ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU UNTUK MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE SISTEM Q DAN SISTEM P

(Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang, Klaten, Jawa Tengah)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata-1 Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri

Nama : **HARI NURCAHYO**

No Mhs : **01 522 175**

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU UNTUK MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE SISTEM Q DAN SISTEM P

(Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang Furniture, Klaten, Jawa Tengah)

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana S-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 Juni 2007

Tim Penguji

Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE
Ketua

Ir. Elisa Kusrini, MT.
Anggota I

Drs. Imam Djati W, M.Eng.Sc
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

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

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ ٱلْعُسْرِ يُسْرًا ۝٥ إِنَّ مَعَ ٱلْعُسْرِ يُسْرًا ۝٦ فَإِذَا فَرَغْتَ فَٱنصَبْ ۝٧ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَٱرْغَب ۝٨

"Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan.

Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.

Karena itu, bila selesai suatu tugas, mulailah tugas lain dengan sungguh-sungguh.

Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap"

(Q.S. Alam Nasyrah : 5-8)

وَٱسْتَعِينُوا۟ بِٱلصَّبْرِ وَٱلصَّلَوٰةِ ۚ وَإِنَّهَا لَكَبِيرَةٌ إِلَّا عَلَى ٱلْخَٰشِعِينَ ۝٤٥

"Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. dan Sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu"

(Q.S. Al Baqarah : 45)

وَلَوْ أَنَّمَا فِى ٱلْأَرْضِ مِن شَجَرَةٍ أَقْلَٰمٌ وَٱلْبَحْرُ يَمُدُّهُۥ مِنۢ بَعْدِهِۦ سَبْعَةُ أَبْحُرٍ مَّا نَفِدَتْ كَلِمَٰتُ ٱللَّهِ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ۝٢٧

"Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut (menjadi tinta), ditambahkan kepadanya tujuh laut (lagi), niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana."

(Q.S. Luqman : 27)

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya. Salawat serta salam senantasa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, semoga kita merupakan umat-Nya yang setia sampai akhir zaman dan termasuk dalam barisan orang-orang yang menerima Syafa'at-Nya. Sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU UNTUK MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE SISTEM Q DAN SISTEM P** (Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang, Klaten, Jawa Tengah)", disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir ini dapat tersusun dengan baik, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bpk. Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.

4. Orang Tua dan adik-adikku yang senantiasa sabar dan memberikan doa serta dorongan semangat hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Mbak Riza selaku Personnel & General Affair dan Mas Bowo selaku Staff Quality Control PT. Amalia Surya Cemerlang, Klaten yang telah memberikan izin dan arahan dalam melaksanakan penelitian diperusahaan.
6. Serta semua pihak yang telah mendukung dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna seorang peneliti maupun karya ilmiah. Untuk itulah saya meminta maaf yang setulus-tulusnya dan menunggu masukan yang berguna untuk perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembacanya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Juni 2007

Hari Nurcahyo

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan Pembimbing ii
Halaman Pengesahan Penguji iii
Halaman Persembahan iv
Halaman Motto v
Kata Pengantar vi
Daftar Isi viii
Daftar Tabel xi
Daftar Gambar xii
Abstraksi xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 4
1.5. Manfaat Penelitian 4
1.6. Sistematika Penulisan 5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Perencanaan Produksi 6
2.2. Metode Peramalan 8
2.2.1. *Time Series Forecasting* 8
2.2.2. Teknik-Teknik Peramlan Data Runtut Waktu 9
2.2.3. Ukuran Keakuratan Peramalan (Akurasi Peramalan) 16
2.2.4. Kontrol Peramalan 17
2.3. Persediaan (*Inventory*) 20
2.3.1. Pengertian dan Peranan Persediaan 20

2.3.2. Konsep Dasar Manajemen Persediaan 21
2.3.3. Fungsi Persediaan 24
2.3.4. Biaya-Biaya Persediaan 25
2.3.5. Pengendalian Persediaan 27
2.3.5.1. Pengertian Pengendalian Persediaan 27
2.3.5.2. Fungsi dan Tujuan Pengendalian Persediaan 28
2.3.6. Model Persediaan 31
2.3.5.1. Model Deterministik 32
2.3.5.2. Model Probabilistik 37

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian 50
3.2. Data yang Dikumpulkan 51
3.3. Metode Pengumpulan Data 52
3.4. Pengolahan Data..... 53
3.4.1. Uji Kenormalan Data 53
3.4.2. Peramalan 54
3.4.3. Menghitung Performansi Sistem 54

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data..... 59
4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan..... 59
4.1.1.1. Profil Perusahaan 59
4.1.1.2. Data Umum Tenaga Kerja 60
4.1.1.3. Proses Produksi 60
4.1.1.4. Data Stasiun Kerja dan Proses yang Dikerjakan 62
4.1.2. Data-Data yang Dibutuhkan 63
4.1.2.1. Data Pemakaian Bahan Baku 63
4.1.2.2. Data-Data Variabel Biaya 65
4.2. Pengolahan Data..... 66
4.2.1. Uji Normalitas Data (*Kolmogorov-Smirnov*) 66

4.2.2. Peramalan Pemakaian Bahan Baku 69
4.2.3. Perhitungan Biaya Total Kebijaksanaan Perusahaan 72
4.2.4. Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Sistem Q 73
4.2.5. Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Sistem P 83

BAB V PEMBAHASAN

5.1. Analisis Pengadaan Bahan Baku 94
5.2. Analisis Peramalan Bahan Baku 94
5.3. Analisis Perhitungan Biaya total Kebijaksanaan Perusahaan 96
5.4. Analisis Perhitungan Biaya Total dengan Model Sistem Q 97
5.5. Analisis Perhitungan Biaya Total dengan Model Sistem P 98
5.6. Model Terbaik 99

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan..... 101
6.2. Saran..... 102

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Panduan dalam Pemilihan Metode *Time Series Forecasting* 19
Tabel 4.1. Data Stasiun Kerja dan Proses 62
Tabel 4.2. Data Pemakaian Bahan Baku Kayu Jati (dalam satuan M^3) 63
Tabel 4.3. Tabel Nilai D 67
Tabel 4.4. Akurasi Peramalan Pemakaian Bahan Baku 70
Tabel 4.5. Nilai UCL dan LCL Pemakaian Bahan Baku 71
Tabel 4.6. Hasil Iterasi Sistem Q 82
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan dengan Sistem P 93
Tabel 5.1. Perbandingan Total Biaya Persediaan Bahan Baku 100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Visualisasi Dari Pola-Pola Data 9
Gambar 2.2. Grafik Siklus Persediaan Sederhana 35
Gambar 2.3. Kurva Biaya Inventory 35
Gambar 2.4. Grafik Model Persediaan Probabilistik 38
Gambar 2.5. Siklus Inventory 42
Gambar 2.6. Siklus Inventory dengan Stockout 44
Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah 58
Gambar 4.1. Plot Data Pemakaian Bahan Baku 69
Gambar 4.3. Peta Kontrol Pemakaian Bahan Baku 71
Gambar 5.1. Siklus Waktu Pemesanan Model Sistem Q 97
Gambar 5.2. Siklus Waktu Pemesanan Model Sistem P 99

ABSTRAKSI

Penelitian yang telah dilaksanakan di PT. Amalia Surya Cemerlang bertujuan untuk memberikan alternatif pertimbangan kepada perusahaan dalam mengambil kebijaksanaan persediaan bahan baku kayu jati. Sasaran penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya pemesanan optimal dan titik pemesanan kembali yang dapat menghasilkan total biaya persediaan minimal.

Metode yang digunakan yaitu sistem Q dan sistem P yang kemudian dibandingkan dengan kebijaksanaan pengendalian persediaan perusahaan untuk memilih alternatif metode terbaik.

Dari hasil perhitungan menggunakan sistem Q jumlah pemesanan optimal (Q) sebesar 45 M^3 dan titik pemesanan kembali (R) ketika jumlah persediaan mencapai 14 M^3 dengan total biaya persediaan Rp. 5.700.625.430,99. Kemudian dengan sistem P didapat jumlah pemesanan maksimum (R_{max}) sebesar 80 M^3 dengan titik pemesanan kembali setiap 12,8 hari dengan total biaya persediaan Rp. 5.650.783.324,38. Karena tujuan penelitian ini adalah untuk mencari metode terbaik dengan total biaya persediaan paling minimal, maka sistem P dianggap paling baik untuk digunakan sebagai metode pengendalian persediaan bahan baku di PT. Amalia Surya Cemerlang.

Kata Kunci : *Pengendalian Persediaan, Sistem Q, Sistem P*

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU UNTUK MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE SISTEM Q DAN SISTEM P

(*Studi Kasus di PT. Amalia Surya Cemerlang Furniture, Klaten, Jawa Tengah*)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama	**:**	**Hari Nurcahyo**
No.Mhs	**:**	**01 522 175**

Yogyakarta, Juni 2007

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE

5/6 '07

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk :

Kedua Orang tua dan adik-adikku tercinta

yang telah mencurahkan kasih sayangnya dan do'anya tanpa lelah

yang telah mengajarkan keseimbangan dalam diriku

kesungguhan, ketekunan, kesabaran, welas asih dan cara mencintai makhluk

yang menjadikanku merasa bersyukur diantara kelebihan dan kekuranganku

yang tetap membuatku ingat untuk selalu menunduk dihadapan – Nya

Semoga Allah SWT mencatatnya sebagai amal kebajikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini semakin banyak perusahaan industri yang memasarkan hasil produksinya keluar negri. Setiap perusahaan yang didirikan baik itu bergerak dibidang produksi barang, bidang jasa maupun bidang perdagangan, memiliki tujuan-tujuan tertentu yang hendak dicapai dan akan berusaha untuk dapat mempertahankan kelangsungan perusahaan dalam jangka waktu yang tak terbatas. Salah satu tujuan pokok perusahaan adalah untuk mendapatkan tingkat laba yang optimal yang dapat diperoleh antara lain dengan melakukan penghematan biaya, termasuk didalamnya adalah biaya persediaan bahan baku.

Permasalahan yang dihadapi suatu perusahaan sangatlah kompleks. Hal ini merupakan suatu tantangan yang harus diselesaikan demi kelangsungan hidup perusahaan itu sendiri. Khususnya didalam sistem produksi yaitu dalam hal persedian bahan baku. Dalam masalah persediaan bahan baku, jumlah yang sangat berlebihan akan mengganggu proses produksi, karena akan memungkinkan terjadinya penimbunan bahan baku di gudang yang membutuhkan biaya perawatan dan penyimpanan. Selain itu persediaan bahan baku yang berlebihan akan mengalami kerusakan apabila terlalu lama disimpan dalam gudang. Sebaliknya apabila jumlah bahan baku sangat kecil akan menyebabkan terjadinya kekurangan bahan baku sehingga proses produksi terhenti. Dan jika bahan baku datang tidak tepat waktu, maka perusahaan harus mendapatkan bahan baku

mendadak sehingga perusahaan harus menanggung biaya ekstra untuk mendapatkannya.

Oleh karena itu penting bagi setiap perusahaan untuk melakukan pengendaliaan persediaan bahan baku dengan sebaik-baiknya agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar, dimana persediaan bahan baku yang dibutuhkan telah tersedia dengan jumlah yang optimal sehingga modal yang diinvestasikan dan biaya-biaya yang timbul tidak terlalu besar.

PT. AMALIA SURYA CEMERLANG adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang furniture dengan bahan baku utama kayu jati. Dalam pelaksanaannya kebijaksanaan pengendalian persediaan bahan baku dilakukan oleh pimpinan perusahaan, sehingga penentuan jumlah pesanan bahan baku dapat didasarkan atas inisiatif pimpinan dengan melihat kondisi persediaan digudang. Bila persediaan menipis barulah kemudian perusahaan melakukan pemesanan kembali. Sehingga seringkali memiliki persediaan yang menumpuk dalam jumlah yang besar.

Bedasarkan permasalahan diatas, diharapkan penelitian ini dapat membantu pihak manajemen dalam melakukan pengolahan dan pengendalian persediaan kayu sebagai bahan baku utama dalam proses produksi furniture, sehingga nantinya dapat diperoleh persediaan yang optimal yang dapat meminimalkan biaya total persediaan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dikemukakan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa permasalahan yang dihadapi adalah : "*Bagaimanakah pengendalian persediaan bahan baku yang baik agar biaya persediaan minimal?*"

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan sistem distribusi perusahaan yang ada, maka permasalahan penelitian ini dibatasi sehingga akan lebih terfokus dan terarah pada pokok permasalahan. Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Kondisi persedian dianggap mampu melakukan pemesanan ulang.
2. Penelitian hanya melibatkan bagian inventori yang menangani bahan baku khususnya bahan baku utama kayu jati pada PT. AMALIA SURYA CEMERLANG.
3. Lead time dalam keadaan normal, sehinga keterlambatan penyediaan bahan baku dalam keadaan tidak normal tidak diperbolehkan.
4. Jumlah dana yang digunakan setiap kali pemesanan dianggap tersedia.
5. Evaluasi metode pengendalian persediaan dilakukan dengan membandingkan total biaya persediaan masing-masing metode yaitu sistem P dan sistem Q dengan kebijakan perusahaan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sejauh mana pengendalian persediaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan untuk menunjang kelancaran produksi perusahaan.
2. Menentukan kuantitas persediaan bahan baku yang optimal (Q)
3. Menentukan kapan pemesanan kembali (*Reorder Level*) bahan baku kayu jati harus dilakukan oleh perusahaan.
4. Memberikan alternatif pilihan kepada perusahaan tentang pengendalian persediaan bahan baku yang optimal sehinga didapatkan total biaya persediaan yang minimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberikan sebuah alternatif sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan kebijaksanaan pengendalian persediaan bahan baku untuk masa yang akan datang, sehingga perusahaan dapat lebih menggunakan modal yang diinvestasikan pada persediaan secara lebih efektif dan efesien. Selain itu mampu mempelajari persoalan tentang pengendalian bahan baku untuk kemudian menganalisanya sesuai dengan kondisi yang ada sehingga dapat diperoleh keadaan yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan persoalan yang dihadapi akan dilakukan sesuai dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini diuraikan mengenai teori yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan perencanaan kebutuhan bahan baku, berupa uraian kualitatif maupun persamaan-persamaan yang berkaitan dengan permasalahaan yang diteliti.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai kerangka pemecahan masalah, identifikasi data yang diperlukan, cara pengumpulan data dan cara menganalisis data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini diuraikan mengenai lokasi penelitian, data yang diperoleh dari perusahaan dan analisis dari pengolahan data tersebut.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan mengenai analisa yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini diuraikan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

Persediaan dapat didefinisikan sebagai bahan yang disimpan dalam gudang untuk kemudian digunakan atau dijual. Persediaan dapat berupa bahan baku untuk keperluan proses, barang-barang yang masih dalam pengolahan dan barang jadi yang disimpan untuk penjualan. Persediaan bahan baku disimpan untuk kemudian diubah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. Persediaan bahan baku harus diadakan karena secara umum adalah tidak ekonomis apabila membeli atau menjadwalkan penyerahan bahan baku saat diperlukan dalam proses produksi.

