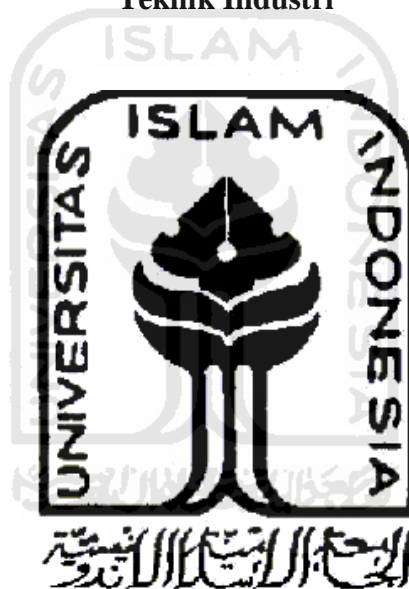


**Pengendalian Persediaan Benang Pada Model Sistem Persediaan *Multy Item*
dengan Mempertimbangkan *Safety Stock* untuk Mempertimbangkan Batasan
Investasi dan Volume Gudang**

(Studi Kasus di PT. Sendi Pratama (Kain Sarung Tursina))

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata - 1
Teknik Industri**



Disusun Oleh:

Nama : Andi Setiawan

No. Mahasiswa : 07 522 142

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

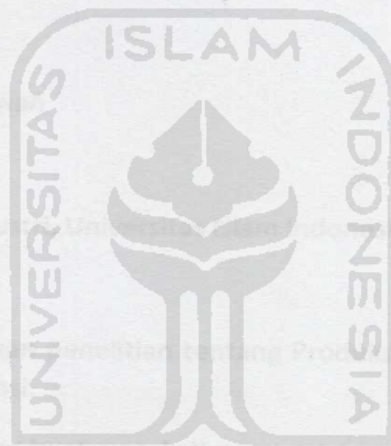
PT. SENJI PRATAMA
WEAVING DYEING FINISHING

J. Lapangan Balaok No. 3 Telp. (0271) 511906 4417909 Fax. 410494 4417909

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Agustus 2011



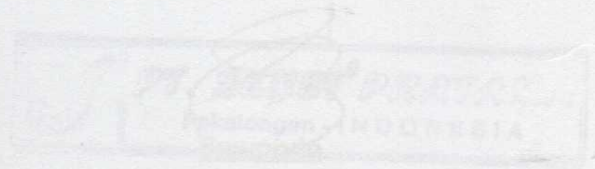
Handwritten signature of Andi Setiawar

Andi Setiawar
07522 142



Pekalongan, 24 Mei 2011

Hormat kami,



Manager Produk



PT. SENDI PRATAMA WEAVING DYEING FINISHING

Jl. Lapangan Remaja No. 9 Telp. (0285) 4417908 - 4417909 Fax. 410484 - 4417809
Watasalam Buaran Pekalongan
INDONESIA

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suwondo

Jabatan : Manager Produksi PT. Sendi Paratama

Dengan ini Menerangkan bahwa :

Nama : Andi Setiawan

N I M : 07522142

Fakultas : Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

Yang bersangkutan Telah melakukan penelitian tentang Produksi Tekstil di PT. Sendi Pratama, untuk menunjang pembuatan skripsi.

Demikian Surat Keterangan ini kami buat, untuk di pergunakan sebagaimana mestinya.

Pekalongan, 24 Mei 2011

Hormat kami,

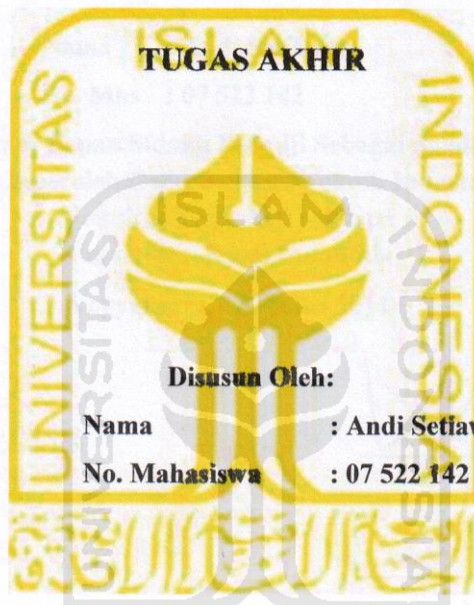


Manager Produksi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Pengendalian Persediaan Benang Pada Model Sistem Persediaan *Multy Item* dengan Mempertimbangkan *Safety Stock* untuk Mempertimbangkan Batasan Investasi dan Volume Gudang

(Studi Kasus di PT. Sendi Pratama (Kain Sarung Tursina))



Disusun Oleh:

Nama : Andi Setiawan

No. Mahasiswa : 07 522 142

Yogyakarta, Juli 2011

Dosen Pembimbing

Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**Pengendalian Persediaan Benang Pada Model Sistem Persediaan *Multy Item*
dengan Mempertimbangkan *Safety Stock* untuk Mempertimbangkan Batasan
Investasi dan Volume Gudang**

(Studi Kasus di PT. Sendi Pratama (Kain Sarung Tursina))

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Andi Setiawan

No. Mhs : 07 522 142

**Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Agustus 2011**

Tim Penguji

Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE

Ketua

Ir. Ali Parkhan, MT

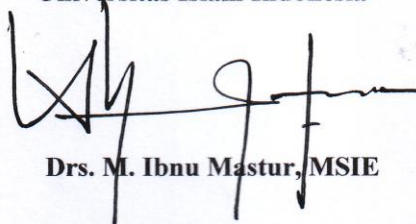
Anggota 1

Ir. Hudaya, MM

Anggota 2

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE

15
9 2011

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk mu . . .

Ibu dan Bapak ku

Serta saudara – saudara ku

Lima bersaudara :

Mb Eka, Andi, luluk, Vifi, Ryan

Terima kasih atas doa, dukungan,

Serta kepercayaannya kepada ku.

Aku sayang kalian.

MOTTO

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَلَدٌ صَالِحٌ يَدْعُو لَهُ.

“Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya.” *(HR. Muslim)*

مَنْ يُرِدِ اللَّهُ بِهِ خَيْرًا يُفَقِّهْهُ فِي الدِّينِ وَإِنَّمَا أَنَا قَاسِمٌ وَاللَّهُ هُوَ الْمُعْطِي وَلَا تَزَالُ هَذِهِ الْأُمَّةُ قَائِمَةً عَلَى أَمْرِ اللَّهِ لَا يَضُرُّهُمْ مَنْ خَالَفَهُمْ حَتَّى يَأْتِيَ أَمْرُ اللَّهِ.

“Barangsiapa yang Allah kehendaki padanya kebaikan, maka Allah akan fahamkan dia dalam (masalah) dien. Aku adalah Al-Qasim (yang membagi) sedang Allah Azza wa Jalla adalah yang Maha Memberi. Umat ini akan senantiasa tegak di atas perkara Allah, tidak akan memadharatkan kepada mereka, orang-orang yang menyelisihinya mereka sampai datang putusan Allah.” *(HR. Al-Bukhari)*

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ.

Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga.” *(HR. Muslim)*

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

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

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S1 Jurusan Teknik Industri . Judul tugas akhir ini adalah “Pengendalian Persediaan Benang Pada Model Sistem Persediaan *Multy Item* dengan Mempertimbangkan *Safety Stock* untuk Mempertimbangkan Batasan Investasi dan Volume Gudang” di PT. Sendi Persada (Kain Sarung Tursina)”

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

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang banyak memberikan masukan, bimbingan dan koreksi selama pengerjaan tugas akhir ini.

4. Bapak Suwondo selaku Manager Produksi yang telah memberikan izin dan membimbing serta Semua pihak di PT Sendi Pratama yang telah membantu peneliti dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Lima saudara yang selalu mendukungku, Herdika Oki P, Eko Bayu Firdaus, Yusuf Subarkah dan Risa Wahyuni. Semoga persahabatan kita tidak usai sampai disini.
6. Teman-teman Kost Wisma Pangestu, terima kasih atas inspirasi kalian atas kebersamaan kita, mas Bakwan matur nuwun idenya ya, mas Eddech dan mas Hasbi terimakasih saran-saran kalian.
7. Semua teman-teman Teknik Industri 2007 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 20 Agustus 2011

Penulis

Andi Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAKUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMA MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI	viii
TAKARIR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
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 KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 <i>Inventory</i> (Persediaan).....	8
2.2.1 Pengertian <i>Inventory</i> (Persediaan).....	8
2.2.2 Fungsi <i>Inventory</i>	9

2.2.3 Biaya-biaya <i>Inventory</i>	10
2.2.4 Model-model <i>Inventory</i>	13
2.3 Metode Lagrange Multiplier dan LIMIT.....	15
2.3.1 Metode Lagrange Multiplier untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi.....	15
2.3.2 Metode LIMIT untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi serta Ruang Penyimpanan.....	18
2.4 Peramalan	20
2.4.1 Pengertian Peramalan	20
2.4.2 Pendekatan Peramalan.....	21
2.4.3 Pola Data Peramalan Time Series	22
2.4.4 Metode Peramalan Data Time Series	23
2.4.5 Akurasi Peramalan	30
2.5 Safety stock	31
2.6 Cara Menentukan Safety Stock	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian	34
3.2 Pengamatan Awal.....	34
3.3 Pengumpulan Data	34
3.4 Metode Pengumpulan Data	35
3.5 Teknik Pengolahan Data	36
3.6 Flowchart	42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	43
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	43
4.1.2 Data Permintaan Benang.	45

4.1.3 Biaya Pembelian Benang	47
4.1.4 Biaya Investasi Perusahaan.....	48
4.1.5 Lead Time	48
4.2 Pengolahan Data.....	49
4.2.1 Peramalan Permintaan Bahan Baku Benang.....	49
4.2.2 Ploting Data Pemakaian Benang	49
4.2.3 Pengolahan Data dengan Software WinQSB.....	53
4.2.4 Perhitungan Safety Stock.....	58
4.2.5 Biaya Pembelian Bahan Baku Benang.....	58
4.2.6 Prosentase Biaya Simpan	59
4.3 Pengolahan Data sesuai dengan Model	60
4.3.1. Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi tanpa kendala Investasi.....	60
4.3.2 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi dengan kendala investasi Menggunakan metode Lagrange Multiplier.....	63
4.3.3 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi dengan menggunakan metode LIMIT	67
4.3.4 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum Ruang Penyimpanan tanpa keterbatasan Ruang Penyimpanan.....	71
4.3.5 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum Ruang Penyimpanan dengan keterbatasan Ruang Penyimpanan.....	72
4.4 Reorder Point	75

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan Peramalan	77
5.2 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi tanpa keterbatasan Investasi.....	79
5.3 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Investasi Menggunakan Metode Lagrange Multiplier	79
5.4 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Investasi Menggunakan Metode LIMIT	81
5.5 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Gudang	82
5.6 Analisis Total Cost	82
5.7 Pembahasan Reorder Point	83

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan	84
6.2 Saran	85
Daftar Pustaka	xiii
Lampiran	xiv

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pemakaian Benang Bulan Rabbiul Awal 1430 H – Safar 1431 H.....	46
Tabel 4.2 Harga Beli Benang	47
Tabel 4.3 Biaya Pesan.....	47
Tabel 4.4 Biaya Simpan.....	48
Tabel 4.5 Akurasi Peramalan Untuk Benang 20S	53
Tabel 4.6 Akurasi Peramalan Untuk Benang 30S	54
Tabel 4.7 Akurasi Peramalan Untuk Benang 40S	54
Tabel 4.8 Akurasi Peramalan Untuk Benang 40/2	55
Tabel 4.9 Akurasi Peramalan Untuk Benang 45S	55
Tabel 4.10 Akurasi Peramalan Untuk Benang 55S	58
Tabel 4.11 Hasil Peramalan Data permintaan Benang dengan metode Peramalan yang terpilih Bulan Rabbiul Awal 1430 H – Safar 1431 H	57
Tabel 4.12 Safety Stock	58
Tabel 4.13 Biaya Pembelian Benang	59
Tabel 4.14 Data variabel-variabel Biaya	60
Tabel 4.15 Nilai EOQ tanpa keterbatasan Investasi	61
Tabel 4.16 Kebutuhan Investasi Bahan Baku tanpa keterbatasan investasi.....	62
Tabel 4.17 <i>Total Cost</i> tanpa keterbatasan investasi.....	63
Tabel 4.18 Nilai EOQ dengan metode <i>Lagrange Multiplier</i>	65
Tabel 4.19 Kebutuhan Investasi Bahan Baku dengan metode <i>Lagrange Multiplier</i>	66
Tabel 4.20 <i>Total Cost</i> dengan metode <i>Lagrange Multiplier</i>	67
Tabel 4.21 Nilai EOQ dengan metode LIMIT.....	68
Tabel 4.22 Kebutuhan Investasi Bahan Baku dengan metode LIMIT	69
Tabel 4.23 <i>Total Cost</i> dengan metode LIMIT	70
Tabel 4.24 Kebutuhan Volume Gudang tanpa Adanya kendala Volume Gudang	72

Tabel 4.25 Kebutuhan Volume Gudang dengan Adanya kendala Volume Gudang	74
Tabel 4.26 <i>Total Cost</i> dengan Keterbatasan volume gudang.....	75
Tabel 4.27 Reorder Point	76
Tabel 5.1 Kebutuhan Investasi Bahan Baku tanpa keterbatasan investasi.....	80
Tabel 5.2 Kebutuhan Investasi Bahan Baku dengan Metode <i>Lagrange Multiplier</i>	80
Tabel 5.4 Kebutuhan Investasi Bahan Baku dengan Metode LIMIT.....	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i>	42
Gambar 4.1 Ploting Data Pemakaian Benang 20S	50
Gambar 4.2 Ploting Data Pemakaian Benang 30S	50
Gambar 4.3 Ploting Data Pemakaian Benang 40S	51
Gambar 4.4 Ploting Data Pemakaian Benang 40/2	51
Gambar 4.5 Ploting Data Pemakaian Benang 45S	52
Gambar 4.6 Ploting Data Pemakaian Benang 55S	52



ABSTRAK

Semakin banyak yang dipesan semakin besar pula uang yang harus dikeluarkan, semakin banyak yang dipesan semakin membutuhkan tempat untuk ruang penyimpanan, apalagi untuk sebuah perusahaan yang memiliki bahan baku yang multi item harus bisa memanager kebutuhan bahan baku tersebut. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya inventory adalah dengan menerapkan suatu model kebijakan pemesanan dengan mengurangi jumlah supplier dan hanya memiliki beberapa jumlah supplier untuk memasok berbagai jenis barang. Pada penelitian ini akan membahas masalah sistem persediaan di PT. SENDI PRATAMA (Sarung Tursina) dengan menggunakan Model Lagrange Multiplier atau LIMIT dengan adanya keterbatasan investasi dan luas gudang. Hasil penelitiannya pemesanan optimal yang didapat dengan batasan investasi menggunakan metode lagrange adalah sebanyak 6.336 cones yang terdiri dari 1114 cones untuk benang 20S, 1337 cones untuk benang 30S, 1430 cones untuk benang 40S, 1400 cones untuk benang 40/2, 658 cones untuk benang 45S dan 397 cones untuk benang 55S. Sedangkan dengan menggunakan metode LIMIT sebanyak 6.346 cones yang terdiri dari 1116 cones untuk benang 20S, cones untuk benang 30S, 1433 cones untuk benang 40S, 1402 cones untuk benang 40/2, 659 cones untuk benang 45S dan 397 cones untuk benang 55S. Untuk batasan ruang penyimpanan menggunakan metode lagrange dan LIMIT adalah sebanyak 5308 cones yang terdiri dari 1724 cones yang terdiri dari 314 cones untuk benang 20S, 316 cones untuk benang 30S, 403 cones untuk benang 40S, 394 cones untuk benang 40/2, 185 cones untuk benang 45S dan 112 cones untuk benang 55S. Dengan total biaya inventori pemesanan dengan menggunakan metode lagrange sebesar Rp. 54.596.927,68 menggunakan metode LIMIT sebesar Rp. 54.549.457,3. Untuk total cost ruang penyimpanan pemesanan optimum feasible menggunakan metode lagrange dan LIMIT sebesar Rp. 116.829.581. Dengan Pemesanan kembali dilakukan ketika benang 20S yang tersedia sebanyak 668 cones, benang 30S sebanyak 1037 cones, benang 40S sebanyak 1566, benang 40/2 sebanyak 1151 cones, benang 45S sebanyak 227, benang 55S sebanyak 112 cones.

