digunakan untuk memproduksi tas, dompet, dan gesper. Penelitian dilakukan untuk mengoptimalkan perencanaan persediaan dan produks sehingga didapat perbaikan dalam manajemen persediaan.

4.1.2. Data Kebutuhan Bahan Baku

Data yang dikumpulkan merupakan data-data historis yang diambil dari data produksi pada tahun 2006. Bahan baku utama didatangkan dari pabrik penyamakan kulit Magetan, Jawa Timur. Bahan baku yang digunakan adalah dari kulit kambing dengan harga Rp. 10.000,-/ fet dengan ukuran 30 x 30 cm.

4.1.2.1. Data Permintaan Barang

Data permintaan barang yang diambil adalah data permintaan tiap periode review selama tahun 2006. Selain itu, data yang diambil meliputi data kebutuhan bahan baku kulit, *inventory* maksimum dan biaya penanganan meliputi: biaya pesan, biaya simpan, biaya *stock out*.

Tabel 4.1 Permintaan Produk Jadi tahun 2006 (dalam satuan unit)

Bulan	Permintaan Produk Jadi		
	Tas	Gesper	Dompot
Januari	588	200	762
Februari	586	226	788
Maret	583	224	1143
April	622	123	1255
Mei	740	244	766
Juni	762	130	1008
Juli	826	136	1013
Agustus	817	173	1005
September	825	200	1180
Oktober	740	118	1142
November	752	252	971
Desember	816	224	745

Dalam menjalankan perusahaan, untuk menghasilkan sebuah produk dari kulit digunakan bahan baku kulit sebanyak 3 feet untuk produk tas dan dompet, sedangkan untuk gesper diperlukan bahan baku sebanyak 2 feet, sehingga dihasilkan kebutuhan bahan baku untuk tiap periode seperti tabel dibawah ini:

Table 4.2. Data Kebutuhan Bahan Baku Kulit tahun 2006 (dalam feet)

Bulan	Jenis Produk			Total
	Tas	Gesper	Dompet	
Januari	1764	400	2286	4450
Februari	1758	452	2364	4574
Maret	1749	448	3429	5626
April	1866	246	3765	5877
Mei	2220	488	2298	5006
Juni	2286	260	3024	5570
Juli	2478	272	3039	5789
Agustus	2451	356	3015	5822
September	2475	400	3540	6415
Oktober	2220	236	3426	5882
November	2256	504	2913	5673
Desember	2448	448	2235	5131

4.1.2.2. Data Biaya-biaya Persediaan

Biaya penanganan meliputi: biaya pesan, biaya simpan (*inventory cost*), biaya kekurangan persediaan (biaya *stock out*). Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan, diperoleh data biaya-biaya yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku sebagai berikut:

A. Biaya pemesanan, meliputi:

- a. Biaya telepon ke supplier/ pesan (Magetan) = Rp. 20.000,-
- b. Biaya administrasi = Rp. 15.000,-
- c. Biaya bongkar muat/ pesan
- upah tenaga angkut 2 orang @ Rp. 50.000,- = Rp. 100.000,-

B. Harga Beli Bahan Baku:

- a. Harga beli bahan baku/ feet = Rp. 10.000,-

C. Led Time:

- a. Lead time bahan baku = 2 hari

D. Biaya Listrik dan Pemeliharaan

- a. Biaya pemeliharaan bahan baku/ bulan = Rp. 100.000,-
- b. Biaya listrik gudang/ bulan = Rp. 60.000,-

E. Biaya kekurangan persediaan

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan biaya kekurangan persediaan seperti biaya transportasi ekstra, biaya setup tambahan, lembur dan sebagainya, adalah bersifat tetap yaitu sebesar Rp. 20.000,-

- F. Suku bunga bank sebagai modal kerja/ bulan = 1,25

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Biaya-biaya yang mendukung perhitungan *inventory cost*

1. Biaya Pesan

- Biaya telepon ke supplier/ pesan = Rp. 20.000,-
- Biaya administrasi = Rp. 15.000,-
- Biaya bongkar muat/ pesan
 - upah tenaga angkut 2 orang @ Rp. 50.000,- = Rp. 100.000,-

Total biaya biaya pemesanan bahan baku kulit adalah Rp. 135.000,-/ pesan.

2. Biaya Simpan

Biaya simpan merupakan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan apabila terjadi kelebihan persediaan sehingga harus disimpan dalam gudang. Biaya ini meliputi biaya pemeliharaan dan listrik atas penyimpanan bahan baku tersebut, serta suku bunga bank sebagai modal kerja. Berikut perhitungan biaya simpan yang ada di perusahaan.

Kebutuhan kulit rata-rata/ bulan = 5485 feet

- Biaya pembelian kebutuhan bahan baku

$$= \frac{\text{Kebutuhan Kulit Rata - rata / bulan}}{2} \times \text{Harga beli bahan baku / feet}$$

$$= \frac{5485}{2} \times \text{Rp. 10.000,-}$$

$$= 2742.5 \times \text{Rp. 10.000,-}$$

$$= \text{Rp. 27.425.000,-/ bulan}$$

- Biaya Pemeliharaan
= Rp 100.000,-/ bulan
- Biaya Listrik
= Rp 60.000,-/ bulan
- Suku bunga bank sebagai modal kerja/ bulan
= 1,25 x Rp. 27.425.000,-/ bulan
= Rp 34.281.250,-/ bulan

Total biaya simpan adalah:

$$= \text{Rp } 100.000,-/\text{ bulan} + \text{Rp } 60.000,-/\text{ bulan} + \text{Rp } 34.281.250,-/\text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 34.441.250,-/\text{ bulan}$$

Maka biaya simpan per feet tiap bulannya adalah:

$$= \frac{34.441.250}{2742.5} = 12.558,34 / \text{ feet/ bulan}$$

3. Biaya *Stock Out*

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan biaya kekurangan persediaan bersifat tetap yaitu sebesar Rp. 20.000,-/ feet

4.2.2 Kebutuhan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan

4.2.2.1. Peramalan kebutuhan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan

Metode yang digunakan dalam peramalan kebutuhan bahan baku yang digunakan oleh perusahaan adalah metode linear regression, setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan software Win Qsb maka diperoleh hasil peramalan untuk tahun 2007 adalah seperti tabel berikut ini:

Tabel 4.3. Hasil *Forecast* Kebutuhan Bahan Baku Tahun 2607

	Demand (y)	time (x)	x^2	$x*y$	Forcest
January	4450	-6	36	-26700	5015.91
February	4574	-5	25	-22870	5100.21
March	5626	-4	16	-22504	5184.52
April	5877	-3	9	-17631	5268.82
May	5006	-2	4	-10012	5353.13
June	5570	-1	1	-5570	5437.43
July	5789	0	0	0	5521.74
August	5822	1	1	5822	5606.04
September	6415	2	4	12830	5690.34
October	5822	3	9	17466	5774.65
November	5673	4	16	22692	5858.95
December	5131	5	25	25655	5943.26
TOTALS	65755	-6	146	-20822	
AVERAGE	5479.583	-0.5	12.1667	1735.17	
Next period forecast					6027.56
Intercept	5521.735				
Slope	84.3042				

4.2.2.2. Pengolaahn Data Pengendalian Persediaan dan Pemesanan dengan Proses *Markov* Berdasarkan Hasil Peramalan Perusahaan

Untuk menentukan jumlah persediaan yang optimal dan waktu pemesanan ulang yang tepat, dapat digunakan proses markov dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