Perencanaan kebutuhan bahan baku adalah suatu masalah yang berkaitan dalam penetapan terhadap persediaan bahan yang harus diadakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan produksi serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah pemesanan bahan yang seharusnya dilakukan perusahaan.

2.1 Perencanaan Produksi

Perencanaan adalah usaha untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan dalam proses produksi. Perencanaan produksi memerlukan perhitungan yang teliti dan rinci untuk mengambil keputusan. Perencanaan tersebut merupakan langkah awal penentuan proses produksi yang dilakukan oleh seorang manajer dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.

Menurut Sofyan Assauri, yang dimaksud perencanaan produksi adalah perencanaan dan pengorganisasian sebelumnya mengenai orang-orang, bahan-bahan, mesin dan peralatannya serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu di masa depan sesuai dengan yang diperkirakan atau diramalkan. [ASS93]

Perencanaan produksi merupakan perencanaan tentang produk apa dan berapa jumlahnya masing-masing yang segera akan diproduksi pada periode yang akan datang. Barang yang dibuat harus dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang ditetapkan dan bahan yang diperlukan harus sesuai.

Agar barang yang diproduksi pada suatu periode dimasa yang akan datang dapat tercapai dengan baik, ada hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Barang tersebut harus dapat diproduksi pada waktu itu.
2. Barang tersebut harus dapat dikerjakan pada pabrik tersebut.
3. Barang tersebut harus memenuhi atau sesuai dengan keinginan pemesan.

Perencanaan tersebut merupakan langkah awal penentuan proses produksi yang dilakukan oleh manajer dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.

Perencanaan produksi mempunyai tujuan:

1. Untuk memperoleh keuntungan yang setinggi-tingginya.
2. Dapat menguasai pasar sehingga perusahaan dapat berkembang.
3. Mempertahankan dan mengusahakan supaya pekerjaan dan kesempatan kerja bertambah.
4. Berusaha agar industri dapat bekerja dengan tingkat efisiensi yang tinggi.
5. Memanfaatkan fasilitas yang sebaik-baiknya pada industri tersebut.

2.2 Metode Peramalan

2.2.1 *Time Series Forecasting*

Deret berkala adalah suatu urutan waktu observasi yang diambil pada interval waktu tertentu (per jam, harian, mingguan, bulanan, kuartalan, tahunan). Data yang diambil dapat berupa data permintaan, pendapatan, keuntungan, kecelakaan, output, produktivitas dan indeks harga pelanggan.

Pola data yang umum terbentuk untuk mengidentifikasikan pola data time series adalah sebagai berikut :

1. Trend

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

2. Seasonality (musiman)

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

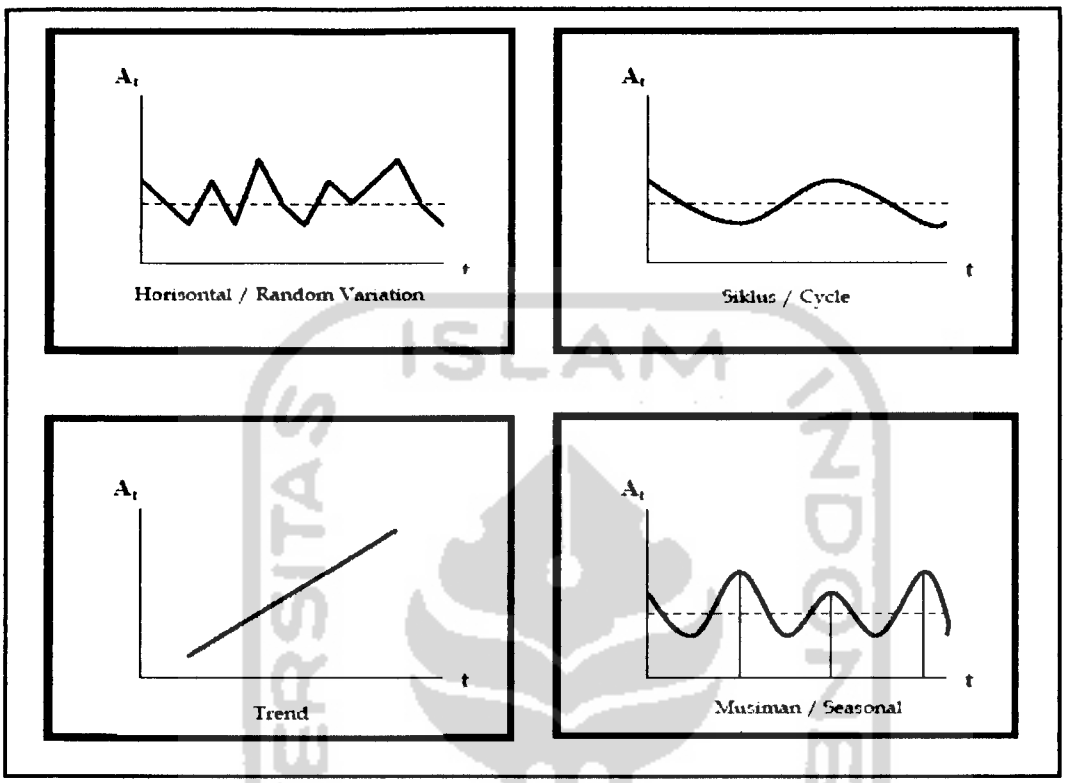
3. Cycles (siklus)

   Pola data siklus ini memiliki persamaan dengan pola data musiman, tetapi yang membedakan adalah panjang dan besarnya dapat berubah – ubah.

4. Horizontal / Stasionary / Random Variation

   Pola ini terjadi jika data berfluktuasi disekitar nilai rata – rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus.

Berikut ini disajikan visualisasi dari pola – pola data :



Gambar 2.1. Visualisasi dari Pola – Pola Data

2.2.2 Teknik – Teknik Peramalan Data Runtut Waktu

1. Naive Forecast

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

Persamaan umum naive forecast :

$$f_{t+1} = X_t \quad \text{.....(2.1)}$$

Untuk data yang mengandung trend, maka persamaan diatas disesuaikan dengan mempertimbangkan unsur trend, sehingga persamaan tersebut menjadi

$$f_{t+1} = X_t + (X_t - X_{t-1}) \quad \text{.....(2.2)}$$

Jika terdapat unsur musiman (untuk data kuartalan), maka persamaan menjadi:

$$f_{t+1} = X_{t-3} \quad \text{.....(2.3)}$$

Jika data mengandung unsur trend da musiman (data kuartalan) maka persamaannya menjadi :

$$f_{t+1} = X_{t-3} + (X_t - X_{t-1}) + \ldots + (X_{t-3} - X_{t-4}) / 4 \quad \text{.....(2.4)}$$

2. *Simple Average (Rata – rata Sederhana)*

Metode simple average menggunakan sejumlah data aktual dari periode – periode sebelumnya yang kemudian dihitung rata – ratanya untuk meramalkan periode waktu berikutnya.

Persamaan simple average :

$$F_t = X \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{t=1}^{n} X_t}{n} \quad \text{.....(2.5)}$$

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

3. *Simple Moving Average*

Metode ini menggunakan satu set data dengan jumlah data yang tetap, sesuai periode pergerakannya (*Moving Period*), kemudian nilai rata – rata dari set data tersebut digunakan untuk meramalkan nilai periode berikutnya.

Persamaan simple moving average :

$$F_{t+1} = \frac{\{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + ... + X_{t-n+1}\}}{n} \quad .....(2.6)$$

Dimana : F_{t+1} : Ramalan untuk periode yang berikutnya, t+1

$X_{t, t-1, t-2}$: Nilai observasi dari variable pada periode t, t-1, t-2, ...

n : Jumlah periode pergerakannya

4. *Weighted Moving Average (WMA)*

Metode ini mirip dengan metode simple moving average, hanya saja diperlukan pembobotan yang berbeda untuk setiap data pada satu set data terbaru, dimana data terbaru memiliki bobot yang lebih tinggi daripada data sebelumnya pada suatu set data yang tersedia. Jumlah bobot yang digunakan harus berjumlah sama dengan 1,00.

Persamaan dari metode WMA :

$$f_t = \frac{\sum W_i . X_i}{\sum W_i} \quad \text{, Dimana i = t, t-1, t-2,....., t – m + 1}$$

$$f_{t+1} = F_t \quad .....(2.7)$$

5. *Moving Average With Linear Trend*

Metode ini akan efektif jika trend linear dan faktor random error tidak besar.

Persamaan dari *Moving Average With Linear Trend* :

$$F_t = \frac{\sum X_i}{m} \quad \text{Dimana : i = t, t-1, t-2, ..., t – m + 1} \quad .....(2.8)$$

$$T_t = N\sum\left[\frac{\frac{i.X_{t-\left[\frac{m-1}{2}\right]+i}}{m}}{\left(m^2-1\right)}\right] \quad \text{.....(2.9)}$$

Dimana : N = Jumlah periode peramalan yang diinginkan

$i = (m-1)/2,\ldots,(m-1)/2$

$$f_{(t+\tau)} = F(t) + T(t)(t+\tau) \quad \text{.....(2.10)}$$

6. *Single Exponential Smoothing (SES)*

Peramalan dengan metode SES dihitung berdasarkan hasil peramalan periode terdahulu ditambah suatu penyesuaian untuk kesalahan yang terjadi pada ramalan terakhir. Dengan demikian, kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya.

Persamaan SES :

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

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

$F_{t+1} = F_t + \alpha (e_t)$ .....(2.11)

Dimana:

F_{t+1} = Nilai peramalan periode kedepan, t = 1, 2,...,t

F_t = Nilai peramalan periode ke t, t = 1, 2,...,t

α = indeks perataan, besarnya berkisar $0 < \alpha \leq 1$

e_t = Kesalahan peramalan untuk periode t

Karakteristik smoothing dikendalikan dengan menggunakan faktor smoothing yang bernilai antara 0 sampai dengan 1

Jika mendekati 1, maka :

Ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya.

Jika mendekati 0, maka :

Ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang kecil pada ramalan sebelumnya.

Dengan demikian jika diinginkan ramalan yang stabil dan variasi random dimuluskan maka diperlukan yang kecil, mendekati 0. Sebaliknya jika diinginkan respon yang cepat terhadap perubahan-perubahan pola observasi (data historis) maka diperlukan yang lebih besar, mendekati 1.

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung trend atau faktor musiman.

7. *Single Exponential Smoothing With Linear Trend*

Metode ini pada dasarnya menggunakan prinsip yang sama dengan metode SES, namun metode ini mempertimbangkan adanya unsur trend atau kecenderungan dalam deretan data. Teknik Holt memperhalus trend dan slopenya secara langsung dengan menggunakan konstanta-konstanta yang berbeda, yaitu α dan β.

Persamaan :

$$F_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(F_{t-1}) \quad \text{.....(2.12)}$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1})(1-\beta)T_{t-1} \quad \text{.....(2.13)}$$

8. *Double Exponential Smoothing*

Metode ini dapat digunakan pada data historis yang mengandung unsure trend. Persamaan berikut mewakili pengolahan data dengan unsur trend menggunakan metode double exponential smoothing.

$F_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_1$ .....(2.13)

Konstanta a_0 dan a_1 merupakan parameter proses double exponential smoothing dan ε merupakan nilai harapan pada saat a_0 dan a_1 bernilai 0. Harga-harga estimasi a_0 dan a_1 didapat melaui persamaan-persamaan berikut :

$x_t = x'_t = A_t$ ..... (2.14)

$x_t = \alpha A_t + (1-\alpha) A_{t-1}$; $x'_t = \alpha x_t + (1-\alpha) x'_{t-1}$

$a_0 = 2x_t - x'_t$; $a_t = \left\{\frac{\alpha}{(1-\alpha)}\right\}\{x_t - x'_t\}$

9. *Double Exponential Smoothing With Linear Trend*

Metode ini mirip dengan metode double exponential; satu parameter brown (metode brown). Metode ini digunakan untuk pola data yang mengandung unsur linear trend.

Persamaan yang digunakan :

$F_0 = F'_0 = A_1$;

$F_t = A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1})$ .....(2.15)

$F'_t = F_t + (1 - \alpha) F'_{t-1}$ .....(2.16)

$f_{(t+1)} = (2 + \alpha) F_t - (1 + \alpha) F'_t$ .....(2.17)

10. Adaptive Exponential Smoothing

Metode ini akan memulai dari sebuah penetapan smoothing constant (α). Dalam setiap periode, diperiksa dengan tiga nilai, yaitu : - 0.05, 0 dan + 0.05. Kemudian dihitung nilai F_t dengan absolute error yang terkecil . Nilai ini akan ditetapkan sebagai parameter smoothing yang baru.

Persamaan :

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = A_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad \text{.....(2.18)}$$

11. Linear Regression (Trend Linear Adjustment)

Regresi didefinisikan sebagai suatu hubungan antara dua variabel atau lebih. Perubahan pada salah satu variabel (independent variable) akan mempengaruhi variabel yang lain (dependent variable).

Persamaan regresi linear :

$$F_t = a + b.X \quad \text{.....(2.19)}$$

Sedangkan koefisien a dan b dihitung berdasarkan persamaan :

$$b = \frac{n\sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$a = \frac{\sum Yi}{n} - b\frac{\sum Xi}{n}$$

12. Winter's Method

Metode winter's merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung baik variasi musiman maupun

unsur trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya : unsur random (horizontal), unsur trend dan unsur musiman.