Keyword: Multi Item, Investasi, Ruang Penyimpanan, Lagrange Multiplier, LIMIT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Sendi Pratama merupakan salah satu perusahaan di Pekalongan yang bergerak pada industri tekstil. Salah satu produk yang terkenal dari PT. Sendi Pratama adalah sarung “Tursina”. Dalam pembuatan sarung pada PT. Sendi Pratama yang merupakan bahan baku utama yang dibutuhkan adalah benang dan juga Obat Pewarna Tekstil. Bahan baku benang disini terdiri dari berbagai jenis benang, begitupun untuk Obat Pewarna Teksti yang juga terdiri dari berbagai macam jenis dan warna (multi item).

Dalam Menentukan persediaan bahan baku yang multi item inilah yang perlu dioptimalkan oleh PT. Sendi Pratama agar perusahaan tetap eksis dalam rangka mencapai tujuan perusahaan dan memaksimalkan keuntungan. Departemen yang mengurus persediaan bahan baku di PT. Sendi Pratama diserahkan pada departemen produksi. Salah satu tugasnya adalah memantau ketersediaan bahan baku yang ada di perusahaan agar bahan baku memenuhi untuk proses produksi selanjutnya. Oleh karena itu departemen produksi dituntut mengoptimalkan pemesanan bahan baku untuk proses produksi untuk meminimalkan biaya produksi pada periode berikutnya.

Oleh karena itu untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya *inventory* ini adalah dengan menerapkan suatu model kebijakan pemesanan dengan

mengurangi jumlah *supplier* dan hanya memiliki beberapa jumlah *supplier* untuk memasok berbagai jenis barang. Banyak perusahaan memesan beberapa *item* secara *simultan* pada satu *supplier* daripada memesan per *item* tetapi itupun tetap dilakukan jika ada pesanan-pesanan khusus. Terbatasnya jumlah anggaran sering kali mengakibatkan pihak manajemen untuk membatasi kuantitas pemesanan, sehingga jumlah uang yang tertanam dalam inventory tidak melebihi jumlah anggaran yang tersedia. Bila perencanaan sistem inventory didasarkan pada strategi minimasi total biaya maka pengurangan anggaran untuk inventori seringkali menyebabkan kenaikan biaya total. Selain itu banyaknya jumlah kuantitas pemesanan disesuaikan dengan volume gudang yang tersedia di perusahaan. Oleh karena itu adanya pembatas seperti biaya investasi serta volume gudang membuat departemen produksi pada perusahaan harus mengoptimalkan pemesanan. Karena prinsip dasar dalam sistem ini adalah biaya *marginal* dari menambah suatu pesanan *item* kedalam pesanan *item-item* lain yang sudah ada adalah lebih murah dari pada memesan item tersebut secara terpisah pada waktu yang berbeda (Fogarty,1991).

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini peneliti tertarik dengan permasalahan yang terjadi dalam system persediaan. Untuk itu peneliti mengajukan judul penelitian Pengendalian Persediaan Benang Pada Model Sistem Persediaan *Multy Item* dengan Mempertimbangkan *Safety Stock* untuk Mempertimbangkan Batasan Investasi dan Volume Gudang yang mengambil studi kasus di PT Sendi Pratama

1.2 Rumusan Masalah

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

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

1.3 Batasan Masalah

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

1. Penelitian dilakukan di PT. Sendi Pratama dengan khusus membahas permasalahan sistem *inventory* pada perusahaan tersebut.
2. *Inventory* yang diamati adalah bahan baku benang.
3. Data historis kebutuhan bahan baku, didapatkan dari 12 bulan yang lalu.
4. Jumlah biaya yang digunakan setiap kali pemesanan dianggap tersedia.
5. Pemilihan metode peramalan atas dasar tingkat kesalahan terkecil.

6. Kondisi tenaga kerja, mesin, dan budaya yang berlaku di perusahaan serta supply bahan baku dianggap tidak berpengaruh terhadap kinerja perusahaan.
7. Lead time diketahui dengan pasti dan besarnya lead time untuk semua item adalah sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan dapat dicapai adalah:

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

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat diambil beberapa manfaat sebagai berikut:

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

3. Bagi peneliti, merupakan penerapan ilmu yang didapat selama kuliah dengan kondisi di lapangan.
4. Bagi pihak lain dapat dijadikan sebagai bahan referensi pada penelitian berikutnya khususnya yang berkaitan dengan pengendalian persediaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pengantar permasalahan yang akan dibahas seperti latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Landasan teori memuat penjelasan tentang konsep-konsep dan teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian, yakni yang berhubungan dengan multi item menggunakan metode *Lagrange Multiplier* dan *LIMIT*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini merupakan kerangka dalam memecahkan suatu masalah, penjelasan secara garis besar bagaimana langkah pemecahan persoalan dengan menggunakan metode yang digunakan.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini disajikan data hasil penelitian yang diperoleh dari perusahaan dan kemudian akan diproses serta diolah lebih lanjut sebagai dasar pada pembahasan masalah.

BAB V PEMBAHASAN

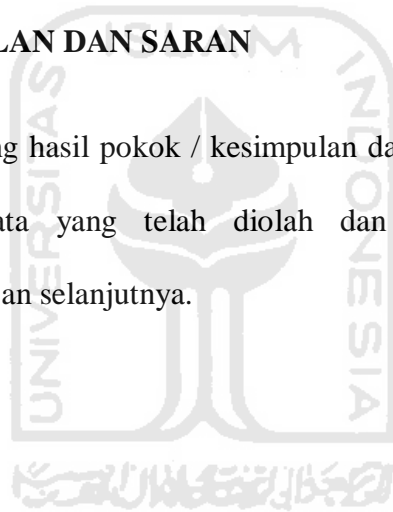
Berisikan pembahasan terhadap hasil pengolahan data untuk memperoleh penyelesaian dari masalah yang ada.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang hasil pokok / kesimpulan dari pembahasan atau analisis terhadap data yang telah diolah dan berisi saran-saran untuk pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif adalah kajian yang berasal dari fakta-fakta atau peristiwa yang konkret, generalisasi yang mempunyai sifat umum. Sumber kajian induktif antara lain berasal dari artikel-artikel, jurnal-jurnal dan *proseding seminar*.

Dalam melakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan tinjauan terhadap penelitian-penelitian yang relevan dengan permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini. Dari tinjauan ini diharapkan masukan dan arahan yang jelas sehingga penelitian dapat lebih baik dalam memecahkan permasalahan sesuai situasi dan kondisi.

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

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

Dalam penelitian ini akan menentukan kuantitas pemesanan optimal dengan membandingkan total biaya persediaan dari model sistem persediaan yang diasumsikan diterapkan dalam kebijakan pemesanan item bahan obat pewarna tekstil pada PT. Sendi Pratama

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

2.2 Inventory (Persediaan)

2.2.1 Pengertian *Inventory* (Persediaan)

Persediaan (*inventory*) adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya perusahaan atau organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Yamit, 1999). Persediaan juga dapat digambarkan sebagai segala sesuatu atau sumber daya organisasi yang disimpan untuk mengantisipasi terhadap kebutuhan permintaan (Handoko, 1994).

Ciri khas dari model inventory adalah solusi optimalnya selalu difokuskan untuk menjamin persediaan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Pada dasarnya masalah yang dianalisa oleh sistem persediaan (*inventory*) meliputi 2 hal berikut (Tersine, 1994) :

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

Tujuan diadakannya (dibutuhkannya) bahan baku adalah sebagai berikut (Yamit, 1998 : 216)

1. Untuk memberikan layanan yang terbaik bagi pelanggan
2. Untuk memperlancar proses produksi
3. Untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan (stock out).
4. Untuk menghadapi fluktuasi harga

2.2.2 Fungsi Persediaan

Persediaan timbul di sebabkan oleh tidak sinkronnya permintaan dengan persediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan bahan baku dan waktu proses diperlukan persediaan. Oleh karena itu, terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan yaitu faktor waktu, faktor ketidakpastian waktu datang, faktor ketidakpastian penggunaan dalam pabrik dan faktor ekonomis (Yamit, 1999). Dan menurut Tersine, 1994, *Inventory* mempunyai beberapa fungsi yaitu :

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

2.2.3 Biaya-biaya *Inventory*

Dalam pembuatan setiap keputusan yang akan mempengaruhi besarnya (jumlah) inventori, harus dipertimbangkan komponen-komponen biaya berikut (Fogarty, 1991) :

1. Biaya pembelian

Biaya pembelian adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang, dimana besarnya biaya ini tergantung pada jumlah dan harga barang yang dibeli dan harga satuan barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian.

2. Biaya persiapan

Biaya persiapan adalah biaya yang dikeluarkan untuk semua aktivitas dalam masalah pembelian atau pemesanan barang.

3. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul akibat mendatangkan barang dari luar meliputi biaya pengiriman, pemesanan, biaya pengangkutan dan lain-lain.

4. Biaya pembuatan

Biaya pembuatan adalah biaya yang timbul dalam memproduksi suatu barang yang meliputi biaya persiapan peralatan produksi, biaya penyetalan mesin dan sebagainya.

5. Biaya penyimpanan

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

6. Biaya kekurangan persediaan

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

Ada juga beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat persediaan, diantaranya yaitu :

- a. Secara umum besar-kecilnya *inventory* tergantung pada beberapan faktor :
 1. *Lead time*, yaitu lamanya masa tunggu material yang dipesan datang.

2. Frekuensi penggunaan bahan selama 1 periode, frekuensi pembelian yang tinggi menyebabkan jumlah inventory menjadi lebih kecil untuk 1 periode pembelian
 3. Jumlah dana yang tersedia
 4. Daya tahan material
- b. Secara khusus faktor-faktor yang mempengaruhi persediaan adalah:
1. Bahan baku, dipengaruhi oleh : perkiraan produksi, sifat musiman produksi, dapat diandalkan pemasok, dan tingkat efisiensi penjadualan pembelian dan kegiatan produksi.
 2. Barang dalam proses, dipengaruhi oleh: lamanya produksi yaitu waktu yang dibutuhkan sejak saat bahan baku masuk ke proses produksi sampai dengan saat penyelesaian barang jadi.
 3. Barang jadi, persediaan ini sebenarnya merupakan masalah koordinasi produksi dan penjualan.

Pada saat tidak ada pembatas dalam sistem inventory, optimasi keseluruhan (global) optimum merupakan penjumlahan dari optimasi setiap item (*local optimum*) tetapi bila pembatas dalam sistem inventory tidak global optimum tidak selalu sama dengan agregate dari lokal optimum (El Sayed, 1994).

Banyak perusahaan melakukan pemesanan beberapa item secara bersamaan, karena dianggap lebih baik dari pada melakukan pemesana secara individu. Pembelian item secara bersama dikenal dengan joint replenishment. Sedangkan pemesanan beberapa item dikenal dengan joint order (Fogarty, 1991). Joint order dapat terjadi ketika suatu perusahaan membeli sejumlah prosuk dari suplier luar atau secara internal membuat sendiri. Joint order membutuhkan beberapa keputusan yang terkait dengan

nilai agregat dari order, kuantitas order masing-masing item dan interval order untuk masing-masing item yang akan meminimumkan total biaya inventory (Narasimhan, 1995). (Kusrini, 2005) melakukan penelitian terhadap pemesanan beberapa item sekaligus (*joint replenishment order*) dari satu pemasok kendala investasi dan luas gudang.

2.2.4 Model-model *Inventory*

2.2.4.1 Model Pemesanan Bahan (*Economic Order Quantity*)

Model persediaan probabilistik adalah model persediaan yang peka terhadap perubahan-perubahan parameter seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya kekurangan persediaan dan harga. Model probabilistik biasanya dicirikan dengan adanya persediaan pengaman (*safety stock*).

Dengan adanya *safety stock* maka akan timbul biaya tambahan dalam penyimpanan persediaan tambahan tersebut, model ini menggunakan rumus dasar EOQ, namun ditambah dengan perhitungan pengaman yang optimal dengan mempertimbangkan variasi permintaan sepanjang *leadtime* sehingga dikeluarkan biaya yang minimum.

Walaupun permintaan tidak diketahui dengan pasti, namun permintaan dapat digambarkan dengan distribusi probabilitas. Berdasarkan catatan perusahaan, biasanya dapat ditentukan distribusi probabilistik permintaan sepanjang *lead time*. Model ini tetap menggunakan rumus dasar EOQ untuk menentukan pemesanan yang optimal.