4.2.2.2.1. Mencari Distribusi Probabilitas Kebutuhan Bahan Baku

Untuk mendapatkan distribusi probabilitas kebutuhan bahan baku, maka dilakukan dengan memasukkan data kebutuhan bahan baku dalam kelas – kelas interval sebagai berikut:

$$\text{Banyaknya interval kelas} = 1 + 3,3 \log 12$$

$$= 1 + 3,561298 = 4,561298 \approx 5 \text{ kelas}$$

$$\text{Panjang interval kelas} = \frac{D_{\text{terbesar}} - D_{\text{terkecil}}}{5}$$

$$= \frac{5943 - 5016}{5}$$

$$= 185$$

dengan $D = \text{demand}$ (permintaan)

Tabel 4.4. Distribusi Probabilitas Jumlah Kebutuhan Bahan Baku

Interval Kelas	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
5016-5201	5109	3	0.25
5202-5387	5295	2	0.166666667
5388-5573	5481	2	0.166666667
5574-5759	5667	2	0.166666667
5760-5945	5853	3	0.25
		12	1

Data-data lain yang dibutuhkan:

$$\text{Biaya Pesan (A)} = \text{Rp } 135.000,-/\text{ pesan}$$

$$\text{Biaya simpan} = \text{Rp } 12.558,34/\text{ feet / bulan}$$

$$\text{Biaya stock out} = \text{Rp. } 20.000,-/\text{ feet}$$

4.2.2.2. Mengidentifikasi Persamaan-persamaan yang Menjadi Batasan

Mengidentifikasi total biaya yang terjadi untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X yang mungkin terjadi, dengan mengimplementasikan persamaan fungsi tujuan:

$$\text{Min TC} = \left[\left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} xA \right) + \left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} xh \right) + \left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} \sum_{D \geq I, X} P(D)S(ST) \right) \right]$$

Dimana ; w_{IX} = probabilitas kebutuhan bahan baku

A = biaya pesan

h = biaya simpan

ST = biaya stock out

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} TC_{05567} &= 135.000 + (12.558,34 \times 0) + ((0.25 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times \\ &20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.25 \times 186 \times \\ &20.000)) \\ &= \text{Rp } 1.095.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC_{54815109} &= 135.000 + (12.558,34 \times 5667) + ((0.25 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 186 \times \\ &20.000) + (0.167 \times 186 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.25 \times 0 \times \\ &20.000)) \\ &= \text{Rp } 70.518.502,- \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini didapat total biaya untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X, sebagai berikut:

Tabel 4.5. Total Biaya untuk Setiap Kemungkinan Pasangan I dan X

I \ X	0	5109	5295	5481	5667	5853
0	11306160	7582440	4788720	2616240	1095000	135000
5109	56713119	66780519	65538039	64916799	64295559	
5295	61842690	67873890	67252650	66631410		
5481	66351022	70518502	68967262			
5667	70238113	71303113				
5853	73503964					

4.2.2.2.3. Mencari Persamaan Steady State

$$\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R \sum_{D=I+X}^{\infty} w_{IX} x P(D) = \sum_{x=0}^R w_{0x}$$

dan:

$$\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} P(I+X-j) = \sum_{x=0}^R w_{jx}, \forall j, j > 0$$

$$\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} = 1$$

Probabilitas jumlah kebutuhan bahan baku kulit:

$$P(5109) = 0,25$$

$$P(5295) = 0.167$$

$$P(5481) = 0.167$$

$$P(5667) = 0,167$$



$$P(5853) = 0,25$$

Fungsi Tujuan

$$\begin{aligned} \text{Minimasi Biaya : } & 11306160 W_{00} + 7582440 W_{05109} + 4788720 W_{05295} + \\ & 2616240 W_{05481} + 1065000 W_{05667} + 135000 W_{05853} + \\ & 56713119 W_{51090} + 66780519 W_{51095109} + 65538039 \\ & W_{51095295} + 64916799 W_{51095481} + 64295559 W_{51095667} \\ & + 61842690 W_{52950} + 67873890 W_{52955109} + 67252650 \\ & W_{52955295} + 66631410 W_{52955481} + 66351022 W_{54810} + \\ & 70518502 W_{54815109} + 68967262 W_{58415295} + 70238113 \\ & W_{56670} + 71303113 W_{56675109} + 73503964 W_{58530} \end{aligned}$$

Dengan Batasan:

$$\begin{aligned} \text{State I = 0: } & W_{00} + 0,75 (W_{05109} + W_{51090}) + 0,583 (W_{05295} + W_{51095109} + \\ & W_{52950}) + 0,416 (W_{05481} + W_{51095295} + W_{52955109} + \\ & W_{54810}) + 0,249 (W_{05667} + W_{51095481} + W_{52955295} + \\ & W_{54815109} + W_{56670}) = W_{00} + W_{05109} + W_{05295} + \\ & W_{05481} + W_{05667} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I = 5109: } & 0,25 (W_{05109} + W_{51090}) + 0,167 (W_{05295} + W_{51095109} + \\ & W_{52950}) + 0,167 (W_{05481} + W_{51095295} + W_{52955109} + \\ & W_{54810}) + 0,167 (W_{05667} + W_{51095481} + W_{52955295} + \\ & W_{54815109} + W_{56670}) + 0,25 (W_{05853} + W_{51095667} + \\ & W_{52955481} + W_{54815295} + W_{56675109} + W_{58530}) = \\ & W_{51090} + W_{51095109} + W_{51095295} + W_{51095481} + \\ & W_{51095667} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5295: & 0,25 (W05295 + W51095109 + W52950) + 0,167 (W05481 + \\ & W51095295 + W52955109 + W54810) + 0,167 (W05667 + \\ & W51095481 + W52955295 + W54815109 + W56670) + 0,167 \\ & (W05853 + W51095667 + W52955481 + W54815295 + \\ & W56675109 + W58530) = W52950 + W52955109 + W52955295 \\ & + W52955481 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5481: & 0,25 (W05481 + W51095295 + W52955109 + W54810) + 0,167 \\ & (W05667 + W51095295 + W52955295 + W54815109 + \\ & W56670) + 0,167 (W05853 + W51095666 + W52955481 + \\ & W54815295 + W56675109 + W58530) = W54810 + W52955109 \\ & + W54815295 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5667: & 0,25 (W05667 + W51095481 + W52955295 + W54815109 + \\ & W56670) + 0,167 (W05853 + W51095667 + W52955481 + \\ & W54815295 + W56675109 + W56670) = W56670 + W56675109 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5853: & 0,25 (W05853 + W51095667 + W52955481 + W54815295 + \\ & W56675109 + W58530) = W58530 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W00 + W05109 + W05295 + W05481 + W05667 + W05853 + W51090 + \\ W51095109 + W51095295 + W51095481 + W51095667 + W52950 + \\ W52955109 + W52955295 + W52955481 + W54810 + W54815109 + \\ W54815295 + W56670 + W56675109 + W58530 = 1 \end{aligned}$$

Dan

$0 \leq W_{00}, W_{05109}, W_{05295}, W_{05481}, W_{05667}, W_{05853}, W_{51090}, W_{51095109},$
 $W_{51095295}, W_{51095481}, W_{51095667}, W_{52950}, W_{52955109}, W_{52955295},$
 $W_{52955481}, W_{54810}, W_{54815109}, W_{54815295}, W_{56670}, W_{56675109},$
 $W_{58530} \leq 1$