Persamaan metode winter's :

a. Inisialisasi :

$F_0 = A_1$ dan $T_0 = 0$

b. Pemulusan Eksponential :

$$F_t = \frac{\alpha . A_t}{I_{t-m} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})} \quad \text{.....(2.20)}$$

c. Estimasi Trend :

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad \text{.....(2.21)}$$

d. Estimasi Musiman :

$$I_t = \frac{\gamma A_t}{F_{t+\tau} + (1-\gamma).I_{t-m}} \quad \text{.....(2.22)}$$

e. Nilai Ramalan Periode τ mendatang :

$$F_{t+\tau} = (F_t + \tau.T_t).I_{t+\tau-m} \quad \text{.....(2.23)}$$

2.2.3 Ukuran Keakuratan Peramalan (Akurasi Peramalan)

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa parameter akurasi, yaitu :

1. MAD (Mean Absolute Deviation)

$$\text{MAD} = \frac{\sum_t |e_t|}{n} \quad \text{.....(2.24)}$$

2. MSE (Mean Square Error)

$$\text{MSE} = \frac{\sum_t (e_t)^2}{n} \quad \text{.....(2.25)}$$

3. Bias / Mean Error / Deviation

$$\text{Bias} = \frac{\sum_t e_t}{n} \quad \text{.....(2.26)}$$

4. R^2 : Multiple Correction Coefficient

$$R^2 = \frac{(1-n).MSD}{(n-1).V} \quad \text{.....(2.27)}$$

5. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{e_t}{A_t} \right|}{n} X100 \quad \text{.....(2.28)}$$

6. MPE (Mean Percentage Error)

$$\text{MPE} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{e_t}{A_t}}{n} X100 \quad \text{.....(2.29)}$$

2.2.4 Kontrol Peramalan

Peramalan dapat dimonitor dengan menggunakan *tracking signal* atau *control chart*.

Tracking signal adalah suatu ukuran yang menunjukkan bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai – nilai aktual.

$$\textit{Tracking Signal} = \frac{\sum_t e_t}{MAD} \quad \text{.....(2.30)}$$

Tracking signal yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada ramalan, sedangkan *tracking signal* yang negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil daripada ramalan.

Notasi Time Series Forecasting :

t : Periode waktu, t = 1, 2, 3, ….., n

τ : Waktu dari t

m : Periode rata – rata bergerak atau panjang perputaran seasional

n : Jumlah data waktu

α : Parameter smoothing pertama

β : Parameter trend smoothing

γ : Parameter seasional smoothing

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 : Bobot untuk periode t

I_t : Indeks seasional untuk periode t

e_t : Error (deviasi) untuk periode t, (pada QS.3 et = ft – At)

A : Rata – rata dari data aktual

V : Variasi dari data aktual untuk n periode

S : Standar deviasi

Tabel 2.1 Panduan dalam Pemilihan Metode Time Series Forecasting

METODE	POLA DATA	Horison Waktu	Jumlah Data Yang Diperlukan	
			Non Musiman	Musiman
Simple Average	ST	PDK	30	
Simple Moving Average	ST	PDK	4 – 20	
Moving Average with Linear Trend	T	PDK	4 – 20	
Weighted Moving Average	ST	PDK	4 – 20	
Exponential Smoothing	ST	PDK	2	
Single Exponential Smoothing with Linear Trend	T	PDK	3	
Double Exponential Smoothing	ST, T	PDK	3	
Double Exponential Smoothing with Linear Trend	T	PDK	3	
Simple Linear Regression	T	MNH	10	
Winter's Model	ST, T, S	MNH		2 * L

Keterangan :

Pola Data : ST = Stasioner

T = Trend

S = Seasional / Musiman

Horison Waktu : PDK = Pendek

MNH = Menengah

L = Panjang Musiman

2.3 Persediaan (*Inventory*)

Persediaan sebagai kekayaan perusahaan memiliki peranan penting dalam operasi bisnis. Dalam lingkungan manufaktur, persediaan dapat terdiri dari persediaan bahan baku, bahan pembantu, barang dalam proses (*work in process*), barang jadi dan persediaan suku cadang.

Setiap perusahaan harus dapat mempertahankan suatu jumlah persediaan yang optimum yang dapat menjamin kebutuhan bagi kelancaran kegiatan perusahaan dalam jumlah dan mutu yang tepat serta dengan biaya yang serendah-rendahnya. Untuk dapat mengatur tersedianya suatu tingkat persediaan yang optimum yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan dalam jumlah, mutu dan waktu yang tepat serta jumlah biaya yang rendah, maka diperlukan suatu sistem pengawasan persediaan.

2.3.1 Pengertian dan Peranan Persediaan

Pada dasarnya persediaan akan mempermudah atau mempelancar jalannya operasi perusahaan yang harus dilakukan secara berturut-turut untuk memproduksi barang-barang, selanjutnya mendistribusikannya pada pelanggan atau konsumen. Oleh karena itu, untuk kelancaran dalam kegiatan produksi perusahaan harus dapat menjaga persediaan yang cukup dan juga yang harus diperhatikan dalam kegiatan persediaan ini adalah masalah biaya-biaya yang harus dikeluarkan akibat adanya persediaan tersebut.

Suatu perusahaan juga harus dapat menjaga dan menyeimbangkan persediaan, sehingga persediaan tidak mengalami kelebihan ataupun kekurangan

bahan baku yang mengakibatkan timbulnya biaya-biaya yang berlebihan akibat adanya persediaan tersebut. Beberapa pengertian persediaan menurut ahli ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Menurut Rangkuti, Freddy, [RAN96], pengertian persediaan adalah :

   " *Merupakan salah satu unsur yang paling aktif dalam operasi perusahaan yang secara kontinyu diperoleh, diubah kemudian dijual kembali* "

2. Menurut Assauri, Sofyan, [ASS93], pengertian persediaan adalah :

   " *Suatu aktifa yang meliputi barang usaha milik perusahaan dengan maksud dapat dijual dalam suatu periode usaha yang normal atau persediaan barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, persediaan bahan mentah yang menunggu penggunaannya dalam suatu kegiatan produksi* "

3. Menurut Handoko, T Hani, [HAN84], pengertian persediaan adalah :

   " *Persediaan merupakan segala sesuatu atau sumber daya organisasi yang disimpan untuk mengantisipasi terhadap kebutuhan permintaan* "

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan pengertian persediaan adalah suatu barang atau bahan yang disimpan menurut cara-cara tertentu untuk mengantisipasi permintaan yang berfluktuasi.

2.3.2 Konsep Dasar Manajemen Persediaan

Persediaan merupakan asset yang sangat mahal yang dapat digantikan oleh asset yang lebih murah yang disebut informasi. Agar dapat mencapai sasaran tersebut informasi harus tepat waktu, akurat, handal dan kosisten. Jika hal ini

terjadi maka akan dapat mengurangi persediaan, mengurangi biaya dan pengiriman barang ke pelanggan lebih cepat.

Manajemen persediaan dapat menjawab pertanyaan berapa banyak persediaan yang perlu dicadangkan untuk mengatasi fluktuasi peramalan, permintaan pelanggan, dan pengiriman pemasok. Alasan utama perlunya manjemen persediaan adalah :

a. Memaksimalkan pelayanan kepada pelanggan
b. Memaksimalkan efisiensi pembelian dan produksi
c. Memaksimalkan profit
d. Meminimalkan investasi persediaan

Dengan alasan-alasan tersebut maka tingkat pengembalian persediaan *(return on inventory/ROI)* dan tingkat pengembalian asset *(return on asset/ROA)* dapat ditingkatkan. Persediaan dapat dikategorikan menjadi lima tipe dasar :

a. Bahan baku

   Bahan baku mencakup semua komponen dan bahan langsung yang dibeli untuk menghasilkan produk akhir

b. Barang setengah jadi

   Merupakan persediaan dalam proses yang nantinya akan dirakit menjadi produk akhir

c. Barang jadi

   Merupakan persediaan yang siap dikirim ke pusat distribusi, pengecer, distributor, atau langsung ke pelanggan

d. Persediaan distribusi

Persediaan distribusi disimpan pada titik atau lokasi sedekat mungkin dengan pelanggan

e. Barang pemeliharaan, perbaikan, dan operasi *(MRO Supplies)*

Persediaan ini berbiaya rendah termasuk alat tulis kantor serta barang-barang untuk operasional dan pelayanan

Secara teoritis persediaan dibagi menjadi dua komponen :

a. Persediaan berputar

Terdiri dari komponen-komponen paling aktif yang terdapat dalam persediaan (bergerak paling cepat)

b. Persediaan pengaman (barang jadi), digunakan untuk melindungi dari fluktuasi permintaan dan pasokan. Dalam jadwal induk produksi, persediaan pengaman dipertahankan untuk melindungi dari kesalahan peramalan

Persediaan timbul disebabkan oleh tidak sinkronnya permintaan dengan penyediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan bahan baku dan waktu proses diperlukan persediaan. Terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan, yaitu :

a. Waktu

Faktor waktu menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang jadi sampai kepada konsumen

b. Ketidakpastian waktu datang

Faktor ini menyebabkan perusahaan memerlukan persediaan agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen

c. Faktor ketidakpastian penggunaan dalam pabrik

Faktor ini disebabkan oleh kesalahan dalam peramalan permintaan, kerusakan mesin, keterlambatan operasi, bahan cacat, dan berbagai kondisi lainnya

d. Faktor ekonomis

Faktor ini disebabkan karena adanya keinginan perusahaan untuk mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah yang paling ekonomis

2.3.3 Fungsi Persediaan

1. *Fungsi Decoupling*

Fungsi yang memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan langsung tanpa tergantung pada *supplier*.

2. *Fungsi Economic Lot Sizing*

Suatu fungsi dimana melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi atau membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya per-unit.

3. *Fungsi Antisipasi*

   Suatu fungsi yang dilakukan untuk menghadapi adanya unsur ketidakpastian, baik dalam hal permintaan konsumen, pasokan dari *supplier* maupun jangka waktu pemesanan atau pengiriman.

2.3.4 Biaya-biaya Persediaan

Untuk pengambilan keputusan penentuan besarnya jumlah persediaan, biaya-biaya variabel yang harus diperhatikan [YAM96] :

1. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost* atau *Carrying Cost*)

   Adalah biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan. Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas bahan yang dipesan semakin banyak atau rata-rata persediaan semakin tinggi. Biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan adalah :

   - Biaya fasilitas penyimpanan (Listrik, AC, dsb)
   - Biaya modal (*Opportunity Cost of Capital*) yaitu alternatif pendapatan atas dana yang diinvestasikan dalam persediaan.
   - Biaya Keuangan
   - Biaya perhitungan fisik
   - Biaya Asuransi persediaan
   - Biaya pencurian, kerusakan atau perampokan
   - Biaya penanganan persediaan dan sebagainya

2. Biaya Pemesanan atau Pembelian (*Ordering Cost* atau *Procurement Cost*)

   Biaya-biaya ini meliputi :

   - Proses pemesanan dan biaya ekspedisi
   - Pengeluaran surat menyurat
   - Biaya pemeriksaan (inspeksi) penerimaan
   - Biaya hutang lancar dan sebagainya

3. Biaya Penyiapan (*Manufacturing* atau *Set-up Cost*)

   Biaya ini terjadi apabila bahan-bahan tidak dibeli, tetapi diproduksi sendiri "dalam pabrik" perusahaan, biaya-biaya ini terdiri :

   - Biaya mesin mengganggur
   - Biaya persiapan tenaga kerja langsung
   - Biaya penjadwalan

4. Biaya Kehabisan atau Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

   Biaya yang timbul apabila persediaan di gudang tidak dapat mencukupi permintaan bahan. Biaya-biaya yang termasuk biaya kekurangan bahan adalah sebagai berikut :

   - Kehilangan penjualan
   - Kehilangan langganan
   - Biaya pemesanan khusus
   - Biaya ekspedisi
   - Selisih harga
   - Terganggunya operasi
   - Tambahan pengeluaran manajerial dan sebagainya

Biaya kekurangan bahan dalam praktik pada perusahaan sulit diukur terutama karena kenyataannya biaya ini serig merupakan opportunity cost yang sulit diperkirakan secara objektif.

2.3.5 Pengendalian Persediaan

2.3.5.1 Pengertian Pengendalian Persediaan

Salah satu fungsi manajerial yang sangat penting adalah pengendalian persediaan. Apabila perusahaan terlalu banyak menanamkan modalnya dalam persediaan, hal ini akan menyebabkan biaya penyimpanan yang besar. Demikian pula apabila perusahaan tidak mempunyai persediaan yang cukup, dapat mengakibatkan biaya-biaya dari terjadinya kekurangan bahan (*Stock Out Cost*).

Pengertian pengendalian persediaan menurut beberapa ahli ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Menurut Assauri, Sofyan, [ASS93], definisi pengendalian persediaan adalah :

   " *Pengendalian persediaan adalah suatu kegiatan untuk menentukan tingkat dan komposisi dari parts, bagian, bahan baku dan barang hasil produk, sehingga perusahaan dapat melindungi kelancaran produksinya dan penjualan serta kebutuhan bahan pembelanjaan perusahaan dengan efektif dan efisien* "

2. Menurut Handoko, T Hani, [HAN84] definisi pengendalian persediaan adalah:

   " *Pengendalian persediaan adalah serangkaian kebijaksanaan dan sistem pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga kapan persediaan harus diisi, dan berapa banyaknya pesanan harus dilakukan* "

Dari penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengertian dari pengendalian persediaan adalah suatu usaha untuk memonitoring dan menentukan tingkat komposisi bahan yang optimum dalam rangka menunjang kelancaran dan efektifitas serta efesiensi dalam kegiatan proses produksi.

2.3.5.2 Fungsi dan Tujuan Pengendalian Persediaan

Efesiensi operasional suatu organisasi dapat ditingkatkan karena berbagai fungsi penting persediaan. Yang harus diingat bahwa persediaan adalah sekumpulan produk fisik pada berbagai tahap proses transformasi dari bahan mentah ke barang dalam proses dan kemudian menjadi barang jadi.

Adapun fungsi dengan adanya pengendalian bahan baku pada perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh barang atau bahan-bahan, yaitu menetapkan prosedur untuk memperoleh suatu suplai yang cukup dari bahan atau barang yang diperlukan baik kualitas maupun kuantitas.
2. Menyimpan dan memelihara bahan-bahan dalam persediaan yaitu mengadakan suatu sistem penyimpanan untuk bahan-bahan yang telah dimasukkan dalam persediaan.
3. Pengeluaran bahan dengan cepat pada saat serta tempat yang dibutuhkan.
4. Meminimalkan investasi dalam bentuk atau barang serta mempertahankan persediaan dalam jumlah yang optimum setiap saat.



Menurut Sofyan Assauri [ASS93], tujuan dari pengendalian persediaan bahan adalah :

1. Menjaga jangan sampai perusahaan kehabisan persediaan sehingga dapat mengakibatkan terhentinya kegiatan perusahaan.
2. Menjaga supaya pembentukan persediaan oleh perusahaan tidak terlalu besar atau berlebihan, sehingga biaya yang timbul dari persediaan tidak terlalu besar.
3. Menjaga supaya pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari karena ini akan berakibat biaya pemesanan menjadi besar.