Economic Order Quantity (EOQ) adalah cara untuk menentukan jumlah kuantitas pemesanan. Model EOQ ini mencari ukuran pemesanan yang ekonomis

dengan meminimalkan total biaya. (Yamit, 1999). Total biaya disini adalah biaya pemesanan pertahun + biaya penyimpanan pertahun. Untuk menghitung EOQ dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

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

$$\frac{dTC}{dQ} = -\frac{A}{Q^2}D + \frac{H}{2} = 0$$

$$\frac{A}{Q^2}D = \frac{H}{2}$$

$$Q^2 = \frac{2AD}{H}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$$

= *Economic Order Quantity (EOQ)*

Dimana:

Q^* = Kuantitas pemesanan ekonomis dalam satu periode

A = biaya pemesanan setiap kali pesan

H = biaya simpan

D = jumlah kebutuhan dalam unit

Model ini digunakan untuk menentukan jumlah pembelian bahan baku yang optimal yaitu jumlah yang harus dipesan dengan biaya yang paling rendah (ekonomis). (Forgaty, 1991 : 100).

2.3 Metode Lagrange Multiplier dan LIMIT

2.3.1 Metode Lagrange Multiplier untuk Sistem Inventory Multi Item dengan Keterbatasan Investasi

Dalam menentukan besarnya kuantitas pemesanan optimal dan nilai investasi jika perusahaan mempertimbangkan batasan investasi dengan metode Lagrange Multiplier.

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

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

.....(1)

Dengan :

TC : total cost/biaya persediaan total pertahun

Qn : jumlah pemesanan untuk item n

C : harga beli perunit item

D : tingkat permintaan pertahun

A : biaya replenishment order/biaya pesan

i : persentase biaya simpan

j : 1,2,3,.....n

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

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

.....(2)

Problem diatas dapat diformulasikan kedalam program nonlinear sebagai berikut :

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

.....(3)

Dengan

pembatas

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

.....(4)

$$Q_j \geq 0$$

Untuk menyelesaikan model nonlinear diatas dapat digunakan pendekatan model Lagrange Multiplier. Metode Lagrange mengasumsikan bahwa pemesanan dilakukan secara simultan dan tidak mempertimbangkan adanya phasing order untuk masing-masing item. Penyelesaian dengan metode Lagrange dilakukan dengan menyelesaikan problem pada persamaan (3) dengan mengabaikan pembatas pada persamaan (4), maka kuantitas pemesanan optimum didapatkan (dengan mengasumsikan ij = i) pada persamaan berikut :

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

.....(5)

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

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

.....(6)

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

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

.....(7)

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

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

.....(8)

Substitusi nilai λ^* kedalam persamaan (7) akan didapatkan :

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

.....(9)

Dimana Q_j^* didapatkan dari persamaan (5) dan

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

.....(10)

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

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

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

Harty, Plossl dan waight (1963) dan Narasimhan memperkenalkan teknik optimasi kuantitas pemesanan dengan jumlah order yang terbatas. Teknik ini

disebut LIMIT (*lot Size Inventory Management Interpolation Technique*). Bila kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia menjadi pembatas dalam system persediaan (*inventory*), penentuan level pemesanan optimum dapat diselesaikan dengan pendekatan LIMIT.

Formulasi permasalahan dalam minimasi biaya inventory :

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

Dengan

pembatas

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

$$Q_j \geq 0$$

Dengan :

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

W = total kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia

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

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

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

.....(3)

Dengan $E = \sum_{j=1}^n w_j Q_j^*$

.....(4)

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

2.4 Peramalan

2.4.1 Pengertian Peramalan

Pengertian peramalan (forecasting) adalah kegiatan memperkirakan sesuatu yang terjadi dimasa yang akan datang. Seangkan ramalan produksi adalah suatu perkiraan atas kuantitas prouk yang akan diproduksi dalam industry dimasa yang akan datang dalam satu waktu maupun dalam bentuk periode

Perspektif dalam peramalan sama beragamnya dengan pandangan metode ilmiah, dimana merupakan disiplin ilmu yang bertujuan untuk menduga keaaan masa epan yang tidak pasti (Makridkis, 1995). Namun demikian perlu diketahui bahwa telah terjadi kemajuan yang pesat alam bidang peramalan selama beberapa tahun ini. Kemajuan memprediksi berbagai peristiwa kini tampaknya menekati tingkat ketelitian yang tinggi dan terjadi kecenderungan untuk meramalkan

peristiwa secara lebih tepat. Dalam bidang ekonomi hal ini sangat bermanfaat dalam memberikan dasar yang baik bagi perusahaan.

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

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

2.4.2 Pendekatan Peramalan

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

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

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

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

2.4.3 Pola Data Peramalan Time Series

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

1. *Horizontal / Stasionary / Random variation*

Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus. Pergerakan dari keacakan data terjadi dalam jangka waktu yang pendek, misalnya mingguan atau bulanan. Ketraampilan dan imajinasi analisis peramalan memang merupakan faktor yang paling menentukan dalam pelaksanaan peramalan.

2. *Seasonality* (musiman)

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

musiman adalah metode winter atau moving average atau metode weight moving average.

3. *Cycles* (Siklus)

Pola data siklus terjadi jika variasi data bergelombang pada durasi lebih dari satu tahun. Data cenderung berulang setiap dua tahun, tiga tahun, atau lebih. Fluktuasi siklus biasanya dipengaruhi oleh faktor politik, perubahan ekonomi (ekspansi atau kontraksi) yang dikenal dengan siklus usaha (*business cycle*). Metode yang sesuai bila data berpola siklus adalah metode *moving average*, *weight moving average* dan *eksponensial smoothing*.

4. Trend

Pola data trend menunjukkan pergerakan data secara lambat / bertahap yang cenderung meningkat atau menurun dalam jangka waktu yang panjang. Metode yang sesuai bila data berpola trend adalah metode regresi linear, *eksponensial smoothing*, *double eksponensial smoothing*. Metode regresi linear biasanya memberikan tingkat kesalahan terkecil.

2.4.4 Metode Peramalan Time Series

Metode peramalan time series merupakan metode peramalan secara kuantitatif dengan menggunakan waktu sebagai dasar peramalan. Secara umum permintaan pada masa yang akan datang dipengaruhi oleh waktu. Untuk membuat suatu peramalan diperlukan data historis (masa lalu) permintaan. Data inilah yang akan dianalisis dengan menggunakan parameter waktu sebagai dasar analisis.

Perlu dipahami bahwa tidak ada suatu metode terbaik untuk suatu peramalan. Metode yang memberikan hasil peramalan secara tepat belum tentu tepat untuk

meramalkan data yang lain. Peramalan dengan time series memiliki prosedur yang harus dilaksanakan secara utuh. Bila tidak, maka resiko-resiko berikut akan terjadi.

1. Hasil peramalan tidak valid, sehingga tidak dapat diterapkan.
2. Kesulitan mendapatkan/memilih metode peramalan yang akan memberikan validitas ramalan yang tinggi
3. Memerlukan waktu dalam melakukan analisis dan peramalan.

Prosedur peramalan permintaan dengan time series tersebut adalah

1. Tentukan pola data permintaan. Dilakukan dengan cara memplotkan data secara grafis dan menyimpulkan apakah data itu berpola trend, musiman, siklus ataupun random.
2. Mencoba beberapa metode time series yang sesuai dengan pola data permintaan tersebut untuk melakukan peramalan. Metode yang dicoba semakin banyak akan semakin baik.
3. Mengevaluasi tingkat kesalahan masing-masing metode yang telah dicoba. Tingkat kesalahan diukur dengan kriteria MAD, MSE, MAPE atau yang lainnya.
4. Memilih metode peramalan terbaik diantara metode yang dicoba. Metode terbaik adalah metode yang memberikan tingkat kesalahan terkecil dibanding metode yang lainnya
5. Melakukan peramalan permintaan dengan metode yang terbaik yang telah dipilih.

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

1. *Moving Average*

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

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

2. *Weighted Moving Average (WMA)*

Metode ini mirip dengan metode simple moving average, hanya saja diperlukan pembobotan yang berbeda untuk setiap data pada set terbaru, dimana data terbaru memiliki bobot yang lebih tinggi daripada data sebelumnya pada set data yang tersedia, dengan formula:

$$f(t) = c_1 f_{t-1} + c_2 f_{t-2} + c_m f_{t-m}$$

3. *Moving Average With Linear Trend*

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

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

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

Dimana

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

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

4. *Single Exponential Smoothing (SES)*

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

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

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

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

5. *Single Exponential Smoothing With Linear Trend*

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

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

$$T(0) = 0$$

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

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

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

6. *Double Exponential Smoothing*

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

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

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

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

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

7. *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

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

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

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

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

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

8. *Linear Regression (Trend Linear Adjustment)*

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

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

Dimana $i = 1$ ke n

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

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

9. *Winter's Method*

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

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

$$T(0) = 0$$

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

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

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

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

Dimana: $I(t) = m A(t) / \sum_{i=1}^m A(i)$, dan $i = 1$ ke $-m$, $t = 1, \dots, m$

Notasi TSF (Time Series Forecasting)

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

τ = Waktu dari t

γ = Parameter seasonal smoothing

m = Periode rata-rata bergerak/panjang perputaran seasonal

β = Parameter trend smoothing

α = Parameter smoothing pertama

$A(t)$ = Data aktual dalam periode t

$f(t)$ = Peramalan untuk periode t

$T(t)$ = Trend untuk periode t

$F(t)$ = Nilai smoothing untuk periode t

$W(t)$ = Weight untuk periode t

$I(t)$ = Indeks seasonal untuk periode t

$e(t)$ = Kesalahan (deviasi) untuk periode t

A = Rata-rata dari aktual untuk periode n

N = Nomor periode dimana $e(t)$ dapat dicari, i , e , mempunyai kedua $f(t)$ dan $A(t)$

2.4.5 Akurasi Peramalan

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut :

1. MAD (Mean Absolute Deviation) $MAD = \frac{\sum |e_t|}{n}$

2. MSE (Mean Square Error) $MSE = \frac{\sum (e_t)^2}{n}$

3. Bias/Mean Error/Deviation Bias $= \frac{\sum e_t}{n}$

Nilai MAD atau MSE dapat digunakan sebagai dasar untuk membandingkan beberapa alternatif metode peramalan. Kriteria yang dipakai dalam menentukan metode peramalan yang terbaik adalah MAD dan MSE / MSD, karena lebih menghasilkan hasil yang akurat dengan pengkuadratan nilai sehingga tiap nilai mendapat perlakuan yang sama yaitu pengkuadratan, berbeda

dengan MAD yang memperlakukan semua variabel dengan nilai mutlak (Gaspersz, 1998).

2.5 *Safety Stock*

Safety Stock adalah suatu persediaan pengamanan yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak dari yang diperkirakan yang dibutuhkan selama suatu periode tertentu supaya kebutuhan yang lebih banyak bisa dipenuhi tanpa harus menunggu. Menentukan berapa besarnya persediaan pengaman adalah pekerjaan yang sulit. Besarnya kecilnya pengaman terkait dengan biaya persediaan dan *service level*.

2.6 Cara menentukan *Safety stock*

Persediaan pengamanan atau *safety stock* berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time*. Persediaan pengamanan akan berfungsi apabila permintaan yang sesungguhnya lebih besar dari nilai rata-rata permintaan per hari yang dikalikan dengan nilai rata-rata *lead time*. Untuk mendapatkan gambaran seberapa tidak pasti permintaan selama *lead time* tersebut, perusahaan perlu mengumpulkan data untuk mendapatkan distribusinya. Misalkan data permintaan selama *lead time* berdistribusi normal, maka penghitungan nilai *safety stock* bisa dilakukan dengan cukup mudah yang perlu diketahui hanyalah standar deviasi permintaan selama *lead time* (S_{dt}) dan suatu nilai dari table distribusi normal standar yang berkorelasi dengan probabilitas tertentu (Z). nilai Z biasanya diterjemahkan dari keputusan manajemen. Kalau manajemen memberikan toleransi

terjadinya kekurangan 5 kali untuk setiap 100 siklus pemesanan maka berarti service level yang diinginkan adalah 95%. Nilai Z yang berkorelasi dengan service level 95% adalah 1.645. Besarnya Safety stock (SS) secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SS = Z \times S_{dl}$$

Besarnya nilai safety stock tergantung pada ketidakpastian pasokan maupun permintaan. Pada situasi normal, ketidakpastian pasokan bisa diwakili dengan standart deviasi lead time dari supplier, yaitu waktu antara perusahaan memesan sampai material atau barang diterima. Sedangkan ketidakpastian permintaan biasanya diwakili dengan standart deviasi besarnya permintaan per periode. Kalau permintaan per periode maupun lead time sama-sama konstan maka tidak diperlukan safety stock karena permintaan selama lead time memiliki standar deviasi nol.

Nilai S_{dl} bisa dicari dengan mengumpulkan langsung data permintaan selama lead time untuk suatu periode yang cukup panjang, atau diperoleh dengan terlebih dahulu mendapatkan data rata-rata dan standart deviasi dari dua komponen penyusunnya yaitu permintaan per periode dan lead time. Dengan mendapatkan empat parameter tersebut maka nilai S_{dl} bisa dihitung sebagai berikut:

$$S_{dl} = \sqrt{(d^2 \times s_l^2 + l \times s_d^2)}$$

Dimana s_d dan s_l adalah standart deviasi permintaan per periode dan standart deviasi lead time. Dengan menggunakan patokan rumus tersebut maka akan dapat dilihat empat kondisi seperti berikut ini

1. Permintaan tidak tetap, lead time tetap

$$S_{dl} = sd\sqrt{(l)}$$

2. Permintaan tetap, lead time tidak tetap

$$S_{dl} = d \times s_l$$

3. Permintaan tidak tetap, leadtime tidak tetap

$$S_{dl} = \sqrt{(d^2 \times s_l^2 + l \times s_d^2)}$$

4. Permintaan tetap, pasokan tetap

$$S_{dl} = 0$$



BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah pengevaluasian pada sistem inventori pada perusahaan PT. Sendi Pratama yang berlokasi di Desa Watusalam Buaran Pekalongan Jawa Tengah. Perusahaan ini bergerak dibidang pembuatan tekstil (kain sarung).

3.2 Pengamatan Awal

Pada tahap pengamatan ini, dilakukan pengamatan secara menyeluruh dibagian gudang penyimpanan untuk mengetahui permasalahan yang ada, sehingga dari pengamatan ini diharapkan akan mendapatkan gambaran mengenai permasalahan yang akan diteliti.

Dalam pengidentifikasian masalah, peneliti berfokus pada Inventory Management, yaitu tentang penentuan pemesanan optimal tanpa dan dengan adanya kendala. Kendala yang terjadi yaitu keterbatasan investasi yang tersedia di perusahaan. Dalam hal ini, peneliti menggunakan Metode *Lagrange Multiplier* dan teknik LIMIT, sehingga hasilnya diharapkan untuk penentuan pembelian optimal dan total inventory cost tiap tahunnya.