Untuk mempermudah penyelesaian persamaan di atas, maka digunakan **Lingo 8.0**. Setelah dilakukan solver, diperoleh nilai-nilai untuk setiap variabel sebagai berikut:

Tabel 4.6. Nilai Setiap Variabel

W	0	5109	5295	5481	5667	5853
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3726926	0.0000
5109	0.1772550	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
5295	0.1449741	0.0000	0.0000	0.0000		
5481	0.1185721	0.0000	0.0000			
5667	0.1598167	0.0000				
5853	0.02668939					

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai-nilai variable yang dibutuhkan pada analisis berikutnya. Beberapa nilai menunjukkan penyelesaian yang tidak fisibel, sehingga hanya variable-variabel yang fisibel saja yang digunakan sebagai analisis selanjutnya. Langkah berikutnya mengaplikasikan persamaan 2.12.

$$P(X/I) = \frac{w_{IX}}{PI} = \frac{w_{IX}}{\sum_{x=0}^K w_{IX}}$$

Sehingga di dapat variable keputusan untuk $P(X/I)$ adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7. Nilai Setiap Variabel $P(X/I)$

I \ X	0	5109	5295	5481	5667	5853
0	0	0	0	0	1	0
5109	1	0	0	0	0	
5295	1	0	0	0		
5481	1	0	0			
5667	1	0				
5853	1					

4.2.2.2.4. Menentukan Persediaan dan jumlah Pemesanan Bahan Baku

Tabel 4.8. Nilai Variabel Biaya Setiap Periode

I \ X	0	5109	5295	5481	5667	5853
0	0	0	0	0	408.098	0
5109	10.0052.684	0	0	0	0	
5295	8.221.933,4	0	0	0		
5481	6.724.593,6	0	0			
5667	9.063.703,5	0				
5853	1.513.638,6					

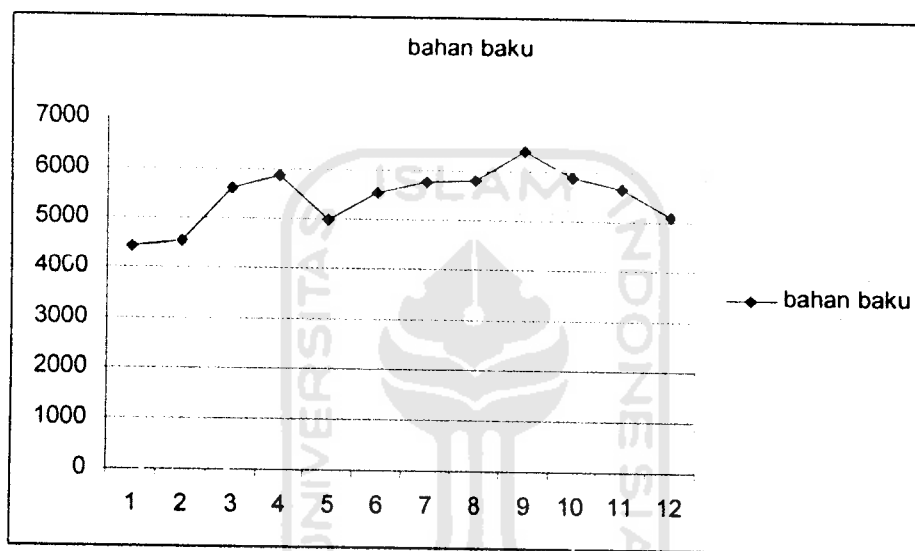
Dari tabel diatas, keputusan kebijakan kebutuhan kulit berubah-ubah tergantung level jumlah persediaan yang tersedia. Keputusan optimal yang dapat diambil untuk menentukan kebutuhan kulit, adalah dengan memesan sebanyak 5667 feet. Akan tetapi jangan melakukan pemesanan ulang jika inventory sama

dengan 5109 feet. Dalam kasus ini, maka diambil nilai optimum yaitu sebanyak 5667 feet dengan *total inventory cost* Rp 1.095.000,-/ bulan.

4.2.3 Kebutuhan Bahan Baku Menurut Rencana Usulan

4.2.3.1. Peramalan kebutuhan Bahan Baku Menurut Rencana Usulan

Ploting Data Dalam Bentuk Grafik



Gambar 4.1. Plot Data Kebutuhan Bahan Baku

Ada beberapa jenis model peramalan yang akan diajukan sebagai rencana usulan dalam menentukan bahan baku yaitu:

1. Moving Averages
2. Weighted Moving Averages
3. Exponential Smoothing
4. Exponential Smoothing With Trend
5. Double Exponential Smoothing

Dari beberapa model tersebut akan dipilih model yang terbaik, setelah diolah menggunakan software WinQSB, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.9. Hasil Peramalan Kebutuhan Bahan Baku

Tahun 2007 (dalam feet)

Bulan	MA	WMA	ES	ESWT	DES
January			4450	4450	5012.834
February			4450	4450	5098.607
March	4512	4512	4512	4512	5184.379
April	5100	5100	5069	5069	5270.152
May	5751.5	5751.5	5473	5473	5355.925
June	5441.5	5441.5	5239.5	5239.5	5441.697
July	5288	5288	5404.75	5404.75	5527.47
August	5679.5	5679.5	5596.875	5596.875	5613.234
September	5805.5	5805.5	5709.438	5709.438	5699.015
October	6118.5	6118.5	6062.219	6062.219	5784.788
November	6118.5	6118.5	5942.109	5942.109	5870.561
December	5747.5	5747.5	5807.555	5807.555	5956.333

Tabel 4.10. Akurasi Peramalan Kebutuhan Bahan Baku

Tahun 2007

	MA	WMA	ES	ESWT	DES
MAD (Mean Absolute Deviation)	537.65	537.65	484.4837	471.0962	410.0429
MSE (Mean Squared Error)	375,980	375,980	321,172.40	304,510.70	220,705.3
Standard Error	646.3401	646.3401	594.3817	578.7588	490.6826

Dari hasil akurasi peramalan maka diketahui bahwa metode terbaik yang digunakan adalah Double Exponential Smoothing karena nilai MSE-nya terkecil.

**Tabel 4.11. Hasil Peramalan Kebutuhan Bahan Baku
Tahun 2007 (dalam feet)**

Bulan	Forecast
Januari	5012.834
Februari	5098.607
Maret	5184.379
April	5270.152
Mei	5355.925
Juni	5441.697
Juli	5527.47
Agustus	5613.234
September	5699.015
Oktober	5784.788
November	5870.561
Desember	5956.333

4.2.3.2. Pengolaahn Data Pengendalian Persediaan dan Pemesanan dengan Proses *Markov* Berdasarkan Hasil Peramalan Rencana Usulan

Untuk menentukan jumlah persediaan yang optimal dan waktu pemesanan ulang yang tepat, dapat digunakan proses markov dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

4.2.3.2.1. Mencari Distribusi Probabilitas Kebutuhan Bahan Baku

Untuk mendapatkan distribusi probabilitas kebutuhan bahan baku, maka dilakukan dengan memasukkan data kebutuhan bahan baku dalam kelas – kelas interval sebagai berikut:

$$\text{Banyaknya interval kelas} = 1 + 3,3 \log 12$$

$$= 1 + 3,561298 = 4,561298 \approx 5 \text{ kelas}$$

$$\text{Panjang interval kelas} = \frac{D_{\text{terbesar}} - D_{\text{terkecil}}}{5}$$

$$= \frac{5956 - 5013}{5}$$

$$= 187$$

dengan $D = \text{demand}$ (permintaan)