Dari keterangan diatas dapatlah dinyatakan bahwa tujuan pengawasan persediaan untuk memperoleh kualitas dan jumlah yang tepat dari bahan-bahan / barang-barang yang tesedia pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya-biaya minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan. Dengan kata lain pengawasan persediaan untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan biaya persediaan dapat diminimalkan. Untuk mencapai tujuan pengendalian persediaan diatas, maka manajemen perusahaan dalam hal ini bagian pengawasan persediaan harus dapat melaksanakan manajemen dengan baik, sehingga kelangsungan perusahaan dapat berjalan dengan baik.

Adapun beberapa tugas yang penting yang harus dilakukan oleh pengawas persediaan untuk tetap dapat menjaga hal tersebut diatas adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis dan jumlah barang-barang yang harus dibeli untuk persediaan.
2. Menentukan bilamana pesanan harus dilakukan.
3. Meminta pada bagian pembelian untuk membeli barang-barang / bahan-bahan yang sudah ditentukan untuk persediaan.
4. Memeriksa apakah barang-barang yang diterima sesuai dengan jumlah dan spesifikasi barang yang telah dipesan dan jika sesuai lalu menyimpan dan memelihara barang-barang tersebut sebagai persediaan dalam gudang.
5. Mengadakan pengecekan barang-barang mana yang cepat habis dan mana yang lambat habis.
6. Mengadakan pencatatan secara administratif mengenai jenis, jumlah dan nilai-nilai persediaan.
7. Mengadakan pemeriksaan secara langsung keadaan fisik atau barang-barang / bahan-bahan dan administrasi persediaan dalam gudang.
8. Menganalisa keadaan persediaan untuk dapat menentukan persediaan yang optimum dengan memperhatikan jumlah persediaan yang minimum, jumlah pesanan yang ekonomis, titik pemesanan kembali dan jumlah pemesanan maksimum.

2.3.6 Model Persediaan

Dalam masalah persediaan ada beberapa model persediaan yang perlu diperhatikan, agar penyelesaian bisa tepat dan sesuai dengan parameter-parameter yang digunakan untuk merumuskan suatu masalah. Secara umum model persediaan dibagi menjadi dua, menurut Richard J. Tersine [TER94], yaitu:

1. Model Deterministik

   Model ini menganggap semua parameter-parameter telah diketahui dengan pasti. Pada model ini, pembelian bahan tidak terlepas dari manajemen persediaan. Dengan tujuan pokok untuk mencari biaya yang optimal dalam pengadaan persediaan bahan baku untuk kegiatan produksinya.

2. Model Stokastik (*Probabilistic*)

   Model ini menganggap semua parameter tersebut mempunyai nilai-nilai yang tidak pasti dan satu atau lebih parameternya merupakan variabel acak (*random*).

Secara rinci masalah persediaan dapat ditinjau dari dua segi, yaitu segi frekuensi pemesanan bahan yang dilakukan dan dari segi jumlah kebutuhan bahan pada waktu yang akan datang. Sedangkan ditinjau dari pemesanan masalah persediaan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pemesanan yang dilakukan hanya satu kali (statis) dan pemesanan yang dilakukan berulang kali (dinamis). Sedangkan jika ditinjau dari segi jumlah kebutuhan bahan pada waktu yang akan datang, masalah persediaan dapat diketahui dengan pasti atau tidak dapat diketahui sama sekali.

Berdasarkan kedua tinjauan tersebut, model-model persediaan dapat dibagi menjadi [STA96] :

1. Model persediaan statis dengan resiko (*Static Inventory Problem Under Risk*)
2. Model persediaan statis dengan ketidakpastian (*Static Inventory Problem Under Uncertainty*)
3. Model persediaan statis dengan kepastian (*Static Inventory Problem Under Certainty*)
4. Model persediaan dinamis dengan kepastian (*Dynamic Inventory Problem Under Certainty*)
5. Model persediaan dinamis dengan resiko (*Dynamic Inventory Problem Under Risk*)
6. Model persediaan dinamis dengan ketidakpastian (*Dynamic Inventory Problem Under Uncertainty*)

Suatu persoalan persediaan yang bersifat statis dan kebutuhannya pada waktu yang akan datang dapat diketahui dengan pasti, maka persoalan persediaan ini tidak memerlukan pengendalian.

2.3.6.1 Model Deterministik

Economic Order Quantity (EOQ) dengan model deterministik ini merupakan model persediaan yang paling sederhana. EOQ merupakan salah satu teknik kontrol persediaan paling tua dan banyak dikenal. Teknik ini dikemukakan oleh Ford W. Harris sekitar tahun 1915. Tujuan model ini adalah untuk

menentukan ukuran pemesanan yang ekonomis yang dapat meminimasi biaya atau ongkos total persediaan. Asumsi yang digunakan adalah : [TER94]

- Permintaan (*demand*) diketahui bersifat konstan.
- *Lead time* diketahui dan konstan.
- *Quantity discount* tidak dimungkinkan.
- Variabel biaya yang diketahui hanyalah biaya pesan dan biaya simpan dan bersifat konstan (tetap)
- *Stock Out* (kehabisan persediaan) sedapat mungkin dihindari.

Kuantitas persediaan yang optimal menggambarkan kondisi yang berlawanan antara biaya simpan dan biaya pesan pada saat ukuran berubah, suatu unit akan bertambah pada saat unit biaya yang lain berkurang. Sebagai contoh, jika ukuran order kecil, maka rata-rata inventorinya akan rendah, sebagai akibat dari biaya simpan yang rendah.

Ukuran pemesanan yang kecil akan mengharuskan kita untuk melakukan pemesanan yang lebih sering dan selanjutnya akan meningkatkan niaya pesan tahunan. Sebaliknya biaya pesan dapat diturunkan dengan kualitas pesan yang besar pada interval yang sama. Hal ini akan berakibat rata-rata ineventorinya tinggi.

Biaya simpan tahunan dihitung dengan mengalikan jumlah rata-rata inventori (*on hand*) dengan biaya simpan perunit pertahun. Rata-rata inventori secara sederhana dihitung sebanyak setengah kali kuantitas pesanan. Banyaknya

inventori berkurang secara terus menerus dari Q unit hingga 0, sehingga rata-ratanya menjadi :

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

H mewakili rata-rata biaya simpan per tahun, maka :

$$\text{Biaya simpan tahunan} = \left[\frac{Q}{2}\right]H \quad \text{.....(2.31)}$$

Hal tersebut mengakibatkan semakin besar kuantitas inventorinya, biaya simpannya juga akan semakin meningkat.

D adalah permintaan pertahun dan Q adalah kuantitas pesanan, maka secara umum frekuensi pemesanan pertahun didapat dari D/Q, sehingga biaya pesan pertama didapat dari perhitungan :

$$\text{Biaya pesan per tahun} = \left[\frac{D}{Q}\right]S \quad \text{.....(2.32)}$$

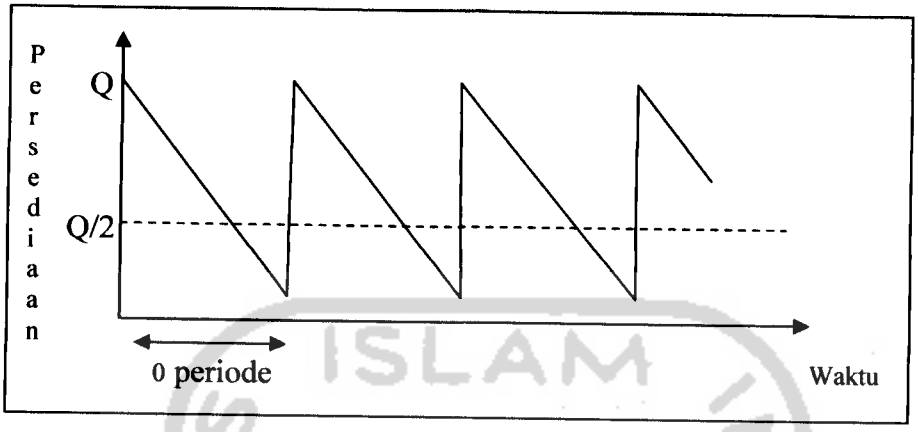
Karena frekuensi pemesanan perhanun D/Q, berkurang sejalan dengan penambahan Q. Biaya tahunan akan berbanding terbalik dengan ukuran pesanan.

Total biaya tahunan saat Q unit adalah sebesar :

$$TC = \textit{Annual Holding Cost} + \textit{Annual Ordering Cost}$$

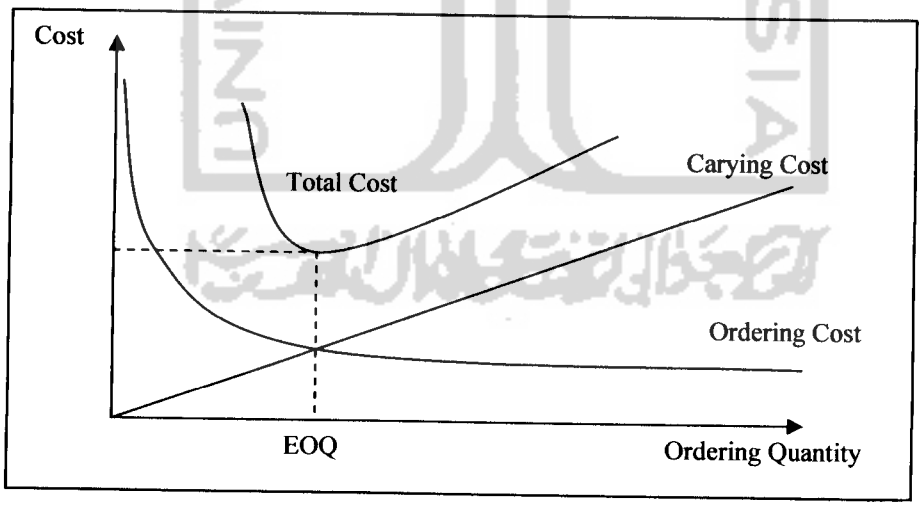
$$= \left[\frac{Q}{2}\right]H + \left[\frac{D}{Q}\right]S \quad \text{.....(2.33)}$$

Model persediaan sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Grafik Siklus Persediaan Sederhana

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



Gambar 2.3 Kurva Biaya Inventory

Berdasarkan gambar diatas, menyatakan bahwa kurva biaya total berbentuk huruf U dan biaya total tersebut akan mencaai nilai minimum pada saat biaya pesan sama dengan biaya simpan. Titik minimal kurva total biaya dapat dicari dengan derivasi TC terhadap Q.

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \frac{QH}{2}\frac{\partial}{\partial Q} + \frac{DS}{Q}\frac{\partial}{\partial Q}$$

$$\frac{H}{2} = \frac{DS}{Q^2} \text{ sehingga } Q^2 = \frac{2DS}{H} \quad \text{.....(2.34)}$$

Dengan demikian tingkat kuantitas pesan optimal (Q_0) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{EOQ} = Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad \text{.....(2.35)}$$

Dimana :

Q = Kuantitas Pemesanan Optimal

D = Jumlah kebutuhan dalam satu tahun

S = Biaya pemesanan untuk satu kali pesan

H = Biaya simpan tiap unit produk

Minimum total biaya dapat dihitung dengan mensubstitusikan variabel Q dengan nilai Q_0 dalam persamaan total biaya.

Panjang interval pemesanan didapat dari persamaan :

Panjang interval pemesanan = Q_0 / D

Frekuensi pemesanan per tahun = D / Q_0

2.3.6.2 Model Probabilistik

Dalam perkembangannya masalah pengendalian persediaan dengan menggunakan model inventori *Economi Order Quantity* (EOQ) dirasa kurang tepat dengan masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Hal ini karena edanya batasan-batasan yang diberlakukan dalam model EOQ tersebut.

Suatu model dikatakan probabilistik bila salah satu dari permintaan (*demand*) atau waktu tunggu (*lead time*) atau bahkan keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti. Suatu hal yang harus dipertimbangkan dalam model probabilistik ini adalah kemungkinan terjadinya kehabisan persediaan (*stock out*). Masalah kehabisan persediaan ini timbul karena naiknya tingkat pemakaian persediaan yang tidak diharapkan ataupun waktu penerimaan bahan yang lebih lama dari lead time yang telah ditentukan.

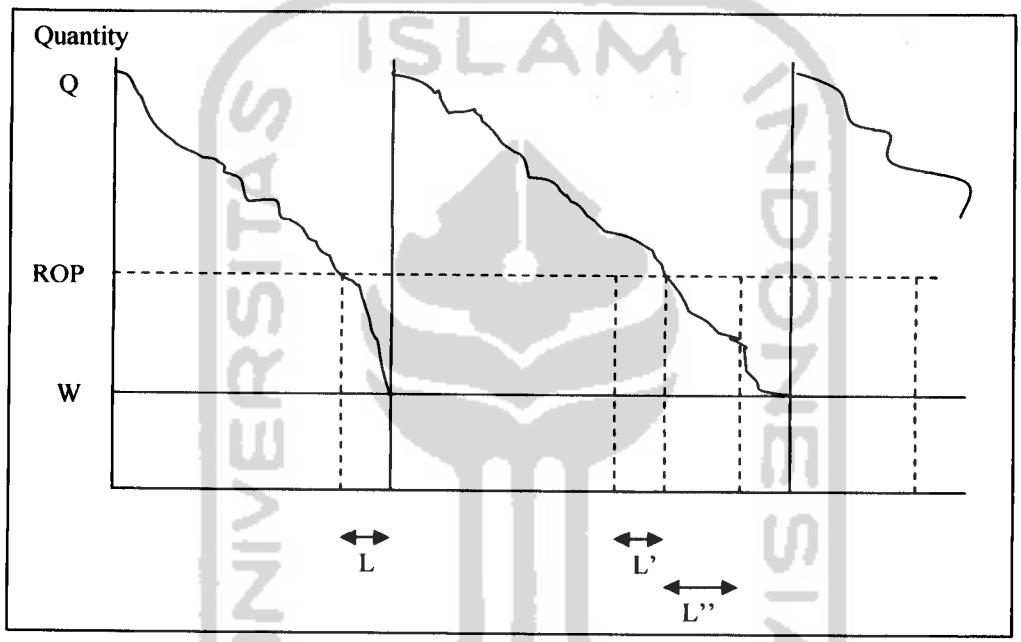
Untuk menghindari hal tersebut, maka diadakan suatu persediaan pengaman (*safety stock*) yang bertujuan untuk melindungi atau menjaga agar tidak terjadi kekurangan persediaan. Dalam model ini hal pokok yang perlu diketahui adalah analisis terhadap perilaku persediaan selama lead time. *Reorder point* adalah saat dimana pesanan harus dibuat, yang mana diharapkan dari kegiatan tersebut adalah pesanan datang sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Karena pada kondisi ini, lead time dan demand bersifat probabilistik maka ada tiga kemungkinan yang terjadi dalam persediaan probabilistik, yaitu: [STA81]

1. Demand atau tingkat permintaan tetap namun lead time atau periode waktu datangnya pesanan berubah-ubah ata tidak menentu.