3.3 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh dari pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap perusahaan, meliputi data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Data umum perusahaan.
- b. Data permintaan obat pewarna.
- c. Data safety stock
- d. Data biaya pembelian benang (harga beli)
- e. Biaya pesan seperti biaya telepon, biaya bongkar muat dan lain-lain.
- f. Biaya simpan seperti biaya listrik, biaya keamanan dan lain-lain
- g. Volume bahan baku.
- h. Luas gudang.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh diluar informasi dari perusahaan yang terdiri atas :

- a. Sumber pustaka/literatur yang berhubungan dengan kasus yang diteliti.
- b. Telaah hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan.

3.4 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan antara lain:

- a. Observasi, adalah suatu usaha yang dilakukan untuk memperoleh data dengan cara mengadakan pengamatan dan pencatatan semua kegiatan yang terjadi selama operasional perusahaan sesuai dengan permasalahan yang difokuskan untuk diteliti.
- b. Wawancara, adalah teknik pengambilan data dengan caratanya jawab secara langsung kepada pihak yang bersangkutan.
- c. Kajian Pustaka, adalah dengan mendapatkan informasi lain yang dibutuhkan selain dari data penelitian dilapangan yang didapat dari buku-buku, jurnal ataupun informasi lain. Kajian pustaka ini digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori dasar yang dapat diterapkan dalam penelitian yang sesungguhnya sehingga didapat hasil penelitian yang ilmiah.

3.5 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut

1. Melakukan Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan

Seperti yang telah diuraikan didepan bahwa permalan sangat diperlukan untuk mengetahui tingkat permintaan yang akan datang. Dengan begitu maka dapat

ditentukan target produksi yang harus dipenuhi berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan peramalan

- a. Menganalisa data yang akan digunakan untuk peramalan, data yang digunakan yaitu data permintaan selama 12 bulan terakhir
- b. Melakukan plot data
- c. Melakukan analisa apakah plot data tersebut memiliki unsure horizontal, siklus, trend atau musiman
- d. Memilih metode peramalan yang akan digunakan sesuai dengan karakteristik pola data tersebut.
- e. Melakukan perhitungan, dalam hal ini menggunakan *software* WINQSB dengan memilih metode peramalan tingkat kesalahan terkecil.

2. Menghitung safety stock

Safety Stock adalah suatu persediaan pengamanan yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak dari yang diperkirakan yang dibutuhkan selama suatu periode tertentu supaya kebutuhan yang lebih banyak bisa dipenuhi tanpa harus menunggu. Menentukan berapa besarnya persediaan pengaman adalah pekerjaan yang sulit.

3. Menghitung biaya pembelian benang

Menjumlahkan semua biaya pembelian benang yang terdiri dari banyak item.

4. Menghitung prosentase biaya simpan

Dari total biaya pembelian benang dan total biaya simpan yang ada dapat diketahui prosentase biaya simpan. Setelah diketahui berapa besarnya maka dapat dihitung biaya simpan untuk tiap jenis benang.

5. Pengolahan data sesuai dengan model

- a. Model perhitungan kuantitas pemesanan optimum dan nilai investasi tanpa keterbatasan investasi

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

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

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

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

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

Setelah mendapatkan EOQ tanpa keterbatasan investasi, nilai EOQ yang menjadi permintaan inventori perusahaan dikalikan dengan harga pembelian tiap obat bahan pewarna. Sehingga akan didapatkan nilai modal kerja untuk tiap bahan baku. Total biaya semua bahan obat pewarna inilah yang menjadi kebutuhan investasi perusahaan tanpa adanya kendala investasi.

- b. Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier

Dengan adanya keterbatasan investasi yang berarti biaya investasi kurang dari biaya kebutuhan investasi perusahaan seperti yang telah dihitung sebelumnya. Maka cara penyelesaiannya adalah dengan cara sebagai berikut

Mencari nilai multiplier

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

Kuantitas pemesanan optimal dengan metode multiplier dapat dihitung dengan memasukkan persamaan :

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

Maka kebutuhan modal kerja tiap obat bahan pewarna dengan adanya keterbatasan investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier didapatkan dengan mengalikan QL^* dengan harga pembelian tiap bahan baku (C_j). Sehingga akan didapatkan nilai modal kerja untuk tiap bahan baku. Total biaya semua bahan obat pewarna inilah yang menjadi kebutuhan investasi perusahaan dengan adanya kendala investasi.

- c. Model perhitungan kuantitas pemesanan optimum dan investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan investasi menggunakan metode limit

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

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

Maka kebutuhan modal kerja tiap obat bahan pewarna dengan adanya keterbatasan inveatasi menggunakan metode LIMIT didapatkan dengan mengalikan QL^* dengan harga pembelian tiap bahan baku (C_j).

Sehingga akan didapatkan nilai modal kerja untuk tiap bahan baku. Total biaya semua bahan baku benang inilah yang menjadi kebutuhan investasi perusahaan dengan adanya kendala investasi

- d. Model perhitungan kuantitas pemesanan optimum tanpa keterbatasan ruang penyimpanan

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

Formulasi permasalahan dalam minimasi biaya inventory :

$$\text{Minimalkan } TC = \sum_{j=1}^n TC(Q_j) = \sum_{j=1}^n (A_j D_j / Q_j + ij C_j Q_j / 2) \dots\dots\dots(11)$$

Dengan pembatas $\sum_{j=1}^n w_j Q_j \leq W$ (12)

$$Q_j \geq 0$$

Dengan :

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

W = total kapasitas ruang penyimpanan yang tersedia

- e. Model perhitungan kuantitas pemesanan optimum dengan keterbatasan ruang penyimpanan

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

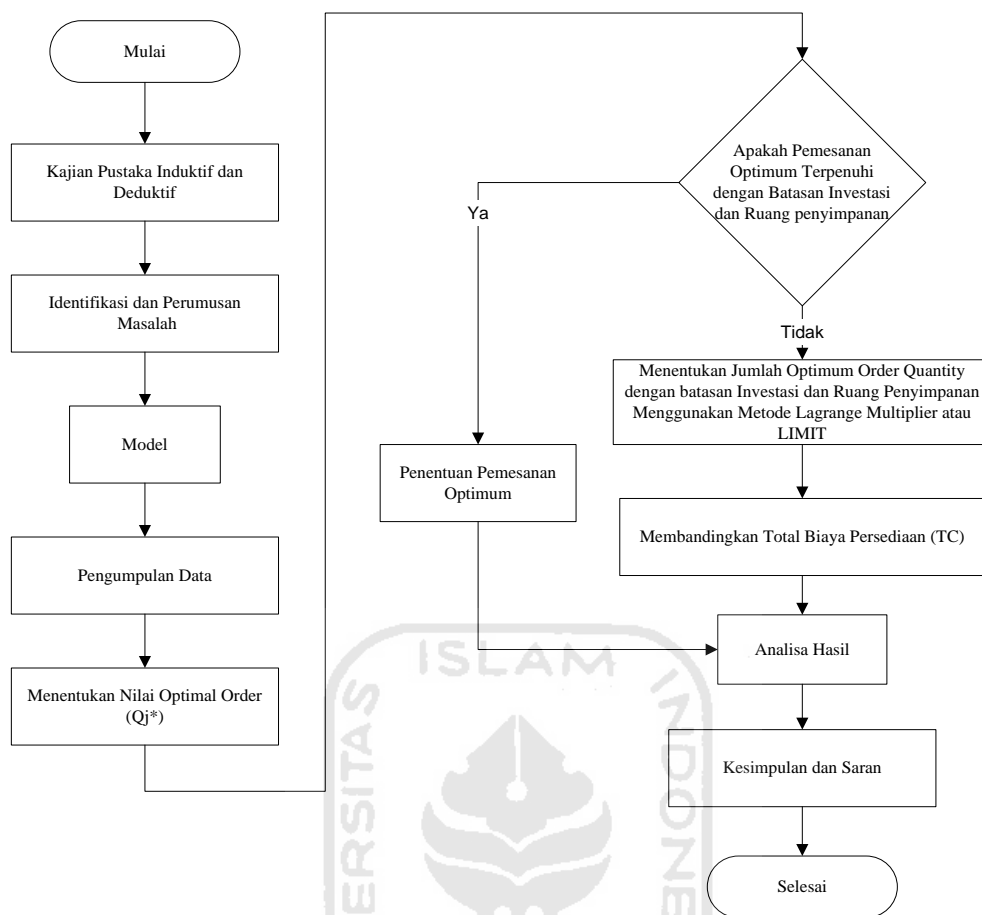
$$QL^* = \sqrt{2A_j D_j / (iC_j + 2\lambda^* w_j)}$$

Dan $QL^* = WQ_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (W / E) Q_j^*$ (13)

Dengan $E = \sum_{j=1}^n w_j Q_j^*$ (14)



3.6 Flowchart



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Sendi Pratama berdiri tahun 1997 dengan pemimpin perusahaan yang ulet bapak Helmy Basendit. Perusahaan ini mulanya bergerak di bidang tenun (*weaving*) dan pewarnaan (*dyeing*) saja. Diawali dengan memproduksi sarung merek TURSINA sebagai pencetus produksi. Nama Tursina diambil dari nama sebuah bukit di Sinai (Mesir) Dimana nabi Musa as, menerima perintah Allah SWT secara langsung. Dalam jangka waktu yang relative singkat, berkat ridha Allah SWT, kemudian karena kegigihan Bapak Helmy Basendit serta kemauan yang keras beliau terjun langsung ke lapangan dengan memanfaatkan pengalamannya dipertunenandan dibidang pewarnaanyang benar-benar dikuasainya, pabrik ini mulai berkembang, yang dinyatakan dengan penambahan mesin tenun, penambahan jumlah karyawan serta merek-merek baru perusahaan diantaranya Beer Ali, Rumah Gadang, Mengkudu, Gajah Buaya, dan masih banyak lagi.

PT. Sendi Pratama mempunyai

Filosofi Perusahaan Yaitu

1. Filosofi manajerial : PT. Sendi Pratama sebagai perusahaan adalah kekeluargaan dan barokah

2. Kekeluargaan yang berarti seluruh kebijakan dan keputusan yang diambil oleh manajemen baik yang bersifat internal maupun yang eksternal diambil dan dilakukan melalui tahap pendekatan partisipatif yaitu menampung ide dan pendapat seluruh karyawan disemua tingkatan secara terbuka. Pendekatan ini mendorong seluruh karyawan untuk terus mengembangkan kemampuannya.
3. Barokah yang berarti pendekatan partisipatif dan terbuka diatas diupayakan pada akhirnya perusahaan dapat memberi nilai tambah baik untuk kedalam maupun keluar perusahaan.

Visi :

1. Menjadi pemimpin pasar dalam bisnis perdagangan textile, khususnya sarung.
2. Memenuhi kebutuhan sandang masyarakat dengan kualitas yang mempunyai mutu yang baik dan harga yang pantas

Misi :

1. Memproduksi sarung bermutu tinggi dengan menggunakan bahan bakuberkualitas
2. Menciptakan trend pasar dan memenuhi permintaan konsumen sebaik mungkin dan memperluas jaringan pemasarannya.
3. Peduli pada social dan ekocultural setempat, dengan cara memberikan kesempatan untuk masyarakat sekitar pabrik sesuai dengan *skill* maupun *nonskill*

Motto Produk

“SARUNG TURSINA RAJANYA SARUNG”

4.1.2 Data Permintaan Benang

Pada PT. Sendi Pratama menggunakan bulan hijriyah dalam penentuan produksi pada perusahaannya. Pada tabel 4.1 akan disajikan data permintaan benang pada PT. Sendi Pratama pada 12 bulan terakhir, yaitu pada periode bulan Rabbiul awal 1431 sampai dengan bulan Safar 1432. Dengan satuan cones.



Tabel 4.1 Data Pemakaian Benang (cones)
Bulan Rabbiul Awal 1430 sampai Safar 1431

Jenis benang	Bulan											
	rab aw	rab akh	jum aw	jum akh	Rajab	syaban	ramadhan	shawal	dzulqaidah	dzulhijjah	muharram	shafar
20S	720	756	734	696	1320	1380	1404	756	708	768	696	672
30S	1248	1224	1188	1164	2112	2232	2220	1200	1212	1248	1188	1200
40S	1200	1176	1212	1200	2700	3060	2820	1212	1320	1248	1128	1164
40/2	1452	1428	1392	1440	2424	2520	2544	1440	1452	1416	1440	1428
45S	348	360	372	348	516	576	528	372	324	336	372	348
55S	156	132	132	144	216	252	240	144	120	132	144	132

Data dari PT Sendi Pratama

4.1.3 Biaya Pembelian Benang

4.1.3.1 Harga Beli Benang

Berikut adalah daftar harga beli benang PT. Sendi Pratama

Tabel 4.2 Harga Beli Benang

Jenis Benang	Harga Beli
20S	Rp 67.300
30S	Rp 78.125
40S	Rp 72.800
40/2	Rp 83.200
45S	Rp 89.500
55S	Rp 102.000

Data dari PT Sendi Pratama

4.1.3.2 Biaya Pesan

Berikut adalah biaya pesan yang ditanggung oleh perusahaan dalam setiap kali pemesanan.

Tabel 4.3 Biaya Pesan

Biaya Pesan		
No	Jenis Biaya	Biaya
1	Bongkar muat	Rp 200.000
2	Pesan antar (transport)	Rp 300.000
3	Telepon	Rp 25.000
Total		Rp 525.000

Data dari PT Sendi Pratama

4.1.3.3 Biaya Simpan

Biaya penyimpanan benang merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menyimpan dan menjaga benang didalam gudang. Biaya ini meliputi biaya pemeliharaan, listrik, dan keamanan atas penyimpanan bahan baku tersebut. Yang ditambah kan dengan suku bunga bank 9% berdasarkan informasi dari pimpinan perusahaan. Berikut adalah rincian dari biaya simpan perusahaan.

Tabel 4.4 Biaya Simpan

Biaya Simpan			
No	Nama	Biaya Perbulan	Biaya Tahunan
1	Listrik	Rp. 150.000	Rp. 1.800.000
2	Kebersihan Gudang	Rp 750.000	Rp 9.000.000
3	Keamanan	Rp 1.200.000	Rp. 14.400.000
Jumlah			Rp 25.200.000

Data dari PT Sendi Pratama

Jadi total biaya simpan dalam setahun adalah Rp 25.200.000 pertahun perunit.

4.1.4 Biaya Investasi Perusahaan

Perusahaan memberikan dana investasi sebesar Rp. 500.000.000

4.1.5 Lead Time

Waktu tunggu kedatangan adalah satu minggu dari pemesanan.