Tabel 4.12. Distribusi Probabilitas Jumlah Kebutuhan Bahan Baku

Interval Kelas	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
5013-5200	5107	3	0.25
5201-5388	5295	2	0.166666667
5389-5576	5483	2	0.166666667
5577-5764	5671	2	0.166666667
5765-5952	5859	3	0.25
		12	1

Data-data lain yang dibutuhkan:

$$\text{Biaya Pesan (A)} = \text{Rp } 135.000,-/\text{ pesan}$$

$$\text{Biaya simpan} = \text{Rp } 12.558,34/\text{ feet / bulan}$$

$$\text{Biaya stock out} = \text{Rp. } 20.000,-/\text{ feet}$$

4.2.3.2.2. Mengidentifikasi Persamaan-persamaan yang Menjadi Batasan

Mengidentifikasi total biaya yang terjadi untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X yang mungkin terjadi, dengan mengimplementasikan persamaan fungsi tujuan:

$$\text{Min TC} = \left[\left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} \cdot xA \right) + \left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} \cdot xh \right) + \left(\sum_{I=0}^R \sum_{X=0}^R w_{IX} \cdot \sum_{D=I+X}^{\infty} P(D)S(ST) \right) \right]$$

Dimana ; w_{IX} = probabilitas kebutuhan bahan baku

A = biaya pesan

h = biaya simpan

ST = biaya stock out

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} TC_{05671} &= 135.000 + (12.558,34 \times 0) + ((0.25 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) \\ &\quad + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.25 \times 188 \times 20.000)) \\ &= \text{Rp } 1.075.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC_{54835107} &= 135.000 + (12.558,34 \times 5667) + ((0.25 \times 0 \times 20.000) + (0.167 \times 188 \times \\ &\quad 20.000) + (0.167 \times 188 \times 20.000) + (0.167 \times 0 \times 20.000) + (0.25 \times 0 \times \\ &\quad 20.000)) \\ &= \text{Rp } 70.560.298,- \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini didapat total biaya untuk setiap kemungkinan pasangan I dan X, sebagai berikut:

Tabel 4.13. Total Biaya untuk Setiap Kemungkinan Pasangan I dan X

I \ X	0	5107	5295	5483	5671	5859
0	11426280	7662520	4838760	2642920	1075000	135000
5107	56607922	66782122	65526282	64898362	64270442	
5295	61792650	67887250	67259330	66631410		
5483	66349458	70560298	68992378			
5671	70278346	71353346				
5859	73579314					

4.2.3.3.3. Mencari Persamaan Steady State

$$\sum_{l=0}^R \sum_{X=0}^R \sum_{D=l+X}^{\infty} w_{lX} \cdot xP(D) = \sum_{x=0}^R w_{0x}$$

dan:

$$\sum_{l=0}^R \sum_{X=0}^R w_{lX} \cdot P(I + X - j) = \sum_{x=0}^R w_{jX}, \forall j, j > 0$$

$$\sum_{l=0}^R \sum_{X=0}^R w_{lX} = 1$$

Probabilitas jumlah kebutuhan bahan baku kulit:

$$P(5107) = 0,25$$

$$P(5295) = 0.167$$

$$P(5483) = 0.167$$

$$P(5671) = 0,167$$

$$P(5859) = 0,25$$

Fungsi Tujuan

$$\begin{aligned} \text{Minimasi Biaya : } & 11426280 W00 + 7662520 W05107 + 4838760 W05295 + \\ & 2642920 W05483 + 1075000 W05671 + 135000 W05859 + \\ & 56607922 W51070 + 66782122 W51075107 + 65526282 \\ & W51075295 + 64898362 W51075483 + 64270442 W51075671 \\ & + 61792650 W52950 + 67887250 W52955107 + 67259330 \\ & W52955295 + 66631410 W52955483 + 66349458 W54830 + \\ & 70560298 W54835107 + 68992378 W54835295 + 70278346 \\ & W56710 + 71353346 W56715107 + 73579314 W58590 \end{aligned}$$

Dengan Batasan:

$$\begin{aligned} \text{State I = 0: } & W00 + 0,75 (W05107 + W51070) + 0,583 (W05295 + W51075107 + \\ & W52950) + 0,416 (W05483 + W51075295 + W52955107 + \\ & W54830) + 0,249 (W05671 + W51075483 + W52955295 + \\ & W54835107 + W56710) = W00 + W05107 + W05295 + \\ & W05483 + W05671 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I = 5107 : } & 0,25 (W05107 + W51070) + 0,167 (W05295 + W51075107 + \\ & W52950) + 0,167 (W05483 + W51075295 + W52955107 + \\ & W54830) + 0,167 (W05671 + W51075483 + W52955295 + \\ & W54835107 + W56710) + 0,25 (W05859 + W51075671 + \\ & W52955483 + W54835295 + W56715107 + W58590) = \\ & W51070 + W51075107 + W51075295 + W51075483 + \\ & W51075671 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5295 : & 0,25 (W05295 + W51075107 + W52950) + 0,167 (W05483 + \\ & W51075295 + W52955107 + W54830) + 0,167 (W05671 + \\ & W51075483 + W52955295 + W54835107 + W56710) + 0,167 \\ & (W05859 + W51075671 + W52955483 + W54835295 + \\ & W56715107 + W58590) = W52950 + W52955107 + W52955295 \\ & + W52955483 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5483 : & 0,25 (W05483 + W51075295 + W52955107 + W54830) + 0,167 \\ & (W05671 + W51075483 + W52955295 + W54835107 + \\ & W56710) + 0,167 (W05859 + W51075671 + W52955483 + \\ & W54835295 + W56715107 + W58590) = W54830 + W54835107 \\ & + W54835295 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5671 : & 0,25 (W05671 + W51075483 + W52955295 + W54835107 + \\ & W56710) + 0,167 (W05859 + W51075671 + W52955483 + \\ & W54835295 + W56715107 + W58590) = W56710 + W56715107 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{State I} = 5859 : & 0,25 (W05859 + W51075671 + W52955483 + W54835295 + \\ & W56715107 + W58590) = W58590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W00 + W05107 + W05295 + W05483 + W05671 + W05859 + W51070 + \\ W51075107 + W51075295 + W51075483 + W51075671 + W52950 + \\ W52955107 + W52955295 + W52955483 + W54830 + W54835107 + \\ W54835295 + W56710 + W56715107 + W58590 = 1 \end{aligned}$$

Dan

$0 \leq W_{00}, W_{05107}, W_{05295}, W_{05483}, W_{05671}, W_{05859}, W_{51070}, W_{51075107},$
 $W_{51075295}, W_{51075483}, W_{51075671}, W_{52950}, W_{52955107}, W_{52955295},$
 $W_{52955483}, W_{54830}, W_{54835107}, W_{54835295}, W_{56710}, W_{56715107},$
 $W_{58590} \leq 1$

Untuk mempermudah penyelesaian persamaan di atas, maka digunakan **Lingo 8.0**. Setelah dilakukan solver, diperoleh nilai-nilai untuk setiap variabel sebagai berikut:

Tabel 4.14. Nilai Setiap Variabel

W	0	5107	5295	5483	5671	5859
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4103336	0.0000
5107	0.1821156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
5295	0.1489495	0.0000	0.0000	0.0000		
5483	0.1218235	0.0000	0.0000			
5671	0.1367779	0.0000				
5859	0.0000					