2. Lead time atau periode datangnya pesanan tetap namun demand atau permintaan berubah-ubah atau tidak tetap.
3. Baik demand atau lead time berubah-ubah atau tidak tetap.

Ketiga macam kemungkinan tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 2.4 Grafik Model Persediaan Probabilistik

Keterangan :

Q = Kuantitas Pemesanan Optimal

W = Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

L = Waktu menunggu datangnya pesanan (*Lead Time*)

L' = Pesanan datang lebih awal dari yang direncanakan

L'' = Pesanan datang lebih lama dari yang direncanakan

A. Pengendalian Persediaan dengan Sistem FOQ

Sistem ini bisa disebut dengan sistem Q, adalah suatu sistem persediaan dengan jumlah pemesanan tetap, sedangkan jarak waktu pemesanan berubah-ubah, sehingga sistem ini bisa dinamakan *Fixed Order Quantity* (FOQ).

Tujuan pengendalian persediaan dengan sistem Q ini adalah untuk menentukan jumlah pesanan yang paling optimal dengan biaya minimal dan menentukan titik pemesanan kembali (*reorder point*). Dalam sistem ini pesanan dilakukan bila jumlah persediaan telah menurun sampai titik tertentu. Jumlah tertentu inilah yang menjadi indikasi bagi pemesanan dan dinamakan titik pemesanan kembali. Jumlah persediaan yang menjadi titik pemesanan kembali adalah suatu jumlah yang cukup untuk memeuhi kebutuhan selama lead time dan memperhitungkan kebutuhan yang berfluktuasi selama lead time.

Dengan demikian dalam sistem Q secara keseluruhan ditentukan oleh dua parameter yaitu Q (jumlah pesanan) dan ROP (titik pemesanan kembali). Nilai Q (jumlah pesanan) dapat ditetapkan dengan nilai EOQ. Tetapi pemggunaan rumus EOQ untuk sistem Q adalah suatu penaksiran. Sedangkan nilai dari ROP dapat didasarkan atas biaya kehabisan stock menjadi agak rumit. Oleh karena itu kemungkinan kehabisan stock biasanya digunakan sebagai dasar untuk menentukan titik pemesanan kembali.

Ciri-ciri sistem Q (FOQ) dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Salah satu baik demand atau lead time adalah berubah-ubah (bervariasi).
2. Memerlukan perencanaan dan ketelitian lebih tinggi dari sistem yang lain.

3. Memerlukan persediaan pengaman yang tidak terlalu besar, sehingga biaya yang dikeluarkan rendah.
4. Kemungkinan akan terjadi kekurangan persediaan lebih kecil.

Jika kebutuhan dalam satu tahu sebesar D, jumlah pemesanan optimal adalah Q dan ongkos pesan setiap kali pesan sebesar S, maka ongkos pesanan dalam satu tahun adalah :

$$= \left(\frac{D}{Q}\right)S \quad \text{.....(2.36)}$$

Sedangkan ongkos penyimpanan rata-rata per tahun adalah :

$$= \left(\frac{Q}{2}\right)H \quad \text{.....(2.37)}$$

Dimana H = biaya simpan per tahun

Sehingga total ongkos persediaan adalah penjumlahan dari biaya pesan per tahun dan biaya simpan per yahun, dengan mengikuti persamaan berikut :

$$TC = \left(\frac{D}{Q}\right)S + \left(\frac{Q}{2}\right)H \quad \text{.....(2.38)}$$

B. Model Persediaan *Probabilistic Continuous Review*, kasus *Back Order*

Merupakan sistem pengendalian dimana jumlah pemesanan yang tetap dengan jarak waktu yang berubah-ubah. Tingkat persediaan selalu dipantau dan pemesanan akan dilakukan jika telah mencapai reorder level. *Reorder level* adalah suatu jumlah yang cukup untuk melayani kebutuhan selama lead time. Sehingga

analisa dalam model ini adalah untuk menentukan jumlah pesanan (Q) dan reorder levelnya (R) yang dapat menghasilkan total biaya inventori yang minimum.

Sedangkan fungsi untuk mencari nilai absolute permintaan saat lead time adalah :

$$f(x) = \int_0^{\infty} g(x,t)l(t)dt \qquad \text{.....(2.39)}$$

Terdapat tiga komponen biaya dalam total biaya inventori, yaitu total biaya pemesanan, total biaya simpan dan total biaya kekurangan persediaan. Perhitungan yang digunakan untuk menentukan komponen-komponen biaya ini adalah sebagai berikut :

1. Biaya Pemesanan

Jika biaya pemesanan tiap kali adalah A dan frekuensi pemesanan per tahunnya adalah N = D / Q, maka total biaya pemesanan per tahun adalah :

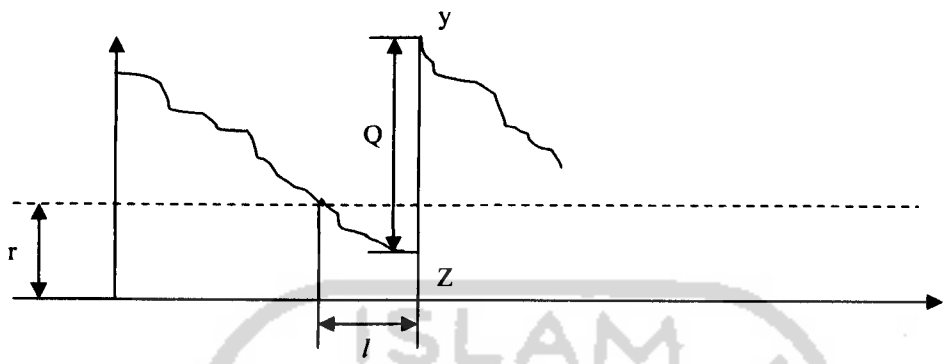
$$\text{Total biaya pesan per tahun} = A\frac{D}{Q} \qquad \text{.....(2.40)}$$

2. Biaya Simpan

Total rata-rata biaya simpan = Biaya simpan per unit per periode x rata-rata persediaan

$$= h \times l \qquad \text{.....(2.41)}$$

Dimana *l* adalah rata-rata selisih inventori setiap siklus yang digambarkan :



Gambar 2.5 Siklus Inventori

Level Z terjadi sesaat sebelum pesanan datang, dan level y terjadi hanya ketika pesanan datang, sehingga rata-rata inventori yang terjadi yaitu :

$$\bar{l} = E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\} - E\{z\}) \quad \text{.....(2.42)}$$

Ketika pesanan dilakukan saat r dan permintaan yang terjadi saat lead time adalah *l*, dari r sampai z, maka yang terjadi yaitu :

$$E\{z\} = \int_0^{\infty}(r - x)f(x)dx = r - E\{x\} \quad \text{.....(2.43)}$$

Dan ketika pesanan datang, maka level inventori naik sebesar Q, sehingga yang terjadi yaitu :

$$E\{y\} = E\{z\} + Q = r - E\{x\} + Q \quad \text{.....(2.44)}$$

Sehingga didapatkan nilai $\bar{l}$ yaitu :

$$\bar{l} = E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\} - E\{z\}) = \frac{Q}{2} + r - E\{x\} \quad \text{.....(2.45)}$$

Bila E{x} atau permintaan saat leadtime disimbolkan dengan D*l* maka diperoleh :

$$\bar{l} = \frac{Q}{2} + r - Dl \quad \text{.....(2.46)}$$

3. Biaya Backorder

Pada saat terjadinya kekurangan persediaan, mka jumlah kekurangan persediaannya sebesar S(x) = 0, jika x ≤ r dan S(x) = x – r, jika x > r.

Sedangkan besarnya ekspektasi jumlah kekurangan yaitu :

$$\overline{S}(x) = \int_0^\infty S(x) f(x) dx = \int_0^\infty (x-r) f(x) dx \quad \text{.....(2.47)}$$

Apabila dalam setahun terdapat N siklus, maka elspektasi kekurangan persediaan per tahun adalah :

$$\overline{S}(x)(N) = \frac{\overline{S}(x) D}{Q} \quad \text{.....(2.48)}$$

Sehingga didapatkan total biaya inventorinya yaitu :

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - Dl\right) + \frac{\pi D}{Q}\overline{S}(x) \quad \text{.....(2.49)}$$

Sedangkan untuk mendapatkan Q dan r yang optimal, dilakukan dengan menyelesaikan persamaan berikut :

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial Q} = \frac{-AD}{Q^2} + \frac{h}{2} - \frac{\pi D \overline{S}(x)}{Q^2} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \overline{S}(x))}{h}} \quad \text{.....(2.50)}$$

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial r} = h - \frac{\pi D}{Q}\int_0^\infty f(x) dx = 0$$

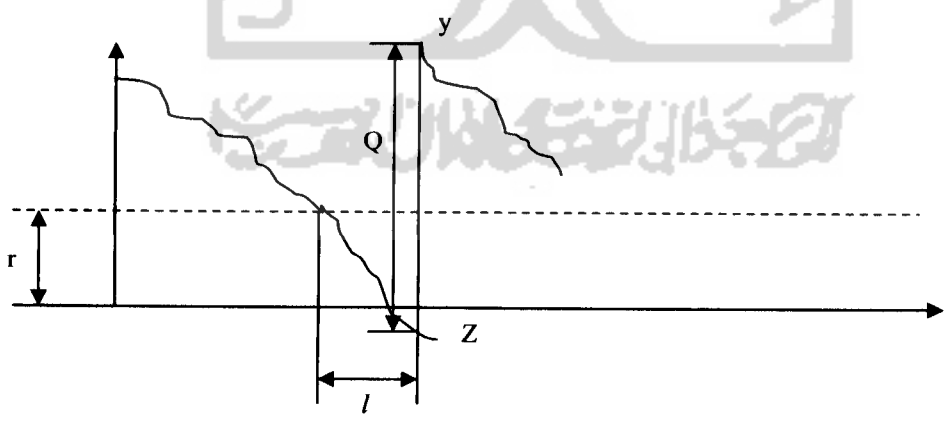
$$\int f(x) dx = \frac{hQ^*}{\pi D} \quad \text{.....(2.51)}$$

Persamaan di atas menggambarkan hubungan antara reorder level dengan parameter biaya. Apabila π sangat lebih besar daripada h, maka akan lebih baik menyimpan banyak inventori daripada menanggung terjadinya resiko kehabisan persediaan.

C. Model Persediaan *Probabilistic Continuous Review*, kasus *Lost Sales*

Terdapat perbedaan antara kasus lost sales dan back order yaitu :

1. Pada kasus back order biaya kehabisan persediaan tidak termasuk biaya kerugian karena tidak mendapat profit, dimana semua permintaan dapat dipenuhi. Sedangkan kasus lost sales termasuk biaya kerugian karena tidak mendapatkan profit.
2. Dampak dari kehabisan pada kasus lost sales harus dimasukkan dalam pembangunan model pencarian level inventori (l) yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6 Siklus Inventori dengan Stockout

Sehingga didapatkan rata-rata inventori :

$$\bar{I} = E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\} - E\{z\}) \quad \text{.....(2.52)}$$

Dengan $E\{z\} = \int_0^r (r-x) f(x) dx$

Perbedaan E{z} dalam kasus ini dengan kasus backorder yaitu apabila permintaan saat leadtime melebihi reorder level, maka kelebihan permintaan ini akan dianggap hilang (lost sales), sehingga tingkat persediaan tidak mungkin berharga negatif, sehingga didapatkan :

$$E\{z\}\int_0^\infty (r-x) f(x) dx + \int_0^\infty (r-x) f(x) dx = r - E(x) + \bar{S}(x) \quad \text{.....(2.53)}$$

Dimana : $E\{x\} = Dl$ dan $E\{y\} = E\{z\} + Q = r - E\{x\} + \bar{S}(x) + Q$

Sehingga didapatkan : $\bar{I} = r - Dl + \bar{S}(x) + \frac{Q}{2}$ .....(2.54)

Jadi total biaya inventori :

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}(x)\right) + \frac{\pi D}{Q}\bar{S}(x) \quad \text{.....(2.55)}$$

Kemudian setelah persamaan diats diturunkan, maka didapatkan :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(A + \pi\bar{S}(x)}{h}} \quad \text{.....(2.56)}$$

$$\int_0^\infty f(x) dx = \frac{hQ^*}{hQ^* + \pi D}$$

Sedangkan pencarian Q* dan r dilakukan secara iteratif juga seperti kasus backorder dimana perbedaan hanya pada penentuan reorder levelnya. Pada analisis umum, pada kasus lost sales reorder level cenderung besar dibandingkan

dengan kasus backorder, sehingga safety stock-nya juga akan cenderung lebih besar. Hal ini akan menyebabkan $\overline{S}(x)$ cenderung lebih kecil daripada reorder level-nya, sehingga Q* dalam kasus lost sales juga cenderung kecil.

D. Pengendalian Persediaan dengan Sitem FOI

Sistem pengendalian *Fixed Order Interval* (FOI) atau yang disebut dengan sistem P adalah suatu sistem pengendalian persediaan yang mana pemesanan dilakukan pada suatu waktu tertentu dimana jarak antara waktu dua pemesanan adalah tetap. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk meredam fluktuasi permintaan selama lead time, tetapi juga untuk seluruh konsumsi persediaan.

Sistem P berfungsi dalam suatu cara yang sangat berbeda dengan sistem Q karena tidak memiliki titik pemesanan kembali tetapi merupakan target persediaan, tidak memiliki kuantitas pemesanan ekonomis, karena kuantitas bervariasi sesuai dengan permintaan dan interval pemesanan adalah tetap, bukannya kuantitas pesanan. Sehingga dalam sistem ini membutuhkan persediaan pengaman yang lebih besar.