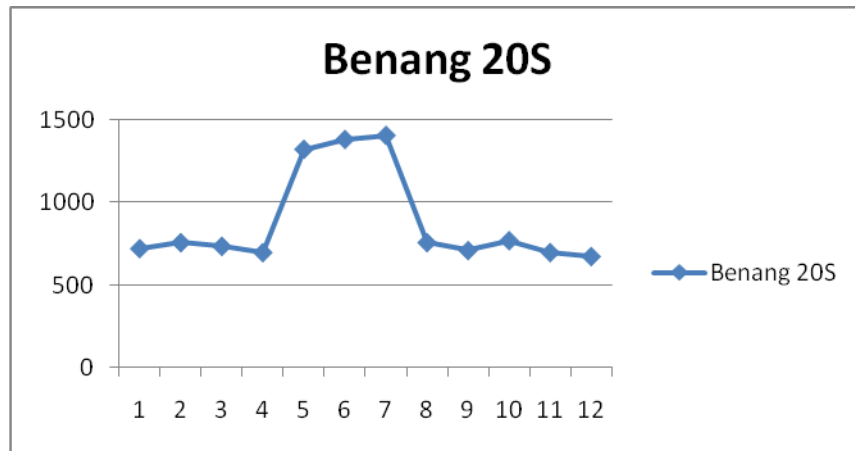
4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Peramalan Permintaan Bahan Baku Benang

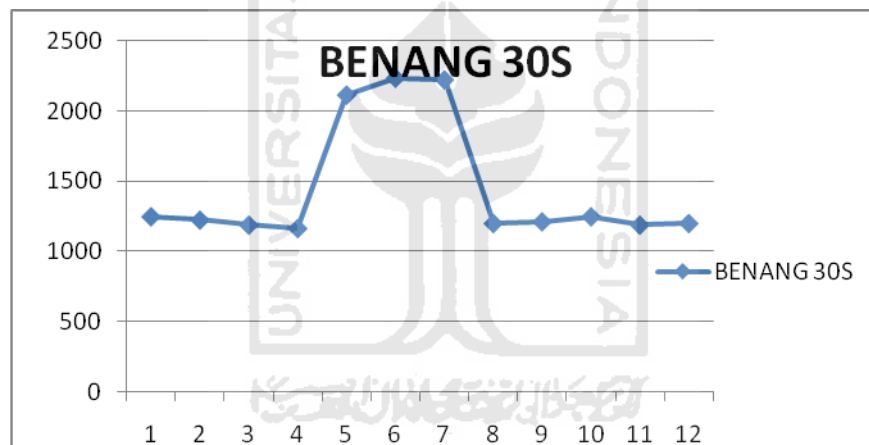
Dalam penelitian ini tahapan pertama dalam pengolahan data adalah melakukan peramalan. Peramalan merupakan salah satu tahap dalam perencanaan dan pengendalian persediaan. Untuk peramalan ini peneliti menggunakan software untuk mengolah data. Yaitu dengan memilih metode peramalan dengan tingkat kesalahan terkecil, dalam hal ini melihat nilai MAD dan MSE terkecil yang dipilih untuk menentukan teknik peramalan yang digunakan. MAD merupakan rata-rata nilai mutlak kesalahan, sedangkan MSE merupakan rata-rata pengkuadratan nilai kesalahan.(Gaspersz, 1998). Berikut ini adalah tahapan peramalan kebutuhan untuk tiap bahan baku:

4.2.2 *Ploting* Data Pemakaian Benang

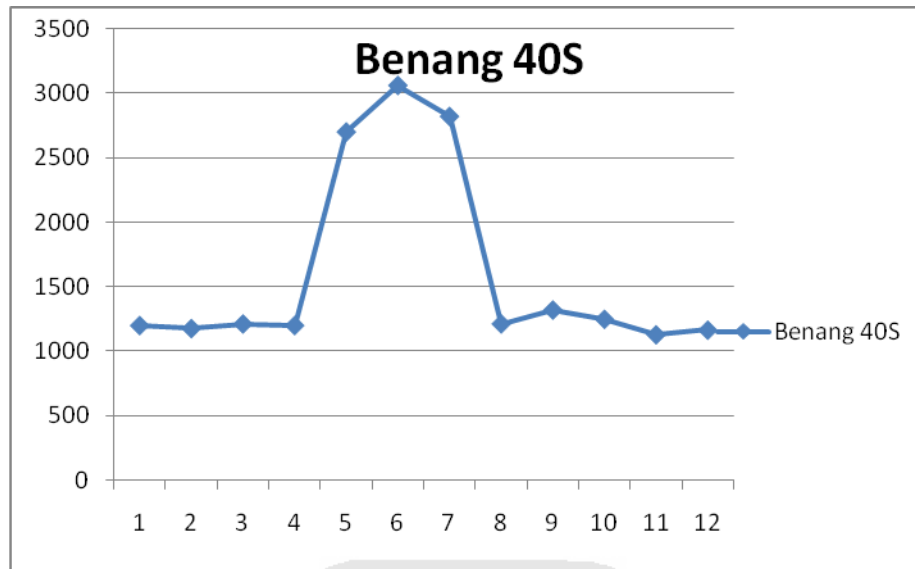
Sebelum dilakukan pengolahan data dengan peramalan dilakukan terlebih dahulu *ploting data*. *Ploting data* pemakaian benang digunakan untuk memudahkan dalam peramalan karena setelah data diplotkan maka akan dapat diketahui termasuk dalam pola data yang mana, sehingga bisa didapatkan metode yang terbaik yang sesuai dari pola data tersebut. Berikut adalah *ploting data* pemakaian benang.



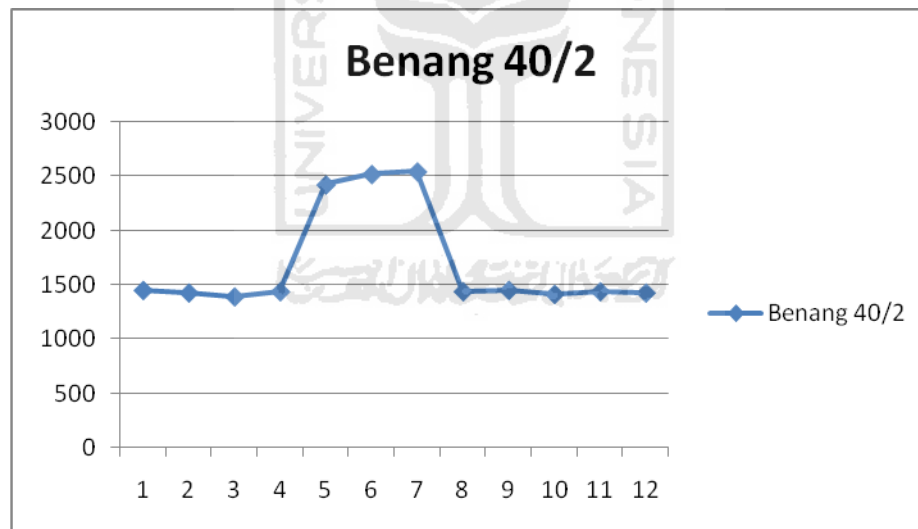
Gambar 4.1 Ploting Data Pemakaian Benang 20S



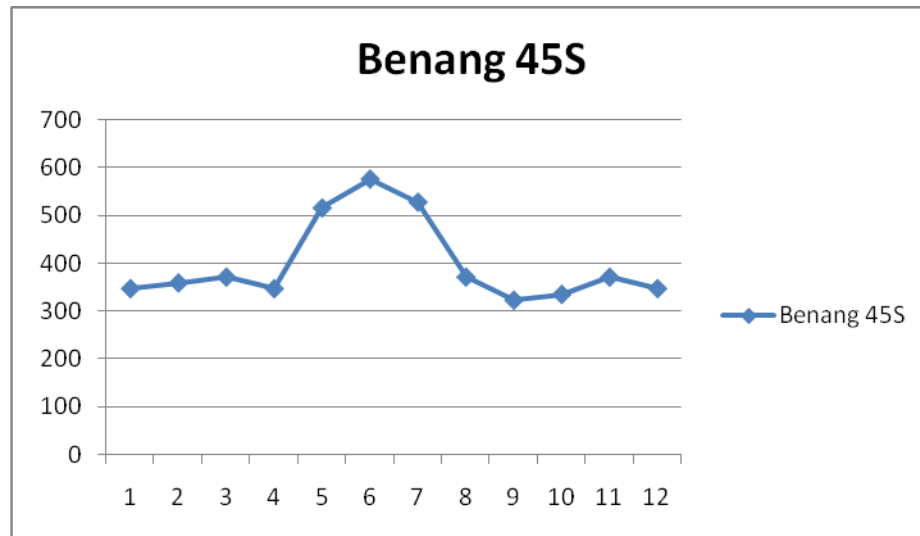
Gambar 4.2 Ploting Data Pemakaian Benang 30S



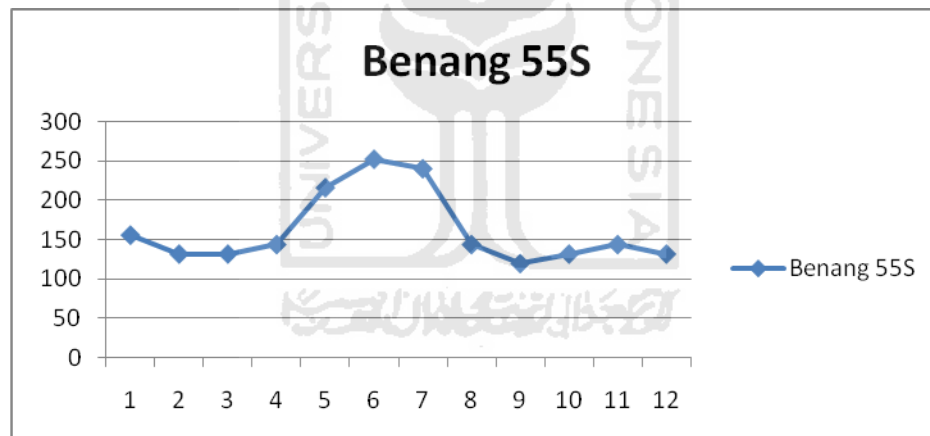
Gambar 4.3 Ploting Data Pemakaian Benang 40S



Gambar 4.4 Ploting Data Pemakaian Benang 40/2



Gambar 4.5 Ploting Data Pemakaian Benang 45S



Gambar 4.6 Ploting Data Pemakaian Benang 55S

Dari plotting yang telah dilakukan menunjukkan semua data jenis benang memiliki pola data musiman sehingga metode yang cocok untuk pola data tersebut adalah metode winter, metode moving average dan weight moving average (Baroto, 2002)

4.2.3 Pengolahan Data Peramalan Dengan *Software* WinQSB

Berikut adalah hasil pengolahan *software* WinQSB yang telah disajikan dalam bentuk table :

Tabel 4.5 Akurasi Peramalan Untuk Benang 20S

NO	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	390.8	699	SES
2	WMA 4	503.325	704	
3	WMA 6	407.45	726	
4	MA – 3	456.445	712	
5	MA – 4	560.625	711	
6	MA - 6	494	834	
7	SES	234.3412	824	

Tabel 4.6 Akurasi Peramalan Untuk Benang 30S

NO	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	390.8	1206	SES
2	WMA 4	503.325	1208	
3	WMA 6	407.45	1234	
4	MA – 3	456.445	1212	
5	MA – 4	560.625	1212	
6	MA - 6	494	1378	
7	SES	356.1436	1377	

Tabel 4.7 Akurasi Peramalan Untuk Benang 40S

No	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	640.2667	1170	SES
2	WMA 4	844.575	1194	
3	WMA 6	670.35	1233	
4	MA – 3	754.667	1180	

5	MA - 4	946.125	1215
6	MA - 6	847	1482
7	SES	578.2881	1469

Tabel 4.8 Akurasi Peramalan Untuk Benang 40/2

No	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	418.5334	1430	SES
2	WMA 4	425.325	1431	
3	WMA 6	382.7	1459	
4	MA - 3	487.1111	1428	
5	MA - 4	609	1434	
6	MA - 6	541.3333	1620	
7	SES	378.0602	1609	

Tabel 4.9 Akurasi Peramalan Untuk Benang 45S

No	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	85.1334	354	SES
2	WMA 4	82.5	351	
3	WMA 6	73.35001	356	

4	MA - 3	91.11111	352
5	MA - 4	105	345
6	MA - 6	93.6666	380
7	SES	69.4328	382

Tabel 4.10 Akurasi Peramalan Untuk Benang 55S

No	Metode	MAD	HASIL PERAMALAN TERBAIK	METODE TERBAIK
1	WMA 3	46.13334	137	SES
2	WMA 4	42.97501	134	
3	WMA 6	42.45	138	
4	MA - 3	48.88889	136	
5	MA - 4	57.75	132	
6	MA - 6	52	152	
7	SES	40.7836	158	

Tabel 4.11 Hasil Peramalan Data Permintaan Benang
dengan Metode Peramalan yang terpilih Bulan Rabbiul Awal 1431 sampai Safar 1432

Jenis benang	Bulan												
	rab aw	rab akh	jum aw	jum akh	rajab	syaban	ramadhan	shawal	dzulqaidah	dzulhijjah	muharram	shafar	Jumlah
20S	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	824	9888
30S	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	1377	16524
40S	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	1469	17628
40/2	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	1609	19308
45S	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	4584
15S	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	1896



4.2.4 Perhitungan *Safety Stock*

Besarnya nilai *safety stock* tergantung pada ketidakpastian lead time maupun permintaan. Pada PT Sendi Pratama mempunyai permintaan yang tidak tetap sedangkan lead timenya tetap. Untuk lead timenya adalah satu minggu.

Untuk menghitung *Safety Stock* adalah dengan rumus

$$SS = Z \times S_{dt}$$

Dengan $Z = 1.645$ dan S_{dt} adalah standart deviasi permintaan perperiode untuk setiap jenis benang.

Sebagai contoh *Safety Stock* untuk benang 20S = $1.645 \times 293.68 = 484$.