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai-nilai variabel yang dibutuhkan pada analisis berikutnya. Beberapa nilai menunjukkan penyelesaian yang tidak fisibel, sehingga hanya variabel-variabel yang fisibel saja yang digunakan sebagai analisis selanjutnya. Langkah berikutnya mengaplikasikan persamaan 2.12.

$$P(X/I) = \frac{w_{IX}}{PI} = \frac{w_{IX}}{\sum_{x=0}^R w_{IX}}$$

Sehingga di dapat variable keputusan untuk $P(X/I)$ adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15. Nilai Setiap Variabel $P(X/I)$

I \ X	0	5107	5295	5483	5671	5859
0	0	0	0	0	1	0
5107	1	0	0	0	0	
5295	1	0	0	0		
5483	1	0	0			
5671	0	0				
5859	0					

4.2.3.3.4. Menentukan Persediaan dan jumlah Pemesanan Bahan Baku

Tabel 4.16. Nilai Variabel Biaya Setiap Periode

I \ X	0	5107	5295	5483	5671	5859
0	0	0	0	0	44.1108,6	0
5107	10.309.186	0	0	0	0	
5295	8.431.722	0	0	0		
5483	6.896.175	0	0			
5671	7.742.713	0				
5859	0					

Dari tabel diatas, keputusan kebijakan kebutuhan kulit berubah-ubah tergantung level jumlah persediaan yang tersedia. Keputusan optimal yang dapat diambil untuk menentukan kebutuhan kulit. adalah dengan memesan sebanyak 5671 feet. Akan tetapi jangan melakukan pemesanan ulang jika inventory sama

dengan 5107 feet. Dalam kasus ini, maka diambil nilai optimum yaitu sebanyak 5671 feet dengan *total inventory cost* Rp 1.075.000,-/ bulan.



BAB V

PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan pada bab IV, analisis perencanaan kebutuhan bahan baku dilihat dari jumlah *inventory*, dan *total cost* minimum dapat dianalisis sebagai berikut:

5.1. *Inventory* Menurut Kebijakan Perusahaan

Berdasarkan kebijakan perusahaan peramalan kebutuhan bahan baku menggunakan metode linear regresi, dengan kebutuhan rata-rata bahan baku setiap bulannya sebanyak 2742.5 feet, dengan frekuensi pemesanan 1 kali untuk tiap bulannya. Perusahaan beranggapan bahwa jumlah *inventory* yang besar, maka kebutuhan bahan baku akan tercukupi setiap waktu. Atau sebaliknya, dengan meminimalkan persediaan di gudang akan berakibat bertambahnya biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi kekurangan bahan baku. Hal tersebut tanpa disadari perusahaan akan menyebabkan peningkatan biaya simpan yang dikeluarkan oleh perusahaan. Untuk mendapatkan jumlah *inventory* maksimal yang stabil pada setiap level, dapat dilakukan apabila kondisi jumlah *inventory* mencapai kondisi *steady state*.

Dengan proses *markov*, keputusan optimal (*steady state*) dapat diambil untuk menentukan jumlah persediaan dan kebutuhan bahan baku. Yaitu dengan melakukan pemesanan sebanyak 5667 feet dengan lead time 2 hari, sehingga pada saat menunggu pemesanan datang tetap melakukan produksi dan diperkirakan

pesanan datang pada saat kondisi *inventory* di gudang sama dengan nol. Dengan kebijakan tersebut, maka *total inventory cost* yang dikeluarkan sebesar Rp 1.095.000,-.

5.2. *Inventory Menurut Rancangan Usulan*

Berdasarkan hasil rancangan usulan sebelum menentukan metode terbaik terlebih dahulu melakukan plotting terhadap data bahan baku. Setelah itu menentukan jenis model peramalan yang akan digunakan. Setelah dilakukan plotting terhadap data kebutuhan bahan baku-nya di dapat 5 kemungkinan model peramalan yang akan diajukan dalam rancanagn usulan, yaitu *moving average*, *weighted moving average*, *exponential smoothing*, *exponential smoothing with trend*, dan *double exponential smoothing*. Setelah melihat hasil akurasi peramalan dari ke lima model tersebut, maka dipilih model peramalan *double exponential smoothing* karena memiliki nilai MSE (*Mean Squared Error*) yang paling kecil yaitu 220,705.3

Dengan kebutuhan rata-rata bahan baku setiap bulannya sebanyak 2742.5 feet, dan frekuensi pemesanan 1 kali untuk tiap bulannya. Perusahaan beranggapan bahwa jumlah *inventory* yang besar, maka kebutuhan bahan baku akan tercukupi setiap waktu. Atau sebaliknya, dengan meminimalkan persediaan di gudang akan berakibat bertambahnya biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi kekurangan bahan baku. Hal tersebut tanpa disadari perusahaan akan menyebabkan peningkatan biaya simpan yang dikeluarkan oleh perusahaan. Untuk mendapatkan

jumlah *inventory* maksimal yang stabil pada setiap level, dapat dilakukan apabila kondisi jumlah *inventory* mencapai kondisi *steady state*.

Dengan proses *markov*, keputusan optimal (*steady state*) dapat diambil untuk menentukan jumlah persediaan dan kebutuhan bahan baku. Yaitu dengan melakukan pemesanan sebanyak 5671 feet dengan lead time 2 hari, sehingga pada saat menunggu pemesanan datang tetap melakukan produksi dan diperkirakan pesanan datang pada saat kondisi *inventory* di gudang sama dengan nol. Dengan kebijakan tersebut, maka *total inventory cost* yang dikeluarkan sebesar Rp 1.075.000,-.



BAB VI

KASIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis bab V, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut;

1. Menurut kebijakan perusahaan, dengan melakukan perhitungan menggunakan proses *markov*, maka pada saat inventory sama dengan nol melakukan pemesanan sebanyak 5667 feet dengan *total inventory cost* Rp 1.095.000,-.
2. Sedangkan menurut rancangan usulan, dengan melakukan perhitungan menggunakan proses *markov*, maka pada saat inventory sama dengan nol melakukan pemesanan sebanyak 5671 feet dengan *total inventory cost* Rp 1.075.000,-.
3. Berdasarkan hasil penelitian di atas, perusahaan dapat menerapkan proses markov sebagai kebijakan baru untuk menentukan waktu pemesanan dan jumlah item yang dipesan sehingga *total inventory cost* akan semakin kecil.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat diberikan saran-saran yang sekiranya dapat membantu dalam membuat kebijakan perencanaan *inventory* yang optimal dengan *total cost* yang minimum, yaitu;

1. mengusulkan pada perusahaan agar mempertimbangkan hasil dari penelitian menggunakan proses *markov* dan dapat mengoptimalkan perencanaan jumlah *inventory* yang dibutuhkan, sehingga dapat meminimalkan *total cost* yang dikeluarkan.
2. Agar penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambah variabel-variabel lain dan menambah faktor-faktor yang berpengaruh pada perencanaan, seperti faktor sosial, ekonomi dan politik.