Beberapa keuntungan dari sistem P ini adalah :

1. Tidak memerlukan perencanaan dan ketelitian yang tinggi.
2. Persediaan pengaman harus lebih besar jumlahnya.

Kemungkinan akan terjadinya kekurangan persediaan lebih besar daripada sistem Q. Jumlah persediaan hanya memerlukan evaluasi secara periodik yaitu

menentukan jumlah pemesanan serta menentukan berapa banyak pesanan yang dibutuhkan.

Pada model ini total biaya inventori berasal dari penjumlahan total biaya review, total biaya pemesanan, total biaya simpan dan total biaya kehabisan persediaan (*lost sales*). Sedangkan perhitungan total biaya inventori model ini yaitu :

1. Biaya Review dan Biaya Pesan (Biaya Pengadaan per periode)

Review dilakukan setiap T, sehingga akan terjadi 1/T review per tahun. Apabila permintaan datang secara kontinyu, maka pesanan dilakukan setiap kali review dibuat, sehingga total biaya review dan biaya simpan :

Biaya pengadaan = (V + A) / T .....(2.57)

2. Biaya Simpan

Ekspektasi level inventori pada saat akhir sebuah periode siklus adalah :

$$E(z) = \int_0^{\infty}(R-x)g(x,l+T)dx + \int_0^{\infty}(x-R)g(x,l+T)dx$$

$$= R\int_0^{\infty}g(x,l+T)dx - \int_0^{\infty}xg(x,l+T)dt + \int_0^{\infty}(x-R)g(x,l+T)$$

$$= R - E(x,l+T) + \overline{S}(R,T)$$

$$= R - D(l+T) + \overline{S}(R,T) \quad \text{.....(2.58)}$$

Dimana $\overline{S}(R,T)$ adalah lost sales per periode

Ekspektasi level on hand inventori saat awal periode adalah :

E(y) = E(z) + DT .....(2.59)

Sedangkan level rata-rata inventori yaitu :

$$l = E(z) + \frac{1}{2}\left((E(y) - E(z)\right)$$

$$l = R - Dl - \frac{1}{2}DT + \overline{S}(R,T) \qquad \text{.....(2.60)}$$

Sehingga total biaya simpan yang terjadi yaitu :

$$hl = h\left[R - Dl - \frac{1}{2}DT + \overline{S}(R,T)\right] \qquad \text{.....(2.61)}$$

3. Biaya Kehabisan Persediaan

Kehabisan persediaan terjadi pada saat permintaan melebihi level inventori, maka :

$$\overline{S}(R,T) = \int_{R}^{\infty}(x - R)g(x, l+T)dx \qquad \text{.....(2.62)}$$

Sehingga total biaya kehabisan persediaan tiap tahun :

$$\frac{\pi\overline{S}(R,T)}{T} \qquad \text{.....(2.63)}$$

Jadi berdasarkan ketiga jenis biaya diatas, dapat dirumuskan total biaya inventorinya, yaitu :

$$TC(R,T) = \frac{(V+A)}{T} + h\left[R - Dl - \frac{1}{2}DT + \overline{S}(R,T)\right] + \frac{\pi\overline{S}(R,T)}{T} \qquad \text{.....(2.64)}$$

Sedangkan nilai R optimal dapat diketahui T, maka dapat dicari dengan membuat :

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

Sehingga didapatkan $\frac{\partial TC(R,T)}{\partial T} = h + \left(h + \frac{\pi}{T}\right)\frac{\partial}{\partial R}\overline{S}(R,T) = 0$, dalam daerah :

$$\int_0^{\infty} g(x, l+T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} \quad \text{.....(2.65)}$$

Pencarian solusi dilakukan secara iteratif, yaitu dengan melakukan setting awal nilai T dan menghitung nilai R dan nilai T yang telah di setting.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian merupakan rangkaian kegiatan ilmiah dalam rangka pemecahan suatu masalah. Hasil penelitian tidak pernah dimaksudkan sebagai suatu pemecahan masalah langsung bagi permasalahan yang dihadapi, karena penelitian merupakan bagian saja dari usaha pemecahan masalah yang lebih besar. Teori-teori yang sudah ada merupakan pijakan untuk melakukan penelitian yang lebih benar. Dan hasil penelitian-penelitian yang sudah ada merupakan bahan kajian untuk melangkah lebih lanjut dan lebih mendalam.

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Amalia Surya Cemerlang yang terletak di daerah Klaten, Jawa Tengah. Perusahaan ini merupakan perusahaan milik perseorangan yang bergerak dalam bidang furniture. Pemilihan perusahaan ini dengan pertimbangan bahwa :

1. Permasalahan yang diangkat sangat relevan dengan kondisi perusahaan.
2. Merupakan studi kasus yang harus dipecahkan sehingga hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang sesuai dengan keinginan perusahaan.

3.2 Data Yang Dikumpulkan

Berdasarkan jenisnya maka data yang diperlukan adalah data kuantitatif sedangkan berdasarkan sumbernya data yang diperlukan adalah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

   Data primer yaitu data yang diperoleh langsung melalui pengamatan dan pencatatan yang dilakukan di perusahaan. Adapun data yang diperlukan dan relevan dengan penelitian yang dilakukan adalah :

   a. Data Umum Perusahaan

      Data umum perusahaan ini berisi tentang gambaran umum perusahaan mulai dari sejarah singkat perusahaan, struktur organisasi sampai pada proses produksi.

   b. Data Khusus Perusahaan

      Data khusus yang dibutuhkan meliputi :

      a) Data pemakaian kebutuhan bahan baku selama periode tertentu
      b) Data biaya pemesanan bahan baku
      c) Data biaya penyimpanan
      d) Data biaya kekurangan bahan baku
      e) Data-data penunjang lainnya seperti biaya harga bahan baku dan pembelian bahan baku

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang pengumpulannya tidak dilakukan oleh peneliti sendiri. Untuk dapat memperoleh data sekunder dilakukan dengan cara tinjauan pustaka, yaitu perolehan data dari buku-buku maupun catatan-catatan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Lapangan

Merupakan pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap obyek yang akan diteliti. Data tersebut dapat diperoleh dengan cara :

a. Observasi

Pengumpulan data dengan cara pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti, termasuk mengumpulkan data dari arsip-arsip perusahaan.

b. Wawancara

Pengumpulan data dengan cara tanya jawab yang dilakukan secara sistematis terhadap orang-orang yang berkompeten di perusahaan tersebut.

2. Studi Kepustakaan

Yaitu dengan mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang dihadapi.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1. Uji Kenormalan Data

Langkah awal yang dilakukan yaitu menghitung nilai rata-rata (mean) dengan rumus :

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

Selanjutnya menghitung standar deviasi dengan persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{N-1}}$$

Dilanjutkan dengan uji kenormalan data dengan menggunakan metode Kolmogorof-Smirnov dengan langkah sebagai berikut :

a. Penentuan Hipotesis

b. Menentukan nilai D+ dan D-

c. Menentukan nilai Zx, Fx, dan Sx dengan rumus sebagai berikut :

$$Zx = \frac{(x - \bar{x})}{s}$$

Fx = P (Z < Zx) dengan melihat tabel normal

$$Sx = \frac{f_{kx}}{n}$$

d. Menentukan harga D tabel

e. Menentukan apakah hipotesis diterima atau ditolak.

3.4.2. Peramalan

Peramalan pemakaian bahan baku dengan pengolahan sebagai berikut :

1. Melakukan plotting data pemakaian bahan baku untuk mengetahui pola data dan metode peramalan yang sesuai.
2. Pemilihan metode peramalan dengan memperhatikan pola data dengan menggunakan software WinQSB.
3. Menentukan metode peramalan terbaik berdasarkan kesalahan terkecil, yaitu yang mempunyai nilai MSE terkecil dan nilai errornya ± 4.

3.4.3. Menghitung Performansi Sistem

Untuk menghitung performansi sistem dilakukan dengan model sistem Q dan model sistem P. Kemudian dari kedua metode ini akan dilakukan pembandingan dengan kebijakan dari perusahaan.

a. Model Persediaan Probabilistik Continuous Review (Sistem Q)

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh biaya yang minimal dengan metode ini meliputi :

1. Tentukan $\overline{S}(x) = 0$, kemudian dihitung $Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$
2. Gunakan persamaan $\int_r^x f(x)dx = r_1 = \frac{hQ^*}{\pi D}$ untuk menentukan nilai r_1 dalam hubungannya dengan Q
3. Hitung r_1 dengan memasukkan nilai Q_1 pada persamaan

4. Gunakan persamaan berikut untuk mendapatkan nilai ekspektasi probabilitas kekurangan $\overline{S}(x)$

$$\overline{S}(x) = \int_0^x S(x) f(x) = \int_r^\infty (x - r) f(x) dx$$

5. Masukkan nilai $\overline{S}(x)$ ke dalam persamaan berikut untuk memperoleh nilai Q*

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D\left[A + \pi \overline{S}(x)\right]}{h}}$$

6. Ulangi iterasi tersebut sampai diperoleh nilai Q* dan R* yang optimal
7. Hitung nilai cost tahunan dengan persamaan :

$$TC(Q,R) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - DLT\right) + \frac{\pi D}{Q}\overline{S}(x) + pD$$

Penentuan harga TC dilakukan secara iteratif setelah dilakukan perhitungan item-item sebelumnya, karena perhitungan TC membutuhkan input item-item diatas. TC yang mempunyai nilai minimum akan dipilih dan menjadi dasar untuk pemilihan jumlah Q dan R yang optimal.

Dimana :

p = harga per unit bahan baku

D = jumlah permintaan selama satu tahun

A = biaya pesan per sekali pesan

h = biaya simpan per unit

Q = jumlah pesanan optimal (unit)

b. Model Persediaan Probabilistik Periodic Review (Sistem P)

Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh biaya yang minimal dengan menggunakan metode ini meliputi :

1. Penentuan harga T

   Penentuan harga T dilakukan secara acak. Iterasi dimulai dari nilai T sama dengan satu dan selanjutnya bertambah terus dengan tingkat penambahan satu sehingga dapat dihitung α, Z_α, R dan besarnya total biaya ekspektasi. Iterasi dilakukan sampai didapatkan total biaya yang minimal.

2. Perhitungan R

$$\frac{R^* - \mu}{\delta} = Z(\alpha)$$

Dimana $\alpha = \int_0^R g(x,1+T) = \frac{\pi}{\pi + hT}$

3. Perhitungan S(R,T)

$$S(R,T) = \int_R^\infty (x-R)g(x,1+T)dx = \delta\phi(z) - [(R-\mu)(1-\Phi(z)))]$$

Dimana, $\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times eks\left(-\frac{1}{2}(z)^2\right)$

4. Perhitungan TC

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

Penentuan harga TC dilakukan secara iteratif setelah dilakukan perhitungan item-item sebelumnya, karena perhitungan TC membutuhkan

input item-item diatas. TC yang mempunyai nilai minimum akan dipilih dan menjadi dasar untuk pemilihan jumlah R dan waktu T yang optimal.

Dimana :

D	=	jumlah permintaan selama satu tahun
A	=	biaya pesan per sekali pesan
h	=	biaya simpan per unit
Q	=	jumlah pesanan optimal (unit)
p	=	harga beli
π	=	biaya kekurangan
l	=	waktu tenggang (lead time)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1.1 Profil Perusahaan

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur khususnya furniture. Perusahaan ini menghasilkan dan memasarkan barang yang berupa meja, kursi, lemari dan bifet. PT. Amalia Surya Cemerlang didirikan pada tanggal 7 Juni 2001 oleh Bapak Agus Hariyanto sebagai direktur dan Bapak Yohanes Kurniawan sebagai komisaris sekaligus sebagai agen yang mempunyai jaringan perdagangan multinasional. Di awal pendirian PT. Amalia Surya Cemerlang melibatkan tenaga kerja sebanyak 20 orang yang terdiri dari 5 tenaga *staff* dan 15 tenaga terampil. Hingga saat ini PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki tenaga kerja mencapai 123 orang.

PT. Amalia Surya Cemerlang merupakan perusahaan furniture yang bertipe *make to stock* (MTS) dimana sistem perencanaan produksi dilakukan setelah ada permintaan. Hasil produksi PT. Amalia Surya Cemerlang dipasarkan hingga ke negara-negara di Eropa, Amerika, Australia dan Singapura.

PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki beberapa rekanan bisnis dalam menyediakan bahan baku, baik bahan baku utama maupun bahan baku penolong. Mitra bisnis PT. Amalia Surya Cemerlang untuk pengadaan bahan baku utama berupa kayu Jati berasal dari Jepara dan dari Klaten itu sendiri.

4.1.1.2 Data Umum Tenaga Kerja

PT. Amalia Surya Cemerlang memiliki tenaga kerja 105 orang yang terdiri dari 24 tenaga ahli / staff, 72 tenaga harian (tenaga terampil), 7 satpam dan 2 sopir. PT. Amalia Surya Cemerlang memberlakukan jam kerja bagi karyawan dengan jumlah enam hari kerja efektif dalam seminggu, yaitu Senin-Sabtu. Pengaturan jam kerja karyawan yang berlaku pada PT. Amalia Surya Cemerlang adalah sebagai berikut:

1. Hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu adalah :
   a. Mulai masuk : Pukul 08.00 – 12.00
   b. Istirahat : Pukul 12.00 - 13.00
   c. Kerja kembali : Pukul 13.00 - 16.00
2. Hari Jumat adalah :
   a. Mulai masuk : Pukul 08.00 - 11.30
   b. Istirahat : Pukul 11.30 - 13.00
   c. Kerja kembali : Pukul 13.00 - 16.30

4.1.1.3 Proses Produksi

Semua produk yang dihasilkan oleh PT. Amalia Surya Cemerlang pada dasarnya memiliki proses produksi yang sama. Perbedaannya hanya pada pemolaan atau pendesainan bentuk dari produk. Urutan proses produksinya sebagai berikut :

1. Unit Pembahanan

   Pada unit ini, papan kayu besar mengalami proses *grade* yaitu dipisahkan

antara papan untuk produk *unfinish atau finishing*, maksudnya disini produk *unfinish* adalah produk yang tidak mengalami proses *finishing* (pewarnaan dsb). Untuk ketiga produk yang menjadi objek penelitian termasuk dalam produk *finishing*. Setelah dipisahkan maka papan dimasukkan ke dalam oven dengan tujuan pengeringan sebesar 15%. Papan yang siap diolah lalu dibentuk menjadi komponen dengan menggunakan mesin-mesin, mulai dari diukur, dipotong dan dihaluskan sesuai dengan kebutuhan dalam *Bill Of Material* (BOM) sebuah unit produk.