Selengkapnya *Safety stock* untuk semua jenis benang

Tabel 4.12 *Safety stock* (cones)

No	Jenis Benang	Safety stock
1	Benang 20S	484
2	Benang 30S	732
3	Benang 40S	1240
4	Benang 40/2	794
5	Benang 45/2	143
6	Benang 55/2	76

4.2.5 Biaya Pembelian Bahan Baku Benang

Data pembelian bahan baku adalah hasil peramalan untuk masing-masing bahan baku yang dikalikan dengan harga bahan baku benang sesuai dengan jenisnya. Data diambil dari data permintaan bahan baku benang pada Bulan Rabbiul Awal 1431

sampai Safar 1432. Untuk lebih jelasnya, data-data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Biaya Pembelian Benang

Jenis Benang	Harga	Permintaan	Total
20S	Rp 67.300	9888	Rp. 665.462.400
30S	Rp 78.125	16524	Rp. 1.290.937.500
40S	Rp 72.800	17628	Rp. 1.283.318.400
40/2	Rp 83.200	19308	Rp. 1.606.425.600
45S	Rp 89.500	4584	Rp. 410.268.000
55S	Rp 102.000	1896	Rp. 193.392.000
			Rp. 5.449.803.900

4.2.6 Prosentase Biaya Simpan

Untuk mendapatkan prosentase biaya simpan menggunakan rumus biaya penyimpanan yang dikembangkan oleh (Zulian Yamit,1999), maka biaya simpan dapat dicari sebagai berikut :

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

i = Prosentase biaya simpan

P_i = Harga per item

Q_i = Kuantitas item i

Total biaya simpan per tahun sebesar Rp 25.200.000

Maka prosentase biaya simpan per tahun adalah :

Rp. 25.200.000 pertahun = $i \times$ Rp. 5.764.672.800 pertahun

$i = 0,0044$ atau 0,44%

Jadi presentase biaya simpan yang dikeluarkan oleh perusahaan adalah 0,44% yang kemudian ditambahkan dengan suku bunga per tahun sebesar 9% menjadi 9,44% atau 0,0944 untuk semua jenis benang dalam satu tahun

Tabel 4.14 Data Variabel –Variabel Biaya

Jenis Benang	Harga (Cj)	Permintaan (Dj)	Prosentase (i)	Biaya Simpan pertahun ($i \times Cj$)	Biaya Pesan (Aj)
20S	Rp 67.300	9888	0,0944	Rp. 6.353,12	Rp 525.000
30S	Rp 78.125	16524	0,0944	Rp. 7.375	Rp 525.000
40S	Rp 72.800	17628	0,0944	Rp. 6.872,32	Rp 525.000
40/2	Rp 83.200	19308	0,0944	Rp. 7.854,08	Rp 525.000
45S	Rp 89.500	4584	0,0944	Rp. 8.448,8	Rp 525.000
55S	Rp 102.000	1896	0,0944	Rp. 9.628,8	Rp 525.000

4.3 Pengolahan Data Sesuai dengan Model

4.3.1 Perhitungan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi Tanpa Kendala Investasi

Untuk menentukan kuantitas pemesanan setiap bahan baku benang tanpa batasan investasi, digunakan persamaan sebagai berikut:

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

Sebagai contoh kuantitas pemesanan optimum untuk benang 20S adalah:

$$Q_j^* \text{ benang 20S} = \sqrt{\frac{2 \times 525000 \times 9888}{6353,12}}$$

$$= 1279$$

Untuk lebih jelasnya data EOQ untuk tiap bahan baku dapat dilihat pada table

4.15 berikut :

Tabel 4.15 Nilai EOQ

Tanpa Keterbatasan Investasi

Jenis Benang	Harga (Cj)	EOQ j*
20S	Rp 67.300	1279
30S	Rp 78.125	1534
40S	Rp 72.800	1642
40/2	Rp 83.200	1607
45S	Rp 89.500	755
55S	Rp 102.000	455

Setelah didapat EOQ tanpa keterbatasan investasi, kemudian mencari nilai investasi untuk tiap bahan baku benang yang digunakan. Caranya dengan mengalikan EOQ tersebut dengan harga pembelian tiap bahan baku.

Sebagai contoh nilai investasi untuk benang jenis 20S

$$= C_j \times EOQ_j^*$$

$$= \text{Rp. } 67.300 \times 1279$$

$$= \text{Rp. } 86.076.700$$

Untuk lebih lengkapnya kebutuhan investasi untuk tiap bahan baku disajikan pada tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4.17 Kebutuhan Investasi Bahan Baku**Tanpa Keterbatasan Investasi**

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1279	Rp. 86.076.700
30S	Rp 78.125	1534	Rp. 119.843.750
40S	Rp 72.800	1642	Rp. 119.537.600
40/2	Rp 83.200	1607	Rp. 133.702.400
45S	Rp 89.500	755	Rp . 67.572.500
55S	Rp 102.000	455	Rp. 46.410.000
Jumlah			Rp. 573.142.950

Jadi kebutuhan investasi optimum untuk semua jenis benang tanpa keterbatasan investasi adalah:

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

$$= \text{Rp. } 573.142.950$$

Total Inventory Cost (TIC) pertahun diestimasikan dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing-masing jenis benang yang ada didalam sistem persediaan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$TC = \sum_{j=1}^n (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

Perhitungan Total Cost untuk benang 20S tanpa keterbatasan investasi adalah

$$TC \text{ Benang } 20S = (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

$$= (525000 \times 9888 / 1279 + 6353,12 \times 1279 / 2)$$

$$= \text{Rp. } 8.121.616,174$$

Tabel 4.17 Total Cost Tanpa Keterbatasan Investasi

No	jenis benang	TC (Total Cost)/tahun
1	20S	Rp. 8.121.616,174
2	30S	Rp. 11.311.840,12
3	40S	Rp. 11.278.411,02
4	40/2	Rp. 12.618.593,98
5	45S	Rp. 6.376.971,67
6	55S	Rp. 4.378.244,31
TOTAL		Rp. 54.085.677,27

Jadi *Total Inventory Cost* tanpa keterbatasan investasi adalah = Rp. 54.085.677,27

4.3.2 Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dan Nilai Investasi Dengan Kendala Investasi Menggunakan Metode *Langrange Multiplier*

Perhitungan kuantitas pemesanan optimum menggunakan metode *Lagrange Multiplier* dengan mempertimbangkan keterbatasan investasi dilakukan dengan mencari nilai pemesanan optimum yang feasible dengan batasan investasi (B) yang dimiliki oleh perusahaan sebesar Rp 500.000.000. Setelah mendapatkan nilai EOQ_j* tanpa adanya kendala investasi seperti diatas, kemudian dibataskan dengan rumus:

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

Dimana : Rp. 573.142.950 ≤ Rp. 500.000.000

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

Mencari nilai *multiplier*

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

$$\begin{aligned} \lambda^* &= \frac{1}{2} (1/500.000.000 (26.433.605,88 + 36.816.903,39 + 36.708.096,11 + \\ &\quad 41.070.024,11 + 20.755.274,03 + 14.249.968,42))^2 - 0,0944/2 \\ &= \frac{1}{2} (1/500.000.000 \times 176.033.871,9)^2 - 0,0472 \\ &= 0,062 - 0,0472 \\ &= 0,015 \end{aligned}$$

Kemudian, untuk mencari kuantitas pemesanan yang optimum dengan keterbatasan investasi, maka substitusikan nilai λ^* kedalam persamaan dibawah ini:

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

Sebagai contoh, kuantitas pemesanan optimum dengan keterbatasan investasi untuk benang jenis 20S adalah:

$$\begin{aligned} &\sqrt{\frac{2 \times 525000 \times 9888}{67300(0,0944 + 2 \times 0,015)}} \\ &= 1114 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya data kuantitas pemesanan optimum dengan keterbatasan investasi untuk setiap bahan baku dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut :

Tabel 4.18 Nilai EOQ
Dengan Metode Lagrange Multiplier

Jenis Benang	Harga (Cj)	EOQ j*
20S	Rp 67.300	1114
30S	Rp 78.125	1337
40S	Rp 72.800	1430
40/2	Rp 83.200	1400
45S	Rp 89.500	658
55S	Rp 102.000	397

Setelah didapat EOQ dengan keterbatasan investasi, kemudian mencari nilai investasi untuk tiap bahan baku benang yang digunakan. Caranya dengan mengalikan EOQ tersebut dengan harga pembelian tiap bahan baku.

Sebagai contoh nilai investasi untuk benang jenis 20S

$$= C_j \times \text{EOQ } j^*$$

$$= \text{Rp. } 67.300 \times 1114$$

$$= \text{Rp. } 66.694.300$$

Untuk lebih lengkapnya kebutuhan investasi untuk tiap bahan baku disajikan pada tabel 4.19 berikut ini:

Tabel 4.19 Kebutuhan Investasi Bahan Baku
Dengan Metode Lagrange Multiplier

Jenis	Harga	EOQ j*	Investasi
-------	-------	--------	-----------

Benang	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1114	Rp. 74.972.200
30S	Rp 78.125	1337	Rp. 104.453.125
40S	Rp 72.800	1430	Rp. 104.104.000
40/2	Rp 83.200	1400	Rp. 116.480.000
45S	Rp 89.500	658	Rp . 58.891.000
55S	Rp 102.000	397	Rp. 40.494.000
Jumlah			Rp. 499.394.325

Jadi kebutuhan investasi optimum untuk semua jenis benang tanpa keterbatasan investasi adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{j=1}^n C_j \times Q_j^* \\
 &= \text{Rp. } 499.394.325
 \end{aligned}$$

Total Inventory Cost (TIC) pertahun diestimasikan dari penjumlahan biaya total pertahun dari masing-masing jenis benang yang ada didalam sistem persediaan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$TC = \sum_{j=1}^n (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

Perhitungan Total Cost untuk benang 20S tanpa keterbatasan investasi adalah

$$\begin{aligned}
 TC \text{ Benang } 20S &= (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2) \\
 &= (525000 \times 9888 / 1114 + 6353,12 \times 1114 / 2) \\
 &= \text{Rp. } 8.198.651,93
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Total Cost Dengan Metode *Lagrange Multiplier*

No	jenis benang	TC (Total Cost)/tahun
1	20S	Rp. 8.198.651,93
2	30S	Rp. 11.418.669,18
3	40S	Rp. 11.385.526,98
4	40/2	Rp. 12.378.356
5	45S	Rp. 6.437.102,01
6	55S	Rp. 4.418.621,59
TOTAL		Rp. 54.596.927,68

Jadi *Total Inventory Cost* tanpa keterbatasan investasi adalah = Rp. 54.596.927,68

4.3.3 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan dan Investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan Investasi menggunakan metode LIMIT (*Lot Size Inventory Management Interpolation*)

Selain menggunakan metode *lagrange multiplier*, menentukan kuantitas pemesanan yang optimal juga bisa dilakukan dengan metode lain. Yaitu dengan menggunakan teknik LIMIT dalam persamaan (9) yang mengindikasikan permasalahan inventori dengan adanya keterbatasan investasi, jumlah pemesanan optimum untuk masing-masing nilai (Q_j^*) yang dihasilkan dari persamaan (5) dikalikan dengan faktor B/E. Hal ini mengimplikasikan bahwa jumlah order harus

selalu dikurangi dengan faktor yang sama jika terdapat kelebihan kebutuhan terhadap jumlah uang yang tersedia.

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

Sebagai contoh kuantitas pemesanan optimal dengan keterbatasan investasi untuk jenis benang 20S adalah $= (500000000 / 573142950) * 1279 = 1116$

Selengkapnya data kuantitas pemesanan optimum dengan keterbatasan investasi untuk semua jenis benang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.21 Nilai EOQ

Dengan Metode LIMIT

Jenis Benang	Harga (Cj)	EOQ j*
20S	Rp 67.300	1116
30S	Rp 78.125	1339
40S	Rp 72.800	1433
40/2	Rp 83.200	1402
45S	Rp 89.500	659
55S	Rp 102.000	397

Maka kebutuhan modal kerja tiap bahan baku dengan adanya keterbatasan investasi menggunakan metode LIMIT didapatkan dengan mengalihkan jumlah pemesanan *Order Quantity* yang *feasible* (EOQ *feasible*) dengan harga pembelian tiap bahan baku (Cj).

Sebagai contoh nilai investasi untuk jenis benang 20S

$$= C_j \times EOQ_j^*$$

$$= \text{Rp. } 67.300 \times 1116$$

$$= \text{Rp. } 75.160.800$$

Untuk lebih lengkapnya kebutuhan investasi untuk semua jenis benang disajikan pada tabel 4.22 berikut ini:

**Tabel 4.22 Kebutuhan Investasi Bahan Baku
Dengan Metode LIMIT**

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1116	Rp. 75.160.800
30S	Rp 78.125	1339	Rp. 104.609.375
40S	Rp 72.800	1433	Rp. 104.322.400
40/2	Rp 83.200	1402	Rp. 116.646.400
45S	Rp 89.500	659	Rp . 58.891.000
55S	Rp 102.000	397	Rp. 40.494.000
Jumlah			Rp. 500.159.475

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan investasi} &= \sum_{j=1}^n C_j \times Q_j \text{ feasible} \\ &= \text{Rp. 500.159.475} \end{aligned}$$

Jadi hasil kebutuhan investasi menggunakan metode LIMIT dengan adanya keterbatasan modal kerja menjadi sebesar Rp. 500.159.475

Total Inventory Cost untuk semua jenis benang dengan keterbatasan investasi menggunakan metode LIMIT adalah:

$$TC = \sum_{j=1}^n (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

Perhitungan Total Cost untuk benang 20S tanpa keterbatasan investasi adalah

$$TC \text{ Benang 20S} = (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

$$= (525000 \times 9888 / 1116 + 6.353,12 \times 1116 / 2)$$

$$= \text{Rp. } 8.190.300,74$$

Tabel 4.23 Total Cost Dengan Metode LIMIT

No	jenis benang	TC (Total Cost)/tahun
1	20S	Rp. 8.190.300,74
2	30S	Rp. 11.408.977,6
3	40S	Rp. 11.371.978,2
4	40/2	Rp. 12.728.027,2
5	45S	Rp. 6.431.552,01
6	55S	Rp. 4.418.621,59
TOTAL		Rp. 54.549.457,3

Jadi *Total Inventory Cost* dengan keterbatasan investasi menggunakan metode LIMIT adalah = Rp. 54.549.457,3

4.3.4 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum Tanpa Keterbatasan Ruang Penyimpanan

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

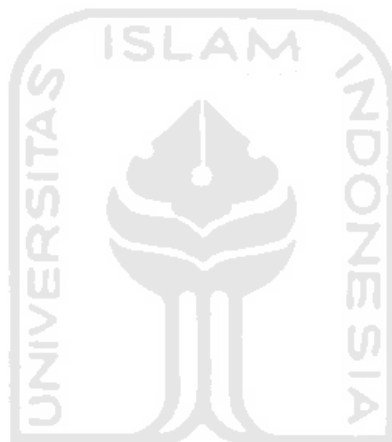
Pada PT. Sendi Pratama mempunyai luas ruang penyimpanan yang tersedia untuk bahan baku benang seluas 100 m³. Semua jenis benang di simpan dengan cara dikemas dalam kardus dan di tumpuk didalam gudang, kardus yang berisikan benang

tersebut mempunyai ukuran dimensi 55 cm x 35 cm x 35 cm atau sama dengan volume kardus tersebut 67.375 cm^3 sama dengan $0,67375 \text{ m}^3$ dengan berat sekitar 22,68 kg. dalam satu kardus berisi 12 cones benang.

Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan ($\text{EOQJ} \times 0.67375$) (m^3)

Sebagai contoh untuk jenis Benang 20S = $1279/12 \times 0.67375 \text{ m}^3 = 71,81 \text{ m}^3$

Selanjutnya untuk kebutuhan luas ruang penyimpanan benang yang lain tersaji dalam table 4.24 berikut:



Tabel 4.24 Kebutuhan Volume Gudang

Tanpa Adanya Kendala Volume Gudang

Jenis Benang	EOQJ*	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan ($\text{EOQJ}^* \times 0.67375$) (m^3)
20S	1279/12	71,81
30S	1534/12	86,13
40S	1642/12	92,19
40/2	1607/12	90,23

45S	755/12	42,39
55S	455/12	25,55
Total		408,29

Jadi hasil kebutuhan ruang penyimpanan tanpa adanya keterbatasan ruang penyimpanan sebesar 408,29 m³

4.3.5 Model Perhitungan Kuantitas Pemesanan Optimum dengan keterbatasan Ruang Penyimpanan

Perhitungan kuantitas pemesanan optimum menggunakan metode Lagrange Multiplier dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang penyimpanan dilakukan dengan mencari nilai pemesanan optimum yang feasible dengan batasan ruang penyimpanan yang dimiliki oleh perusahaan sebesar 100 m³. Jika keterbatasan luas ruang penyimpanan terpenuhi maka pemesanan optimum akan menjadi pemesanan optimum pada sistem inventori, jika keterbatasan luas ruang penyimpanan tidak terpenuhi maka metode Lagrange Multiplier atau teknik LIMIT akan digunakan untuk menghitung jumlah pemesanan optimum yang memenuhi keterbatasan luas ruang penyimpanan yang ada. Dengan persamaan

$$QL^* = WQ_j^* / \sum_{j=1}^n C_j Q_j^* = (W/E) Q_j^* 1279$$

Sebagai contoh jenis benang 20S = (100/408,29) x 1279 = 314

Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (EOQJ* x 0.67375) (m³)

jenis benang 20S = $314/12 \times 0,67375 = 17,59 \text{ m}^3$

Selanjutnya untuk benang yang lain tersaji dalam tabel 4.25 berikut:

**Tabel 4.25 Kebutuhan Volume Gudang
Dengan Keterbatasan Volume Gudang**

Jenis Benang	EOQJ*	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (EOQJ* x 0.67375) (m ³)
20S	314/12	17,59
30S	316/12	21,10
40S	403/12	22,59
40/2	394/12	22,11
45S	185/12	10,39
55S	112/12	6,26
Total		100,04

Jadi hasil kebutuhan ruang penyimpanan tanpa adanya keterbatasan ruang penyimpanan sebesar 100,04 m³

Total Inventory Cost untuk semua jenis benang dengan keterbatasan investasi menggunakan metode LIMIT adalah:

$$TC = \sum_{j=1}^n (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2)$$

Perhitungan Total Cost untuk benang 20S tanpa keterbatasan investasi adalah

$$\begin{aligned} TC \text{ Benang 20S} &= (A_j \cdot D_j / Q_j + i_j C_j \cdot Q_j / 2) \\ &= (525000 \times 9888 / 314 + 6353,12 \times 314 / 2) \\ &= \text{Rp. } 17.529.923 \end{aligned}$$

Tabel 4.26 Total Cost Dengan Keterbatasan Gudang

No	jenis benang	TC (Total Cost)/tahun
1	20S	Rp. 17.529.923
2	30S	Rp. 24.458.574,5
3	40S	Rp. 24.349.288,6
4	40/2	Rp. 27.274.918,7
5	45S	Rp. 13.790.162,6
6	55S	Rp. 9.462.712,8
TOTAL		Rp. 116.829.581

Jadi *Total Inventory Cost* dengan keterbatasan Luas Gudang menggunakan metode LIMIT adalah = Rp. 116.829.581

4.4 Reorder Point

Setelah diketahui berapa kuantitas pemesanan maka perlu diketahui pula kapan pemesanan tersebut dilakukan atau yang sering disebut titik pemesanan kembali (*reoder point*). Pemesanan harus dilakukan sebelum tingkat persediaan menjadi nol. Titik pemesanan ulang dihitung dengan mengalikan Lead time dengan permintaan tiap minggu ditambahkan dengan *safety stock*.

Rumus *Reorder Point* adalah

$$R = L \frac{D}{54} + \text{Safety Stock}$$

Contoh *Reorder Point* untuk benang 30 S adalah

$$= 1 \times \frac{9888}{54} + 484$$

$$= 668$$

Berikut adalah tabel *Reorder Point* untuk semua jenis benang :

Tabel 4.27 Reorder Point (Cones)

Jenis Benang	Reorder Point (R)
20S	668
30S	1037
40S	1566
40/2	1151
45S	227

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan Peramalan

Peramalan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan benang di PT. Sendi Pratama pada 12 periode mendatang yang didapatkan dari permintaan bahan baku benang 12 periode yang lalu. PT. Sendi Pratama sendiri menerapkan sistem produksi Make to Stock, yang berarti barang yang dibuat dan jumlah bahan baku yang dibeli lebih cenderung berdasarkan data historis maupun data dari peramalan perusahaan. Yang jumlahnya tidak selalu sama dengan periode yang lalu. Kenyataan itulah yang menyebabkan perusahaan harus memiliki sistem inventori yang baik.

Dengan melihat kondisi diatas, maka perlu ada pendekatan beberapa metode peramalan yang nanti akan digunakan. Peramalan yang dilakukan mengacu data masa lalu (time series), asumsi ini dipakai dengan alasan bahwa kemungkinan jumlah

permintaan masa lalu akan terulang dimasa yang akan datang. Data yang diperoleh dari bagian produksi selama periode Rabiul Awal 1431 sampai dengan Safar 1432 menunjukkan suatu jenis pola data musiman. Teknik yang digunakan untuk menentukan jenis pola data yang musiman adalah metode rata-rata bergerak (MA), Weight Moving Average (WMA), Simple Eksponensial Smoothing (SES) serta Winter Metode. Tetapi dalam penelitian ini hanya menggunakan metode Moving Average serta Weight Moving Average (WMA) saja tidak menggunakan Winter Metode dikarenakan untuk menggunakan metode tersebut dibutuhkan data historis selama 2 periode sedangkan data historis yang ada hanya 1 periode.

Parameter lain yang penting adalah menentukan periode rata-rata bergerak pada Moving Average. Periode rata-rata bergerak yang peneliti gunakan adalah Moving Average 3, 4, 5 dan 6 dengan asumsi bahwa n-periode sebesar 3, 4, 5 dan 6 yang diperkirakan tepat.

Peramalan disini menggunakan Software WINQSB. Dari hasil peramalan menggunakan teknik peramalan diatas akan dicari nilai-nilai kesalahan terkecil. Dari hasil Software WINQSB yang digunakan untuk mengolah data historis akan langsung menunjukkan nilai nilai MAD, MSE dan Tracking Signal. Adapun kriteria kesalahan peramalan dalam perhitungan ini adalah MAD. Dimana peramalan kebutuhan jenis benang dengan mencari metode peramalan yang optimal yang didasarkan pada kriteria peramalan dengan nilai MAD terkecil.

Dari data didapatkan total kebutuhan benang berdasarkan hasil peramalan sebesar 69.828 cones yang terdiri dari 9.888 cones untuk benang 20S, 16.524 cones untuk

benang 30S, 17.628 cones untuk benang 40S, 19.308 cones untuk benang 40/2, 4.584 cones untuk benang 45S dan 1896 cones untuk benang 55S. Data hasil peramalan dijadikan data acuan untuk mengolah data sesuai dengan rancangan model yang dibuat.

5.2 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi tanpa keterbatasan Investasi

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

Tanpa memperhatikan keterbatasan investasi, total investasi yang dikeluarkan PT. Sendi Pratama untuk inventori benang adalah sebesar Rp. 573.142.950, tetapi dengan adanya asumsi bahwa investasi maksimum untuk inventori banang adalah sebesar Rp 500.000.000 membuat PT. Sendi Pratama mengeluarkan biaya lebih sebesar Rp. 73.142.950. Terlihat bahwa alokasi dana untuk pembelian melebihi batasan investasi yang dimiliki PT. Sendi Pratama.

5.3 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Investasi Menggunakan Metode Lagrange Multiplier

Untuk menghasilkan pemesanan yang optimum sendiri didapatkan dengan cara menerapkan nilai λ^* (*multiplier*) dengan menggunakan metode Lagrange

Multiplier. Perhitungan yang dilakukan dengan memperhatikan batasan modal sebesar Rp 500.000.000 dengan menghitung berdasarkan rumus didapatkan nilai λ^* sebesar 0,015 Nilai λ^* yang diperoleh dijadikan input untuk menentukan jumlah pemesanan yang optimal. Dimana dengan adanya λ^* besarnya EOQ menjadi berubah lebih sedikit yang akan membuat nilai investasipun berkurang. Dibawah ini adalah tabel EOQ sebelum menerapkan nilai λ^* (*multiplier*) dan setelah menerapkan nilai λ^* (*multiplier*)

**Tabel 5.1 Kebutuhan Investasi Bahan Baku
Tanpa Keterbatasan Investasi**

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1279	Rp. 86.076.700
30S	Rp 78.125	1534	Rp. 119.843.750
40S	Rp 72.800	1642	Rp. 119.537.600
40/2	Rp 83.200	1607	Rp. 133.702.400
45S	Rp 89.500	755	Rp . 67.572.500
55S	Rp 102.000	455	Rp. 46.410.000
Jumlah			Rp. 573.142.950

**Tabel 5.2 Kebutuhan Investasi Bahan Baku
Dengan Metode Lagrange Multiplier.**

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1114	Rp. 74.972.200
30S	Rp 78.125	1337	Rp. 104.453.125
40S	Rp 72.800	1430	Rp. 104.104.000
40/2	Rp 83.200	1400	Rp. 116.480.000

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
45S	Rp 89.500	658	Rp . 58.891.000
55S	Rp 102.000	397	Rp. 40.494.000
Jumlah			Rp. 499.394.325

Dari data terlihat untuk investasi awal yang sebelumnya berjumlah Rp. 573.142.950 menjadi Rp. 499.394.325 dengan metode Lagrange Multiplier.

5.4 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Investasi Menggunakan Metode LIMIT

Keterbatasan investasi juga dapat diselesaikan dengan model LIMIT (*Lot Size Inventory Management Interpolation*). Dengan model ini dana investasi yang tersedia dibandingkan dengan investasi awal dikalikan dengan EOQ awal. Jadi dana investasi yang tersedia dari perusahaan sebesar Rp 500.000.000 dibagi dengan Rp. 573.142.950 dikalikan dengan 1279 untuk benang 20S sehingga menjadikan EOQ hasil model LIMIT untuk benang 20S menjadi 1.116 cones. Berikut adalah tabel jumlah EOQ dengan model LIMIT beserta jumlah investasinya.

**Tabel 5.3 Kebutuhan Investasi Bahan Baku
Dengan Model LIMIT**

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
20S	Rp 67.300	1116	Rp. 75.160.800
30S	Rp 78.125	1339	Rp. 104.609.375
40S	Rp 72.800	1433	Rp. 104.322.400
40/2	Rp 83.200	1402	Rp. 116.646.400
45S	Rp 89.500	659	Rp . 58.891.000

Jenis Benang	Harga	EOQ j*	Investasi
	(Cj)		(Cj x EOQJ*)
55S	Rp 102.000	397	Rp. 40.494.000
Jumlah			Rp. 500.159.475

5.5 Pembahasan Kuantitas Pemesanan dan Nilai Investasi dengan keterbatasan Gudang

Kemudian dari EOQ awal yang sudah diketahui dibagi dengan 12 cones perkardus. Sebagai contoh untuk benang 20S dengan EOQ 1321 cones dibagi dengan 12 cones perkardus sama dengan 111 kardus. Setelah diketahui jumlah kebutuhan kardus kemudian dibagi dengan volume kardus tersebut yaitu $0,67375 \text{ m}^3$ sehingga kebutuhan untuk semua jenis benang tanpa adanya keterbatasan luas gudang memerlukan ruang penyimpanan sebesar $408,29 \text{ m}^3$ tetapi karena luas gudang PT. Sendi Pratama yang tidak memenuhi yaitu hanya sekitar 100 m^3 dengan menggunakan metode LIMIT ruang penyimpanan yang dibutuhkan menjadi $100,04 \text{ m}^3$ Dimana dengan luas $100,04 \text{ m}^3$ besarnya EOQ menjadi 5308 cones yang terdiri dari 314 cones untuk benang 20S, 316 cones untuk benang 30S, 403 cones untuk benang 40S, 394 cones untuk benang 40/2, 185 cones untuk benang 45S dan 112 cones untuk benang 55S.

5.6 Analisis Total Cost

Total Cost merupakan biaya total yang dikeluarkan dalam persediaan yang merupakan penjumlahan dari biaya simpan dan biaya pesan. Total biaya disini terdiri

dari total biaya persediaan yang dikeluarkan tanpa keterbatasan investasi yaitu sebesar Rp. 11.015.897,08 sedangkan dengan keterbatasan investasi menggunakan metode Lagrange Multiplier total biaya yang dikeluarkan menjadi Rp. 54.596.927,68 dengan metode LIMIT total biaya yang dikeluarkannya menjadi sebesar Rp. 54.549.457,3. Dan untuk keterbatasan luas gudang total inventory cost sebesar Rp. 116.829.581.

Terjadi kenaikan total biaya yang dikeluarkan padahal jumlah kuantitas yang dipesan lebih kecil. Hal ini dikarenakan semakin besar biaya pesannya dan semakin kecil biaya simpannya sehingga menyebabkan total costnya semakin tinggi. Sebagai contoh benang 20S dengan EOQ yang berbeda-beda (1116, 1114 dan 314) mempunyai biaya pesan (Rp. 4.651.612,9 Rp. 4.659.964,09 dan Rp. 16.532.484,08) serta biaya simpan (Rp. 3.545.040,96 Rp. 3.538.687,84 dan Rp. 997.439,84) akan menghasilkan total biaya yang berbeda-beda juga (Rp. 1.199.106,27 Rp. 1.215.027,279 dan Rp. 1.248.806,534)

Dari contoh bisa dilihat semakin kecil EOQ semakin besar total biaya yang dikeluarkan dikarenakan biaya pesan yang bertambah walaupun biaya simpannya berkurang. Karena itu kebijakan pengendalian persediaan ini akan menghasilkan kombinasi kuantitas pemesanan yang berbeda untuk setiap masing-masing item produk.