DAFTAR PUSTAKA

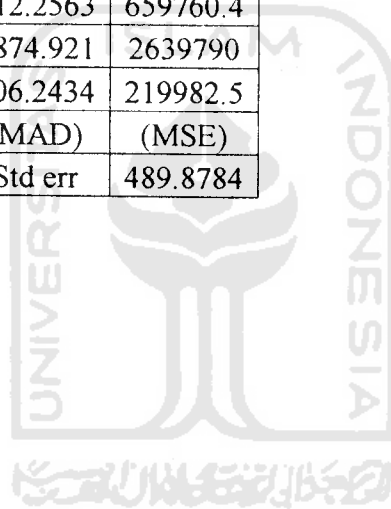
- Hakim N., Arman, (1993). *perencanaan dan pengendalian produksi*. Penerbit Guna Widya, Jakarta.
- Johnson, Lynwood A., Montgomery, Douglas C., (1973). *operation research in production planning, scheduling, and inventory control*, Jhon Willey & Sons, Inc., New York.
- Siana Halim, (2002). Aplikasi markov random field pada masalah industri. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 04, n0. 01, hlm 19-25, Juni.
- Sutarman, (2003). Perencanaan persediaan bahan baku dengan model backorder. *Jurnal Teknik Industri*, Pasundan, vol. 5, no. 3, hlm. 141-152, September.
- Sumayang, Lalu, (2003). *dasar-dasar manajemen produksi dan operasi*, Salemba Emban Patria, Jakarta.
- Wintolo Anggit, (2006). *Penentuan Persediaan Bahan Baku Yang Optimal pada CV. ENNYN.N Leather Handcraft*. Skripsi Sarjana (tidak dipublikasikan). Yogyakarta: Fakultas Ekonomi UTY.

LAMPIRAN

Linear Regression

	Demand (y)	time (x)	x^2	$x*y$
January	4450	-6	36	-26700
February	4574	-5	25	-22870
March	5626	-4	16	-22504
April	5877	-3	9	-17631
May	5006	-2	4	-10012
June	5570	-1	1	-5570
July	5789	0	0	0
August	5822	1	1	5822
September	6415	2	4	12830
October	5822	3	9	17466
November	5673	4	16	22692
December	5131	5	25	25655
TOTALS	65755	-6	146	-20822
AVERAGE	5479.583	-0.5	12.16667	-1735.167
Next period forecast				
Intercept	5521.735			
Slope	84.3042			

Forcest	Error	[Error]	Error^2
5015.91	-565.9102	565.9102	320254.3
5100.214	-526.2144	526.2144	276901.6
5184.519	441.4814	441.4814	194905.9
5268.823	608.1772	608.1772	369879.6
5353.127	-347.127	347.127	120497.1
5437.431	132.5688	132.5688	17574.5
5521.735	267.2646	267.2646	71430.39
5606.04	215.9604	215.9604	46638.91
5690.344	724.6563	724.6563	525126.7
5774.648	47.35205	47.35205	2242.217
5858.952	-185.9521	185.9521	34578.2
5943.256	-812.2563	812.2563	659760.4
	9.77E-04	4874.921	2639790
	8.14E-05	406.2434	219982.5
6027.561	(Bias)	(MAD)	(MSE)
		Std err	489.8784



Moving Average

	Demand (y)	Forcast	Error	[Error]	Error ²
January	4450				
February	4574				
March	5626	4512	1114	1114	1240996
April	5877	5100	777	777	603729
May	5006	5751.5	-745.5	745.5	555770.3
June	5570	5441.5	128.5	128.5	16512.25
July	5789	5288	501	501	251001
August	5822	5679.5	142.5	142.5	20306.25
September	6415	5805.5	609.5	609.5	371490.3
October	5882	6118.5	-236.5	236.5	55932.25
November	5673	6148.5	-475.5	475.5	226100.3
December	5131	5777.5	-646.5	646.5	417962.3
TOTALS	65815		1168.5	5376.5	3759800
AVERAGE	5484.583		116.85	537.65	375980
Next period forecast		5402	(Bias)	(MAD)	(MSE)
				Std err	646.3401

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	116.85
MAD (Mean Absolute Deviation)	537.65
MSE (Mean Squared Error)	375,980
Standard Error	646.3401
Forecast	
next period	5,402

Trend Analysis

	Demand (y)	time (x)	x ²	x*y	Forcest
January	4450	1	1	4450	5012.834
February	4574	2	4	9148	5098.607
March	5626	3	9	16878	5184.379
April	5877	4	16	23508	5270.152
May	5006	5	25	25030	5355.925
June	5570	6	36	33420	5441.697
July	5789	7	49	40523	5527.47
August	5822	8	64	46576	5613.243
September	6415	9	81	57735	5699.015
October	5882	10	100	58820	5784.788
November	5673	11	121	62403	5870.561
December	5131	12	144	61572	5956.333
TOTALS	65815	78	650	440063	
AVERAGE	5484.583	6.5			
Next period forecast					6042.106
Intercept	4927.062				
Slope	85.77264				

Error	[Error]	Error ²
-562.834	562.834	316782.1
-		
524.6069	524.6069	275212.4
441.6206	441.6206	195028.8
606.8481	606.8481	368264.7
-		
349.9248	349.9248	122447.4
128.3027	128.3027	16461.59
261.5298	261.5298	68397.83
208.7573	208.7573	43579.62
715.9849	715.9849	512634.3
97.21191	97.21191	9450.156
-		
197.5605	197.5605	39030.17
-825.333	825.333	681174.6
-3.91E-03	4920.515	2648464
-3.26E-04	410.0429	220705.3
(Bias)	(MAD)	(MSE)
	Std err	490.6826

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0.0003
MAD (Mean Absolute Deviation)	410.0429
MSE (Mean Squared Error)	220,705.30
Standard Error	490.6826
Regression line	
Demand(y) = 4927.062	
+ 85.7726 * Time(x)	
Statistics	
Correlation coefficient	0.5332
Coefficient of determination (r ²)	0.2843



Weighted Moving Average

	Demand (y)	Forcest	Error	[Error]	Error ²
January	4450				
February	4574				
March	5626	4512	1114	1114	1240996
April	5877	5100	777	777	603729
May	5006	5751.5	-745.5	745.5	555770.3
June	5570	5441.5	128.5	128.5	16512.25
July	5789	5288	501	501	251001
August	5822	5679.5	142.5	142.5	20306.25
September	6415	5805.5	609.5	609.5	371490.3
October	5882	6118.5	-236.5	236.5	55932.25
November	5673	6148.5	-475.5	475.5	226100.3
December	5131	5777.5	-646.5	646.5	417962.3
TOTALS	65815		1168.5	5376.5	3759800
AVERAGE	5484.583		116.85	537.65	375980
Next period forecast		5402	(Bias)	(MAD)	(MSE)
				Std err	646.3401

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	116.85
MAD (Mean Absolute Deviation)	537.65
MSE (Mean Squared Error)	375,980
Standard Error	646.3401
Forecast	
next period	5,402

Exponential Smoothing

	Demand (y)	Forcest	Error	[Error]	Error ²
January	4450	4450			
February	4574	4450	124	124	15376
March	5626	4512	1114	1114	1240996
April	5877	5069	808	808	652864
May	5006	5473	-467	467	218089
June	5570	5239.5	330.5	330.5	109230.3
July	5789	5404.75	384.25	384.25	147648.1
August	5822	5596.875	225.125	225.125	50681.27
September	6415	5709.438	705.5625	705.5625	497818.4
October	5882	6062.219	-180.2188	180.2188	32478.8
November	5673	5972.109	-299.1094	299.1094	89466.42
December	5131	5822.555	-691.5547	691.5547	478247.9
TOTALS	65815		2053.555	5329.32	3532896
AVERAGE	5484.583		186.6868	484.4837	321172.4
Next period forecast		5476.777	(Bias)	(MAD)	(MSE)
				Std err	594.3817

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	186.6868
MAD (Mean Absolute Deviation)	484.4837
MSE (Mean Squared Error)	321,172.40
Standard Error	594.3817
Forecast	
next period	5,476.78