2. Unit Perakitan *(Assembling)*

   Setelah semua komponen dalam satu unit produk selesai dibentuk, maka selanjutnya komponen-komponen tersebut akan dirakit. Pada tahap perakitan ini dilakukan secara manual dengan tenaga manusia dengan bantuan obeng, tanggem, pahat dan tang. Bahan pendukung seperti lem juga dibutuhkan dalam proses ini.

3. Unit Pengamplasan *(Sanding)*

   Setelah komponen-komponen dirakit, kemudian dilakukan pengamplasan / penghalusan yang tujuannya memperoleh permukaan kayu yang halus.

4. Unit Finishing

   Pada unit ini dilakukan proses pewarnaan dan pengeringan. Pada unit ini juga dilakukan pengecekan produk, apakah produk sudah sesuai dengan bentuk yang diinginkan, dan juga dilakukan pengecekan terhadap komponen-komponen produk, misalnya ada komponen yang kayunya berlubang, maka perlu dilakukan penambalan.

5 Unit Pengepakan *(Packing)*

Setelah produk jadi dan dinyatakan lulus kontrol, maka barang siap dibungkus *(packing)* dengan menggunakan karton dan siap untuk dimasukkan dalam *container*. Pengepakan barang dilakukan dengan tujuan untuk melindungi produk terhadap gesekan yang mungkin terjadi ketika dalam perjalanan sehingga tidak menimbulkan produk cacat, serta untuk mempermudah penyusunan di dalam *container* sehingga jumlah barang dapat dihitung dan disesuaikan dengan kapasitas *container*.

4.1.1.4 Data Stasiun Kerja dan Proses yang dikerjakan

Tabel 4.1 Data Stasiun Kerja dan Proses

No. SK	Stasiun Kerja	Proses
1	M. Cyrcle	Membelah kayu yang telah dipotong menjadi kayu batangan dengan ukuran tertentu
2	M. Radial	Memotong kayu sesuai dengan ukuran yang diinginkan
3	M. Thicknesser	Menyerut permukaan agar mendapatkan ukuran ketebalan yang diinginkan
4	M. Planner	Mendapatkan potongan kayu yang benar-benar siku
5	M. Serut	Menghaluskan permukaan kayu
6	M. Mortiser	Membuat lobang tempat pen
7	M. Jointer	Menyerut permukaan komponen menjadi siku/tegak lurus
8	M. Bor	Membuat lobang pada pasak, mengikat posisi antar bagian agar tidak mudah goyah
9	Perakitan	Merakit komponen-komponen yang sudah siap rakit
10	M. Sanding	Memperhalus permukaan kayu yang luas
11	Finishing	Pewarnaan dan pengeringan produk serta pengecekan akhir
12	Packing	Pengepakan produk dengan karton dan siap untuk masuk *container*

Sumber : PT. Amalia Surya Cemerlang

4.1.2 Data-data yang Dibutuhkan

4.1.2.1 Data Pemakaian Bahan Baku

Merupakan data-data historis dari periode yang telah lalu yang akan digunakan sebagai input data dalam peramalan pemakaian bahan baku kayu pada periode yang akan datang. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data pemakaian bahan baku kayu selama 12 bulan (48 minggu) terakhir, yaitu periode Juli 2005 sampai dengan Juni 2006. Data-data tersebut diperoleh dari bagian gudang bahan baku PT. Amalia Surya Cemerlang. Adapun data pemakaian bahan baku kayu ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Data Pemakaian Bahan Baku Kayu Jati (dalam satuan M^3)

Periode		Persediaan Awal	Pembelian Kayu	Jumlah	Pemakaian Kayu	Persediaan Akhir
JULI 2005	I	5	30	35	33	2
	II	2	35	37	30	7
	III	7	30	37	33	4
	IV	4	25	29	21	8
AGUSTUS	I	8	25	33	29	4
	II	4	35	39	32	7
	III	7	20	27	22	5
	IV	5	35	40	32	8
SEPTEMBER	I	8	25	33	29	4
	II	4	35	39	33	6
	III	6	25	31	27	4
	IV	4	30	34	30	4
OKTOBER	I	4	30	34	27	7
	II	7	25	32	27	5
	III	5	25	30	23	7
	IV	7	25	32	27	5
NOVEMBER	I	5	30	35	29	6
	II	6	30	36	28	8
	III	8	30	38	33	5
	IV	5	30	35	26	9
DESEMBER	I	9	20	29	21	8
	II	8	25	33	30	3
	III	3	35	38	32	6
	IV	6	25	31	25	6

JANUARI 2006	I	6	20	26	20	6
	II	6	20	26	20	6
	III	6	20	26	22	4
	IV	4	30	34	28	6
FEBRUARI	I	6	25	31	23	8
	II	8	25	33	30	3
	III	3	30	33	29	4
	IV	4	30	34	28	6
MARET	I	6	25	31	24	7
	II	7	20	27	20	7
	III	7	20	27	20	7
	IV	7	25	32	26	6
APRIL	I	6	25	31	25	6
	II	6	25	31	26	5
	III	5	25	30	25	5
	IV	5	25	30	29	1
MEI	I	1	40	41	30	11
	II	11	20	31	27	4
	III	4	30	34	29	5
	IV	5	20	25	20	5
JUNI	I	5	30	35	33	2
	II	2	35	37	31	6
	III	6	30	36	31	5
	IV	5	25	30	26	4
Jumlah		268	1300	1568	1301	267
Rata - Rata		5.58	27.08	32.67	27.10	5.56

Sumber : Bagian Administrasi Gudang PT. Amalia Surya Cemerlang

Dari data diatas dapat diketahui bahwa rata-rata pemakaian bahan baku kayu dan standar deviasi selama periode Juli 2005 sampai dengan Juni 2006 adalah :

Rata-rata pemakaian Bahan Baku $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Xi}{N} = \frac{1301}{48} = 27{,}1$ M^3/minggu

Standar Deviasi (S) $= \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{782{,}48}{48-1}} = 4{,}08$

Waktu tenggang (*Lead Time*) adalah jarak waktu antara pemesanan bahan baku dengan kedatangan bahan baku. Pada PT. Amalia Surya Cemerlang *lead time* yang telah ditentukan dari pihak perusahaan dan supplier adalah selama 5 hari.

4.1.2.2 Data-Data Variabel Biaya

1. Biaya Pembelian

   Biaya pembelian bahan baku kayu jati adalah sebesar Rp. 4.500.000,00 / M^3

2. Biaya Pesan

   Biaya-biaya yang timbul untuk pemesanan bahan baku per sekali pesan :

   a. Biaya Telepon dan Fax ke supplier / pesan : Rp. 10.000,00

   b. Biaya pengiriman / pesan : Rp. 1.500.000,00

   Total biaya pesan : Rp. 1.510.000,00

3. Biaya Simpan

   Biaya penyimpanan bahan baku kayu merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk merawat, menyimpan dan menjaga bahan baku didalam gudang. Adapun biaya simpan bahan baku rata-rata per bulan meliputi :

   a. Biaya Pemeliharaan : Rp. 350.000,00

   b. Biaya Administrasi Gudang : Rp. 75.000,00

   c. Biaya Listrik : Rp 600.000,00

   d. Biaya 3 orang Tenaga Kerja @ Rp. 450.000 : Rp. 1.350.000,00

   Total biaya simpan : Rp. 2.325.000,00

dan D-

at Tabel

Nilai Z
-1.74
-1.74
-1.74
-1.74
-1.74
-1.50
-1.50
-1.25
-1.25
-1.00
-1.00
-0.76
-0.51
-0.51
-0.51
-0.27
-0.27
-0.27
-0.27
-0.02
-0.02
0.02
-0.02
-0.02
0.22
0.22
0.22
0.47
0.47
0.47
0.47
0.47

Di PT. Amalia Surya Cemerlang gudang tempat penyimpanan bahan baku kayu jati dapat menampung kurang lebih sebesar 80 M^3 kayu, sehingga besarnya biaya simpan kayu jati per M^3 dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Biaya Simpan / satuan ukuran} = \frac{\text{Total Biaya Penyimpanan}}{\text{Kapasitas Gudang}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 2.325.000,00}{80\ M^3}$$

$$= \text{Rp. } 29.062,50 / M^3 / \text{bulan}$$

$$= \text{Rp. } 7.265,63 / M^3 / \text{minggu}$$

4. Biaya Kekurangan Bahan Baku

Biaya ini timbul akibat dari persediaan yang tidak dapat mencukupi dari jumlah yang diperlukan. Perusahaan menetapkan bahwa biaya yang timbul akibat kekurangan bahan baku yaitu sebesar 5 % dari harga bahan baku kayu jati per M^3. Sehingga besarnya biaya kekurangan bahan baku per M^3 adalah :

$$= 5\ \% \times \text{Rp. } 4.500.000,00$$

$$= \text{Rp. } 225.000,00 / M^3$$

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Uji Normalitas Data (Kolmogorov – Smirnov)

Mean ($\bar{x}$) Pemakaian Bahan Baku = 27,10

Standar Deviasi (S) = 4,08

29	1	33	0.47	0.6875	0.6808	0.0067	-0.0141
30	1	34	0.71	0.7083	0.7611	-0.0528	-0.0736
30	1	35	0.71	0.7292	0.7611	-0.0319	-0.0528
30	1	36	0.71	0.7500	0.7611	-0.0111	-0.0319
30	1	37	0.71	0.7708	0.7611	0.0097	-0.0111
30	1	38	0.71	0.7917	0.7611	0.0306	0.0097
31	1	39	0.96	0.8125	0.8315	-0.0190	-0.0398
31	1	40	0.96	0.8333	0.8315	0.0018	-0.0190
32	1	41	1.20	0.8542	0.8849	-0.0307	-0.0516
32	1	42	1.20	0.8750	0.8849	-0.0099	-0.0307
32	1	43	1.20	0.8958	0.8849	0.0109	-0.0099
33	1	44	1.45	0.9167	0.9265	-0.0098	-0.0307
33	1	45	1.45	0.9375	0.9265	0.0110	-0.0098
33	1	46	1.45	0.9583	0.9265	0.0318	0.0110
33	1	47	1.45	0.9792	0.9265	0.0527	0.0318
33	1	48	1.45	1.0000	0.9265	0.0735	0.0527

Maks D + = 0,0819

Maks D - = 0,0611

D Maks = |D+ ; D-| = 0,0819

Hipotesis :

H_0 : Data pemakaian bahan baku kayu jati berdistribusi normal

H_1 : Data pemakaian bahan baku kayu jati tidak berdistribusi normal

Tingkat Sigifikansi :

$\alpha = 0.05$; n = 48 ; D tabel = $\frac{1,36}{\sqrt{48}} = 0,1963$

Daerah Kritis :

Jika Dmaks ≤ Dtabel maka H_0 diterima

Jika Dmaks ≥ Dtabel maka H_0 ditolak

Statistik Uji :

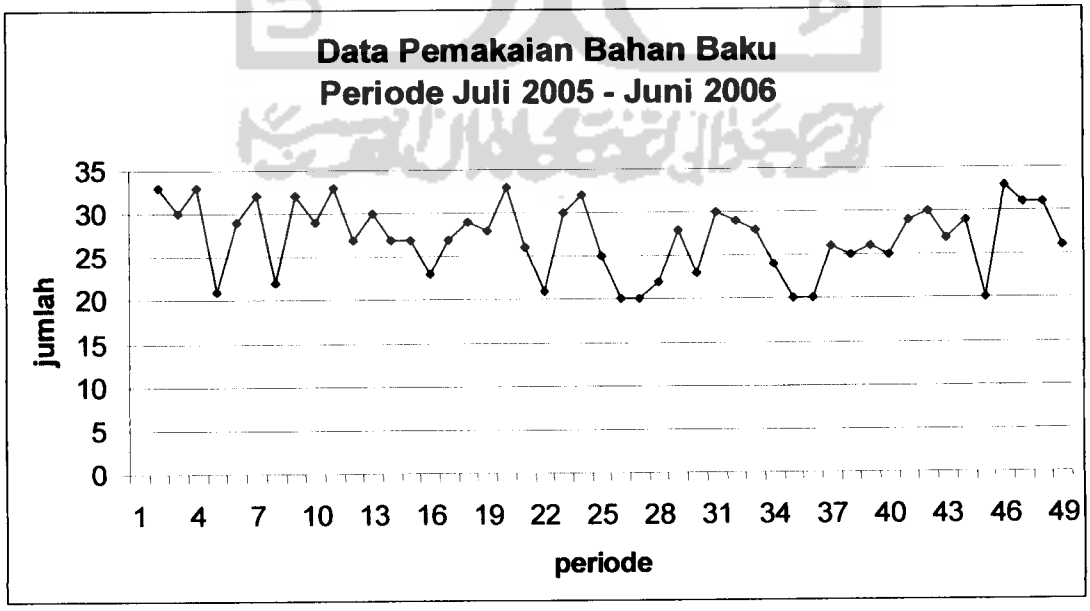
D maks = 0,0819

Kesimpulan :

Dmaks ≤ Dtabcl (0,0819 < 0,1963), maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa data pemakaian bahan baku kayu jati berdistribusi normal.

4.2.2 Peramalan Pemakaian Bahan Baku

Setelah data pemakaian bahan baku diketahui berdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan peramalan terhadap pemakaian bahan baku untuk 12 bulan (48 minggu) ke depan. Peramalan ini dilakukan dengan menggunakan data-data pemakaian bahan baku pada periode yang lalu. Data-data tersebut kemudian diplotkan dalam bentuk grafik sehingga dapat diketahui pola data yang terjadi dan menjadi dasar dalam menentukan metode peramalan yang akan dipakai. Hasil plot data dari pemakaian bahan baku periode yang lalu dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Plot Data Pemakaian Bahan Baku

Setelah data diplotkan dalam bentuk grafik dapat diketahui bahwa data mengikuti pola data horizontal/stasioner. Sehingga berdasarkan pola tesebut maka alternatif metode peramalan yang digunakan yaitu *Simple Average* (SA), *Moving Average* (MA), *Weighted Moving Average* (WMA), *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Winter's Model* (HWA).