5.7 Pembahasan *Reorder Point*

Titik pemesanan kembali (*Reorder Point*) adalah pada persediaan berapakah manajemen sudah harus memesan kembali dengan tidak harus menunggu jumlah persediaan nol. Titik pemesanan ulang dihitung dengan mengalikan Lead time dengan

permintaan tiap minggu ditambahkan dengan *safety stock*. *Safety stock* disini untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan bahan baku pada saat *lead time* sehingga perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Kuantitas pemesanan optimal pada benang dengan kendala investasi dengan menggunakan metode Lagrange Multiplier adalah sebanyak 6.336 cones yang terdiri dari 1114 cones untuk benang 20S, 1337 cones untuk benang 30S, 1430 cones untuk benang 40S, 1400 cones untuk benang 40/2, 658 cones untuk benang 45S dan 397 cones untuk benang 55S. Sedangkan dengan menggunakan metode LIMIT sebanyak 6.346 cones yang terdiri dari 1116 cones untuk benang 20S, cones untuk benang 30S, 1433 cones untuk benang 40S, 1402 cones untuk benang 40/2, 659 cones untuk benang 45S dan 397 cones untuk benang 55S. Untuk kuantitas pemesanan optimal pada benang dengan kendala luas gudang adalah sebanyak 1724 cones yang terdiri dari 314 cones untuk benang 20S, 316 cones untuk benang 30S, 403 cones untuk benang 40S, 394 cones untuk benang 40/2, 185 cones untuk benang 45S dan 112 cones untuk benang 55S.
2. Dengan total inventory cost sebesar Rp. 54.596.927,68 untuk metode Lagrange Multiplier, sedangkan dengan metode LIMIT total inventori costnya Rp. 54.549.457,3. Dan untuk keterbatasan luas gudang total inventory cost sebesar Rp. 116.829.581.
3. Pemesanan kembali dilakukan ketika benang 20S yang tersedia sebanyak 668 cones, benang 30S sebanyak 1037 cones, benang 40S sebanyak 1566, benang 40/2 sebanyak 1151 cones, benang 45S sebanyak 227, benang 55S sebanyak 112 cones.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan adalah:

1. PT. Sendi Pratama sebaiknya mengaplikasikan metode Lagrange Multiplier atau LIMIT untuk mencukupi kebutuhan investasi, karena dapat menghemat investasi walaupun memperbesar total biaya inventori.
2. Penelitian ini hendaknya dikembangkan dengan beberapa system persediaan yang ada, misal *lead time* dan variable-variable biaya yang berfluktuasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Allif, (2005). Ukuran Lot Ekonomis pada Produk Multi Item Single Supplier yang Responsip terhadap Permintaan Dinamis menggunakan Model Simulasi. Tugas Akhir FTI UII, Yogyakarta.

- Baroto, T., (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Elsayed, A., Elsayed dan Thomas, O., Boucher., (1994). *Analysis and Control of Production System*, Edisi 2, Prentice Hall, New Jersey.
- Fogarty, D., (1991). *Production and Inventory Management*, Edisi 2, South-Western Publishing, Cincinnati, Ohio.
- Gaspers, V., (1998). *Production Planning and Inventory Control Berdasakan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*, PT Gramedia , Jakarta.
- Handoko, T. Hani., 1994. *Manajemen Produksi dan Operasi*. BPFE Yogyakarta, Yogyakarta.
- Khomaeni, Taufiq, (2003). analisa pengendalian persediaan produk jadi multi item untuk mengoptimalkan pemesanan dan meminimalkan biaya inventori menggunakan metode lagrange. Jogjakarta.
- Kusrini, Elisa, (2005). joint order pada inventory multi item dengan multiple interval order. *Jurnal Teknologi Industri*.
- Narasimhan, S., (1995). *Production and Inventory Control*, Edisi 2, Prentice Hall, New Jersey.
- Nugraha, K.Y., Izaak, (2006). *Joint Replenishment Multi Item Single Supplier* dengan metode pendekatan lagrangean multiplier. Jogjakarta. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.
- Pujawan. Nyoman., (2005). *Supply Chain Management*. Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Rangkuti, Fredi., (2002). *Manajemen Persediaan: Aplikasi Dibidang Bisnis*. RajaGrafindo Persada, Jakarta.

Ristono. Agus., (2009). Manajemen Persediaan. Graha Ilmu., Jakarta.

Makridakis, SC Wheelwright, VE Mcgee, (1995), *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga, Jakarta.

Tersine, R., (1994). *principles of inventory and materials management*. Fourth edition, Prentice-Hall International, Inc, New Jersey.

Utama, N. P. S. 2007. Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Propinsi Bali Sampai Tahun 2018 dengan Metode Regresi Berganda Deret Waktu. *Jurnal Teknologi lektro*, Vol 6 No 1. Universitas Udayana, Bali.

Yamit, Z. (1999) *Manajemen Persedian*, Bidang Penerbitan UII, Yogyakarta.



Lampiran Software terpilih

Benang 20S

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	720								
2	756	720	36	36	36	1296	4,761905	1	1
3	734	723,6	10,40002	46,40002	23,20001	702,0803	3,089401	2	1
4	696	724,64	-28,63995	17,76007	25,01333	741,4692	3,431246	0,7100244	6,349364E-02
5	1320	721,7759	598,2241	615,9841	168,316	90024,11	13,90344	3,659688	0,3592277
6	1380	781,5983	598,4017	1214,386	254,3332	143636,2	19,79524	4,774783	0,637711
7	1404	841,4385	562,5615	1776,947	305,7046	172442,7	23,17411	5,812629	0,8705648
8	756	897,6946	-141,6946	1635,253	282,2746	150676,3	22,54105	5,793128	0,5961719
9	708	883,5251	-175,5251	1459,728	268,9309	135692,9	22,82238	5,427891	0,3994558
10	768	865,9727	-97,97266	1361,755	249,9355	121682,4	21,70399	5,448425	0,3137004
11	696	856,1754	-160,1754	1201,579	240,9595	112079,8	21,83496	4,986645	0,2254456
12	672	840,1579	-168,1579	1033,422	234,3412	104461,3	22,12482	4,409902	0,1615601
13		823,3421							
14		823,3421							
15		823,3421							
16		823,3421							
17		823,3421							
18		823,3421							
19		823,3421							
20		823,3421							
21		823,3421							
22		823,3421							
23		823,3421							
24		823,3421							
CFE		1033,422							
MAD		234,3412							
MSE		104461,3							
MAPE		22,12482							
Trk.Signal		4,409902							
R-sqaure		0,1615601							
		Alpha=0,1							
		F(0)=720							

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	1248								
2	1224	1248	-24	-24	24	576	1,960784	-1	1
3	1188	1245,6	-57,59998	-81,59998	40,79999	1946,879	3,404634	-2	1
4	1164	1239,84	-75,83997	-157,4399	52,47998	3215,152	4,441576	-3	1
5	2112	1232,256	879,744	722,3041	259,296	195898,8	13,74482	2,785635	0,2051101
6	2232	1320,23	911,7697	1634,074	389,7907	322983,8	19,16583	4,192183	0,4641869
7	2220	1411,407	808,5927	2442,667	459,5911	378123,5	22,04204	5,314869	0,6802238
8	1200	1492,267	-292,2666	2150,4	435,6876	336308,7	22,37254	4,935647	0,4242676
9	1212	1463,04	-251,0399	1899,36	412,6066	302147,7	22,16508	4,603319	0,2882147
10	1248	1437,936	-189,9359	1709,424	387,8654	272584,2	21,39332	4,40726	0,2147672
11	1188	1418,942	-230,9423	1478,482	372,1732	250659,2	21,19795	3,972564	0,1542463
12	1200	1395,848	-195,848	1282,634	356,1436	231358,9	20,75456	3,601451	0,1168218
13		1376,263							
14		1376,263							
15		1376,263							
16		1376,263							
17		1376,263							
18		1376,263							
19		1376,263							
20		1376,263							
21		1376,263							
22		1376,263							
23		1376,263							
24		1376,263							
CFE		1282,634							
MAD		356,1436							
MSE		231358,9							
MAPE		20,75456							
Trk.Signal		3,601451							
R-sqaure		0,1168218							
		Alpha=0,1							
		F(0)=1248							

Benang 40S

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	1200								
2	1176	1200	-24	-24	24	576	2,040816	-1	1
3	1212	1197,6	14,40002	-9,599976	19,20001	391,6804	1,614469	-0,4999984	7,555528E-02
4	1200	1199,04	0,9599609	-8,640015	13,12	261,4274	1,102978	-0,6585379	4,137166E-02
5	2700	1199,136	1500,864	1492,224	385,056	563344,3	14,72412	3,875343	0,3280057
6	3060	1349,222	1710,778	3203,001	650,2003	1036027	22,96085	4,926177	0,5967749
7	2820	1520,3	1299,7	4502,701	758,4502	1144893	26,81548	5,936713	0,8215255
8	1212	1650,27	-438,2701	4064,431	712,7101	1008777	28,15054	5,702783	0,5358573
9	1320	1606,443	-286,4431	3777,988	659,4268	892935,8	27,34426	5,7292	0,4037829
10	1248	1577,799	-329,7988	3448,189	622,8015	805806	27,24225	5,536579	0,3025036
11	1128	1544,819	-416,819	3031,37	602,2032	742599,2	28,21323	5,0338	0,2171747
12	1164	1503,137	-339,1371	2692,233	578,2881	685546	28,29707	4,655522	0,1660092
13		1469,223							
14		1469,223							
15		1469,223							
16		1469,223							
17		1469,223							
18		1469,223							
19		1469,223							
20		1469,223							
21		1469,223							
22		1469,223							
23		1469,223							
24		1469,223							
CFE		2692,233							
MAD		578,2881							
MSE		685546							
MAPE		28,29707							
Trk. Signal		4,655522							
R-sqaure		0,1660092							
		Alpha=0,1							
		F(0)=1200							

Benang 40/2

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	1452								
2	1428	1452	-24	-24	24	576	1,680672	-1	1
3	1392	1449,6	-57,59998	-81,59998	40,79999	1946,879	2,909301	-2	1
4	1440	1443,84	-3,839966	-85,43994	28,47998	1302,834	2,028422	-3	1
5	2424	1443,456	980,5441	895,1041	266,496	241343,8	11,63419	3,35879	0,2645814
6	2520	1541,51	978,4896	1873,594	408,8947	384563,4	17,07314	4,582093	0,5317014
7	2544	1639,359	904,6406	2778,234	491,519	456865,3	20,15425	5,652343	0,7552328
8	1440	1729,823	-289,8235	2488,411	462,7054	403598,5	20,1503	5,37796	0,4878955
9	1452	1700,841	-248,8412	2239,57	435,9724	360888,9	19,77374	5,136954	0,3423661
10	1416	1675,957	-259,957	1979,613	416,4151	328298,8	19,6165	4,753941	0,2421751
11	1440	1649,961	-209,9613	1769,651	395,7697	299877,3	19,11291	4,471417	0,1832074
12	1428	1628,965	-200,9652	1568,686	378,0602	276287,3	18,65476	4,149302	0,1415562
13		1608,869							
14		1608,869							
15		1608,869							
16		1608,869							
17		1608,869							
18		1608,869							
19		1608,869							
20		1608,869							
21		1608,869							
22		1608,869							
23		1608,869							
24		1608,869							
CFE		1568,686							
MAD		378,0602							
MSE		276287,3							
MAPE		18,65476							
Trk. Signal		4,149302							
R-sqaure		0,1415562							
		Alpha=0,1							
		F(0)=1452							

Benang 45S

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	348								
2	360	348	12	12	12	144	3,333333	1	1
3	372	349,2	22,79999	34,79999	17,39999	331,9197	4,731181	2	1
4	348	351,48	-3,480011	31,31998	12,76	225,3166	3,487455	2,454544	1
5	516	351,132	164,868	196,188	50,78699	6964,35	10,60338	3,862957	0,5194461
6	576	367,6188	208,3812	404,5692	82,30583	14256,03	15,71816	4,915437	0,7566646
7	528	388,4569	139,5431	544,1122	91,84538	15125,4	17,50324	5,92422	0,9944191
8	372	402,4113	-30,41125	513,7009	83,06908	13096,75	16,17064	6,184021	0,7228812
9	324	399,3701	-75,37012	438,3308	82,1067	12169,74	17,05711	5,338551	0,4122124
10	336	391,8331	-55,8331	382,4977	79,18742	11163,91	17,00821	4,830284	0,2755886
11	372	386,2498	-14,24979	368,2479	72,69365	10067,83	15,69044	5,065751	0,2366647
12	348	384,8248	-36,8248	331,4231	69,43285	9275,85	15,22603	4,77329	0,1828094
13		381,1423							
14		381,1423							
15		381,1423							
16		381,1423							
17		381,1423							
18		381,1423							
19		381,1423							
20		381,1423							
21		381,1423							
22		381,1423							
23		381,1423							
24		381,1423							
CFE		331,4231							
MAD		69,43285							
MSE		9275,85							
MAPE		15,22603							
Trk.Signal		4,77329							
R-sqaure		0,1828094							
		Alpha=0,1							
		F(0)=348							

Benang 55S

08-19-2011 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	156								
2	132	156	-24	-24	24	576	18,18182	-1	1
3	132	153,6	-21,60001	-45,60001	22,8	521,2802	17,27273	-2	1
4	144	151,44	-7,440002	-53,04001	17,68	365,9713	13,23738	-3	1
5	216	150,696	65,304	12,26399	29,586	1340,632	17,48637	0,4145201	1,116952E-02
6	252	157,2264	94,77361	107,0376	42,62352	2868,913	21,51081	2,511233	0,1893611
7	240	166,7038	73,29625	180,3338	47,73565	3286,15	23,01569	3,777761	0,3545657
8	144	174,0334	-30,03337	150,3005	45,20675	2945,558	22,70724	3,324735	0,2128695
9	120	171,03	-51,03003	99,27045	45,93466	2902,871	25,18446	2,161123	8,907437E-02
10	132	165,927	-33,92703	65,34341	44,60048	2708,224	25,242	1,465083	4,992016E-02
11	144	162,5343	-18,53433	46,80908	41,99387	2471,753	24,0049	1,114665	3,750013E-02
12	132	160,6809	-28,68089	18,12819	40,7836	2321,83	23,79791	0,4444971	2,778425E-02
13		157,8128							
14		157,8128							
15		157,8128							
16		157,8128							
17		157,8128							
18		157,8128							
19		157,8128							
20		157,8128							
21		157,8128							
22		157,8128							
23		157,8128							
24		157,8128							
CFE		18,12819							
MAD		40,7836							
MSE		2321,83							
MAPE		23,79791							
Trk.Signal		0,4444971							
R-sqaure		2,778425E-02							
		Alpha=0,1							
		F(0)=156							