Exponential Smoothing With Trend

	Demand (y)	unadjusted forecast	trend	ajusted forecast
January	4450	4450	0	
February	4574	4450	0	4450
March	5626	4512	31	4543
April	5877	5069	294	5363
May	5006	5473	349	5822
June	5570	5239.5	57.75	5297.25
July	5789	5404.75	111.5	5516.25
August	5822	5596.875	151.8125	5748.688
September	6415	5709.438	132.1875	5841.625
October	5882	6062.219	242.4844	6304.703
November	5673	5972.109	76.1875	6048.297
December	5131	5822.555	-36.68359	5785.871
TOTALS	65815			
AVERAGE	5484.583			
Next period forecast				5285.547

Error	[Error]	Error ²
124	124	15376
1083	1083	1172889
514	514	264196
-816	816	665856
272.75	272.75	74392.56
272.75	272.75	74392.56
73.3125	73.3125	5374.723
573.375	573.375	328758.9
-422.7031	422.7031	178677.9
-375.2969	375.2969	140847.8
-654.8711	654.8711	428856.2
644.3164	5182.059	3349618
58.57422	471.0962	304510.7
(Bias)	(MAD)	(MSE)
	Std err	578.7588

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	58.5742
MAD (Mean Absolute Deviation)	471.0962
MSE (Mean Squared Error)	304,510.70
Standard Error	578.7588
Forecast	
next period	5,285.55



*Rancangan Perusahaan

Input Perusahaan

$$\begin{aligned} \text{min} = & 11306160 * W_{00} + 7582440 * W_{05109} + 4788720 * W_{05295} + 2616240 * W_{05481} \\ & + 1065000 * W_{05667} + 135000 * W_{05853} + 175953000000 * W_{51090} + 175963000000 \\ & * W_{51095109} + 175962000000 * W_{51095295} + 175961000000 * W_{51095481} + \\ & 175960000000 * W_{51095667} + 182362000000 * W_{52950} + 182368000000 * W_{529551} \\ & 09 + 182367000000 * W_{52955295} + 182367000000 * W_{52955481} + 188770000000 * W_{54810} \\ & + 188771000000 * W_{54815109} + 188772000000 * W_{54815295} + 195178000000 \\ & 0 * W_{56670} + 195179000000 * W_{56675109} + 201585000000 * W_{58530}, \end{aligned}$$

!dengan batasan I;

$$\begin{aligned} & 0.75 * (W_{05109} + W_{51090}) + 0.583 * (W_{05295} + W_{51095109} + W_{52950}) + \\ & 0.416 * (W_{05481} + W_{51095295} + W_{52955109} + W_{54810}) + 0.249 * (W_{05667} + \\ & W_{51095481} + W_{52955295} + W_{54815109} + W_{56670}) - W_{00} + W_{05109} + \\ & W_{05295} + W_{05481} + W_{05667}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0.25 * (W_{05109} + W_{51090}) + 0.167 * (W_{05295} + W_{51095109} + W_{52950}) + \\ & 0.167 * (W_{05481} + W_{51095295} + W_{52955109} + W_{54810}) + 0.167 * (W_{05667} + \\ & W_{51095481} + W_{52955295} + W_{54815109} + W_{56670}) + 0.25 * (W_{05853} + \\ & W_{51095667} + W_{52955481} + W_{54815295} + W_{56675109} + W_{58530}) - W_{51090} \\ & + W_{51095109} + W_{51095295} + W_{51095481} + W_{51095667}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0.25 * (W_{05295} + W_{51095109} + W_{52950}) + 0.167 * (W_{05481} + W_{51095295} + \\ & W_{52955109} + W_{54810}) + 0.167 * (W_{05667} + W_{51095481} + W_{52955295} + \\ & W_{54815109} + W_{56670}) + 0.167 * (W_{05853} + W_{51095667} + W_{52955481} + \end{aligned}$$

$$W54815295 + W56675109 + W58530) = W52950 + W52955109 + W52955295 + W52955481;$$

$$0.25*(W05481 + W51095295 + W52955109 + W54810) + 0.167*(W05667 + W51095295 + W52955295 + W54815109 + W56670) + 0.167*(W05853 + W51095667 + W52955481 + W54815295 + W56675109 + W58530) = W54810 + W52955109 + W54815295;$$

$$0.25*(W05667 + W51095481 + W52955295 + W54815109 + W56670) + 0.167*(W05853 + W51095667 + W52955481 + W54815295 + W56675109 + W56670) = W56670 + W56675109;$$

$$0.25*(W05853 + W51095667 + W52955481 + W54815295 + W56675109 + W58530) = W58530;$$

$$W00 + W05109 + W05295 + W05481 + W05667 + W05853 + W51090 + W51095109 + W51095295 + W51095481 + W51095667 + W52950 + W52955109 + W52955295 + W52955481 + W54810 + W54815109 + W54815295 + W56670 + W56675109 + W58530 = 1;$$

$$W00 \geq 0;$$

$$W05109 \geq 0;$$

$$W05295 \geq 0;$$

$$W05481 \geq 0;$$

$$W05667 \geq 0;$$

$$W05853 \geq 0;$$

$$W51090 \geq 0;$$

$$W51095109 \geq 0;$$

W51095295>=0;

W51095481>=0;

W51095667>=0;

W52950>=0;

W52955109>=0;

W52955295>=0;

W52955481>=0;

W54810>=0;

W54815109>=0;

W54815295>=0;

W56670>=0;

W56675109>=0;

W58530>=0;



Output Perusahaan

Global optimal solution found.

Objective value: 0.4003774E+11

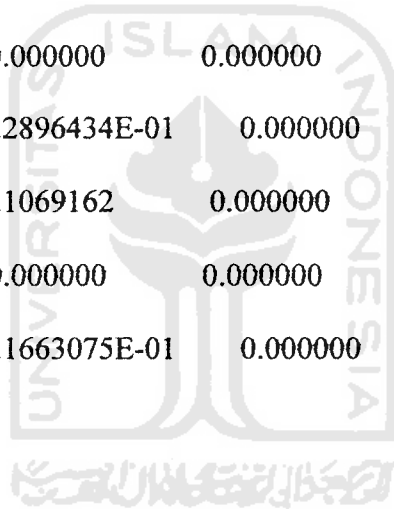
Total solver iterations: 4

Variable	Value	Reduced Cost
W00	0.000000	0.2092976E+12
W05109	0.000000	0.158279E+11
W05295	0.000000	0.4306200E+11
W05481	0.2092790E-01	0.000000
W05667	0.2896434E-01	-0.9536743E-06
W05853	0.000000	0.8668100E+11
W51090	0.5238450	0.000000
W51095109	0.000000	0.5889958E+11
W51095295	0.000000	0.1025197E+12
W51095481	0.000000	0.1759610E+12
W51095667	0.000000	0.2651632E+12
W52950	0.8671525E-01	-0.3051758E-04
W52955109	0.000000	0.4362731E+11
W52955295	0.000000	0.1170684E+12
W52955481	0.000000	0.2062717E+12
W54810	0.2160005	0.000000
W54815109	0.000000	0.9957060E+11
W58415295	0.000000	0.1887730E+12

W56670	0.1069162	-0.1621246E-04
W56675109	0.000000	0.6795846E+11
W58530	0.1663075E-01	0.000000
W51095481	0.000000	0.2612451E+11
W54815295	0.000000	0.1601217E+12

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4003774E+11	-1.000000
2	0.000000	-0.2493240E+12
3	0.000000	-0.8920338E+11
4	0.000000	-0.2390480E+11
5	0.000000	-135000.0
6	0.000000	0.1272204E+12
7	0.000000	0.1803391E+12
8	0.000000	-0.4003774E+11
9	0.000000	0.000000
10	0.5238450	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.2092790E-01	0.000000
15	0.000000	0.000000
16	0.000000	0.000000

17	0.000000	0.000000
18	0.2160005	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.8671525E-01	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.2896434E-01	0.000000
27	0.1069162	0.000000
28	0.000000	0.000000
29	0.1663075E-01	0.000000



Rancangan usulan

Input Usulan

$\min = 11426280 * W_{00} + 7662520 * W_{05107} + 4838760 * W_{05295} + 2642920 * W_{05433}$
 $+ 1075000 * W_{05671} + 135000 * W_{05859} + 175884000000 * W_{51070} + 175894000000$
 $* W_{51075107} + 175892000000 * W_{51075295} + 175893000000 * W_{51075483} + 175890$
 $000000 * W_{51075671} + 182362000000 * W_{52950} + 82368000000 * W_{52955107} +$
 $182367000000 * W_{52955295} + 182367000000 * W_{52955483} + 188839000000 * W_{548$
 $30 + 188843000000 * W_{54835107} + 188842000000 * W_{54835295} + 195315000000 * W$
 $56710 + 195316000000 * W_{56715107} + 201791000000 * W_{58590};$

!dengan batasan 1;

$0,75 * (W_{05107} + W_{51070}) + 0,583 * (W_{05295} + W_{51075107} + W_{52950}) +$
 $0,416 * (W_{05483} + W_{51075295} + W_{52955107} + W_{54830}) + 0,249 * (W_{05671} +$
 $W_{51075483} + W_{52955295} + W_{54835107} + W_{56710}) = W_{00} + W_{05107} +$
 $W_{05295} + W_{05483} + W_{05671};$

$0,25 * (W_{05107} + W_{51070}) + 0,167 * (W_{05295} + W_{51075107} + W_{52950}) +$
 $0,167 * (W_{05483} + W_{51075295} + W_{52955107} + W_{54830}) + 0,167 * (W_{05671} +$
 $W_{51075483} + W_{52955295} + W_{54835107} + W_{56710}) + 0,25 * (W_{05859} +$
 $W_{51075671} + W_{52955483} + W_{54835295} + W_{56715107} + W_{58590}) = W_{51070}$
 $+ W_{51075107} + W_{51075295} + W_{51075483} + W_{51075671},$

$0,25 * (W_{05295} + W_{51075107} + W_{52950}) + 0,167 * (W_{05483} + W_{51075295} +$
 $W_{52955107} + W_{54830}) + 0,167 * (W_{05671} + W_{51075483} + W_{52955295} +$
 $W_{54835107} + W_{56710}) + 0,167 * (W_{05859} + W_{51075671} + W_{52955483} +$

$$W54835295 + W56715107 + W58590) = W52950 + W52955107 + W52955295 + W52955483;$$

$$0,25*(W05483 + W51075295 + W52955107 + W54830) + 0,167*(W05671 + W51075483 + W52955295 + W54835107 + W56710) + 0,167*(W05859 + W51075671 + W52955483 + W54835295 + W56715107 + W58590) = W54830 + W54835107 + W54835295;$$

$$0,25*(W05671 + W51075483 + W52955295 + W54835107 + W56710) + 0,167*(W05859 + W51075671 + W52955483 + W54835295 + W56715107 + W58590) = W56710 + W56715107;$$

$$0,25*(W05859 + W51075671 + W52955483 + W54835295 + W56715107 + W58590) = W58590;$$

$$W00 + W05107 + W05295 + W05483 + W05671 + W05859 + W51070 + W51075107 + W51075295 + W51075483 + W51075671 + W52950 + W52955107 + W52955295 + W52955483 + W54830 + W54835107 + W54835295 + W56710 + W56715107 + W58590 = 1;$$

$$W00 \geq 0;$$

$$W05107 \geq 0;$$

$$W05295 \geq 0;$$

$$W05483 \geq 0;$$

$$W05671 \geq 0;$$

$$W05859 \geq 0;$$

$$W51070 \geq 0;$$

$$W51075107 \geq 0;$$

Output Usulan

Global optimal solution found.

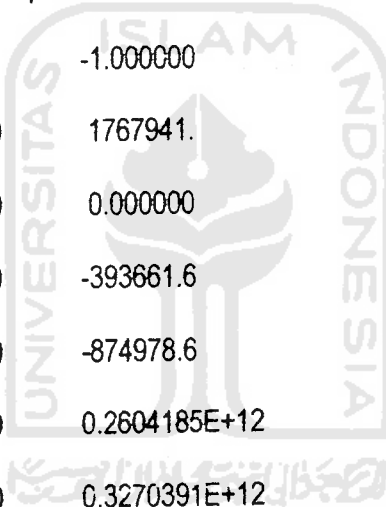
Objective value: 1325956.

Total solver iterations: 2

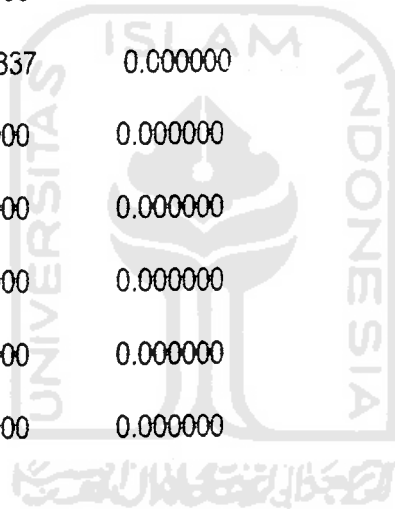
Variable	Value	Reduced Cost
W00	0.000000	0.1010032E+08
W05107	0.000000	5894579.
W05295	0.000000	2677157.
W05483	0.000000	0.6510284E+11
W05671	0.5017012	0.000000
W05859	0.000000	0.1252483E+12
W5107	0.000000	0.1758840E+12
W51075107	0.000000	0.1758936E+12
W51075295	0.000000	0.1758911E+12
W51075483	0.000000	0.2409965E+12
W51075671	0.000000	0.3011381E+12
W5295	0.000000	0.1823620E+12
W52955107	0.000000	0.1823675E+12
W52955295	0.000000	0.2474709E+12
W52955483	0.000000	0.3076155E+12
W5483	0.000000	0.1888390E+12
W54835107	0.000000	0.2539474E+12
W54835295	0.000000	0.3140910E+12

W56710	0.000000	-0.2159632E-04
W56715107	0.000000	0.6014561E+11
W58590	0.000000	0.2288818E-04
W51070	0.1821156	0.000000
W52950	0.1489495	0.000000
W54830	0.1672337	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1325956.	-1.000000
2	0.000000	1767941.
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	-393661.6
5	0.000000	-874978.6
6	0.000000	0.2604185E+12
7	0.000000	0.3270391E+12
8	0.000000	-1325956.
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.5017012	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.1821156	0.000000



16	0.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	0.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	0.1489495	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	0.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	0.1672337	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	0.000000
28	0.000000	0.000000
29	0.000000	0.000000



W51075295>=0;

W51075483>=0;

W51075671>=0;

W52950>=0;

W52955107>=0;

W52955295>=0;

W52955483>=0;

W54830>=0;

W54835107>=0;

W54835295>=0;

W56710>=0;

W56715107>=0;

W58590>=0;