Setelah melakukan peramalan dengan metode-metode di atas dengan bantuan software WinQSB, langkah selanjutnya adalah menentukan hasil peramalan dengan memilih metode yang terbaik untuk setiap produk. Parameter akurasi untuk memilih metode terbaik yaitu dengan menggunakan kriteria *Mean Absolut Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Tracking Signal* (TS). Suatu metode dianggap lebih baik dari metode yang lain jika metode tersebut memiliki nilai MSE dan MAD paling kecil, serta nilai TS-nya berada dalam range ± 4. Hasil pengolahannya ditunjukkan pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.4 Akurasi Peramalan Pemakaian Bahan Baku

	SA	MA	WMA	SES	DES	HWA
MAD	3.373254	4.191489	4.191489	3.46592	3.49905	3.6797
MSE	18.17361	27.76596	27.76596	17.9961	18.2713	18.8925
Trk. Signal	-17.1904	-1.670051	-1.670051	-7.176	-6.7791	5.81723

Metode Terbaik Terpilih : **Weighted Moving Average (WMA)**

Hasil peramalan yang dilakukan diharapkan mendekati permintaan aktual, namun tetap saja setiap permintaan yang dilakukan mengandung nilai kesalahan (*error*) untuk itu perlu dilakukan kontrol peramalan dengan menggunakan peta

kendali kontrol kesalahan peramalan. Pengendalian kesalahan menggunakan tingkat kepercayaan 99%.

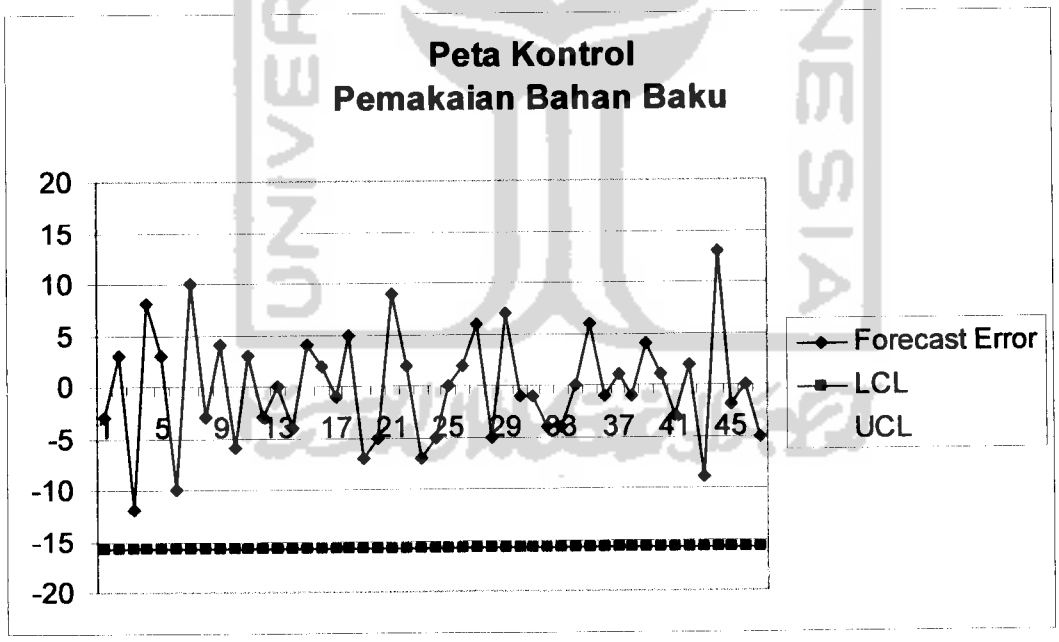
Peta Kontrol

$s = \sqrt{MSE}$; dimana UCL / LCL = 0 ± z.s

digunakan z = 3, maka 99% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali.

Tabel 4.5 Nilai UCL dan LCL Pemakaian Bahan Baku

Metode Terbaik	*Weighted Moving Average (WMA)*	
CL 99 %	S	5.26934
	LCL	-15.80802
	UCL	15.80802



Gambar 4.3 Peta Kontrol Pemakaian Bahan Baku

Ternyata dari metode terpilih dari tiap produknya, menunjukkan bahwa kesalahan masih berada dalam batas kontrol. Dari hasil bantuan software WinQSB

maka dapat diketahui hasil peramalan pemakaian bahan baku untuk 12 bulan (48 minggu) ke depan. Besarnya pemakaian bahan baku kayu jati untuk 48 minggu ke depan adalah 26 M^3 / minggunya, dengan total kebutuhan selama satu tahun sebesar 1248 M^3.

4.2.3 Perhitungan Biaya Total Kebijaksanaan Perusahaan

1. Biaya Pembelian Bahan Baku

   Berdasarkan hasil peramalan diperoleh hasil pemakaian bahan baku kayu jati untuk satu tahun (48 minggu) ke depan yaitu sebesar 1248 M^3. Sehingga total biaya pembelian bahan baku kayu jati per tahun sebesar :

   1248 M^3 x Rp. 4.500.000,00 = Rp. 5.616.000.000,00 / tahun

2. Biaya Pesan

   Setiap bulannya perusahaan melakukan dua kali pemesanan atau dua minggu sekali. Dimana biaya sekali pesan adalah Rp. 1.510.000,00. Sehingga total biaya pesan per tahun adalah :

   Rp. 1.510.000,00 x 24 = Rp. 36.240.000,00 / tahun

3. Biaya Simpan

   Biaya simpan rata-rata per bulan adalah Rp. 2.325.000,00. Sehingga total biaya simpan per tahun sebesar :

   Rp. 2.325.000,00 x 12 = Rp. 27.900.000,00 / tahun

4. Biaya Kekurangan Bahan Baku

Perusahaan menetapkan biaya kerugian akibat kekurangan bahan baku sebesar 5 % dari harga bahan baku per M^3 yaitu sebesar Rp. 225.000,00 / M^3. Namun pada saat penelitian dilakukan perusahaan tidak pernah mengalami kekurangan bahan baku sehingga biaya kekurangan kekurangan bahan baku adalah Rp. 0,00.

Sehingga total biaya pengadaan bahan baku kayu jati selama satu tahun adalah sebesar :

= Biaya Pembelian bahan baku + Biaya Pemesanan + Biaya Simpan + Biaya kekurangan bahan baku

= Rp. 5.616.000.000,00 + Rp. 36.240.000,00 + Rp. 27.900.000,00

= Rp. 5.680.140.000,00

4.2.4 Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan menggunakan Sistem Q

Pada langkah awal dicari nilai Q_1 dengan rumus $\sqrt{\frac{2AD}{h}}$. Pada iterasi pertama penentuan nilai Q belum mempertimbangkan faktor $\overline{S}(x)$ atau jumlah hilangnya persediaan. Namun mulai iterasi kedua dan seterusnya nilai $\overline{S}(x)$ berpengaruh terhadap harga Q_2 yang didapatkan dengan rumus

$Q_2 = \sqrt{\frac{2D(A+\pi\overline{S}(x))}{h}}$, iterasi ini dilakukan hingga mencapai nilai Q dan r yang hampir sama, sehingga menghasilkan total biaya persediaan yang minimum.

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan, dapat diketahui :

Harga bahan baku	(p)	= Rp. 4.500.000,00
Kebutuhan total selama 1 tahun	(D)	= 1248 M^3
Kebutuhan rata-rata per bulan	($\overline{D}$)	= 104 M^3
Biaya pesan per sekali pesan	(A)	= Rp. 1.510.000,00
Biaya Simpan	(h)	= Rp. 29.062,50 / M^3 / bulan
Biaya kekurangan bahan baku	(π)	= Rp. 225.000,00
Leadtime (waktu tenggang)	(Lt)	= 5 hari = 0,2083 bulan

Langkah pertama adalah mencari *Leadtime Demand* (Dl) :

$$Dl = \overline{D} \times Lt$$

$$= 104\ M^3 \text{ x } 0{,}2083 \text{ bulan}$$

$$= 21{,}66\ M^3 \approx 22\ M^3$$

Kemudian mencari ekspektasi jumlah kekurangan per siklus $\overline{S}(x)$, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\overline{S}(x) = \int_0^{\infty} \overline{S}(x) f(x) dx$$

$$= \int_r^{22} (x-r)\frac{1}{22} dx$$

$$= \int_r^{22} \frac{(x-r)}{22} dx$$

$$= \left[\frac{\frac{1}{2}x^2 - rx}{22} \right]_r^{22} = \left[\frac{22^2 - 44r}{44} \right] \left[\frac{r^2 - 2r^2}{44} \right]$$

$$\bar{S}(x) = \frac{r^2}{44} - r + 11$$

Mencari *Reorder level* (r) dengan cara :

$$\int_0^{\infty} f(x)dx = \frac{hQ}{\pi D}$$

$$\int_r^{22} \frac{1}{22} dx = \frac{\text{Rp. } 2.325.000\, Q^*}{\text{Rp. } 225.000 \times 1248}$$

$$\left[\frac{x}{22} \right]_r^{22} = \frac{\text{Rp. } 2.325.000\, Q^*}{\text{Rp. } 280.800.000}$$

$$1 - \frac{r}{22} = \frac{\text{Rp. } 2.325.000\, Q^*}{\text{Rp. } 280.800.000}$$

$$\frac{r}{22} = \frac{\text{Rp. } 280.800.000 - \text{Rp. } 2.325.000\, Q^*}{\text{Rp. } 280.800.000}$$

$$r = \frac{6.177.600.000 - 51.150.000 Q^*}{280.800.000}$$

$$r = 22 - 0{,}1822 Q^*$$

Sehingga didapatkan pesanan tiap siklus Q*, yaitu :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \bar{S}(x))}{h}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 1248 M^3 (\text{Rp.} 1.510.000 + \text{Rp.} 225.000 \bar{S}(x))}{\text{Rp. } 2.325.000}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{\text{Rp.}3{,}76896 \times 10^9 + \text{Rp.}5{,}616 \times 10^8\, \bar{S}(x))}{\text{Rp.}2.325.000}}\ \text{M}^3$$

$$Q^* = \sqrt{1.621{,}06 + 241{,}55\, \bar{S}(x)}\ \text{M}^3$$

Selanjutnya untuk mendapatkan Q dan r yang dapat mencukupi kebutuhan diperoleh dengan langkah-langkah iterasi sebagai berikut :

Iterasi 1

Untuk pertama kali ditetapkan $\bar{S}(x) = 0$, maka besarnya *order quantity* adalah :

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DA}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1248 M^3 \times \text{Rp.}1.510.000}{\text{Rp.}2.325.000}}$$

$$= \sqrt{\frac{\text{Rp.}3.768.960.000}{\text{Rp.}2.325.000}}\ \text{M}^3$$

$$= \sqrt{1621{,}06} \quad = 40{,}26\ \text{M}^3$$

Besarnya *Reorder Level*, yaitu :

$$r_1 = 22\text{M}^3 - 0{,}1822 Q_1$$

$$= 22\ \text{M}^3 - (0{,}1822 \times 40{,}26\ \text{M}^3)$$

$$= 14{,}66\ \text{M}^3$$

Sehingga diperoleh *total cost* sebesar :

$$TC = \frac{AD}{Q_1} + h\left(\frac{Q_1}{2} + r_1 - Dl\right) + \frac{\pi D}{Q_1}\bar{S}(x) + pD$$

$$= \frac{1.510.000 \times 1248}{40{,}26} + 2.325.000\left(\frac{40{,}26}{2} + 14{,}66 - 22\right) +$$

$$\frac{225.000 \times 1248}{40{,}26} \times 0 + (4.500.000 \times 1248)$$

= Rp. 46.807.749,63 + Rp. 29.736.750,00 + Rp. 0,00 +

Rp. 5.616.000.000,00

= Rp. 5.692.544.499,63

Iterasi 2

Besarnya ekspektasi kekurangan persediaan, yaitu :

$$\bar{S}_1(x) = \frac{r_1^{\,2}}{44} - r_1 + 11$$

$$\bar{S}_1(x) = \frac{14{,}66^2}{44} - 14{,}66 + 11$$

$$\bar{S}_1(x) = 1{,}22 \text{ M}^3$$

Besarnya *order quantity* adalah :

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi\bar{S}_1(x))}{h}}$$

$$Q_2 = \sqrt{1.621{,}06 + 241{,}55\,(1{,}22)}$$

$$Q_2 = \sqrt{1.621{,}06 + 294{,}69}$$

$$Q_2 = \sqrt{1915{,}75} = 43{,}77 \text{ M}^3$$

Besarnya *order quantity* adalah :

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \bar{S}_2(x))}{h}}$$

$$Q_3 = \sqrt{1.621{,}06 + 241{,}55\,(1{,}45)}$$

$$Q_3 = \sqrt{1.621{,}06 + 350{,}25}$$

$$Q_3 = \sqrt{1971{,}31} = 44{,}4\,\mathrm{M}^3$$

Besarnya *Reorder Level*, yaitu :

$$r_3 = 22\mathrm{M}^3 - 0{,}1822Q_3$$

$$= 22\ \mathrm{M}^3 - (0{,}1822 \times 44{,}4\ \mathrm{M}^3)$$

$$= 13{,}91\ \mathrm{M}^3$$

Sehingga diperoleh *total cost* sebesar :

$$TC = \frac{AD}{Q_3} + h\left(\frac{Q_3}{2} + r_3 - Dl\right) + \frac{\pi D}{Q_3}\bar{S}_2(x) + pD$$

$$= \frac{1.510.000 \times 1248}{44{,}4} + 2.325.000\left(\frac{44{,}4}{2} + 13{,}91 - 22\right) +$$

$$\left(\frac{225.000 \times 1248}{44{,}4} \times 1{,}45\right) + (4.500.000 \times 1248)$$

= Rp. 42.443.243,24 + Rp. 32.805.750,00 + Rp. 9.170.270,27 +

Rp. 5.616.000.000,00

= Rp. 5.700.419.263,51

Iterasi 4

Besarnya ekspektasi kekurangan persediaan, yaitu :

$$\overline{S}_3(x) = \frac{r_3^{\,2}}{44} - r_3 + 11$$

$$\overline{S}_3(x) = \frac{13{,}91^2}{44} - 13{,}91 + 11$$

$$\overline{S}_3(x) = 1{,}49 \text{ M}^3$$

Besarnya *order quantity* adalah :

$$Q_4 = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \overline{S}_3(x))}{h}}$$

$$Q_4 = \sqrt{1.621{,}06 + 241{,}55\,(1{,}49)}$$

$$Q_4 = \sqrt{1.621{,}06 + 359{,}91}$$

$$Q_4 = \sqrt{1.980{,}97} = 44{,}51 \text{ M}^3$$

Besarnya *Reorder Level*, yaitu :

$r_4 = 22\text{M}^3 - 0{,}1822 Q_4$

$= 22 \text{ M}^3 - (0{,}1822 \text{ x } 44{,}51 \text{ M}^3)$

$= 13{,}89 \text{ M}^3$

Besarnya *Reorder Level*, yaitu :

$r_5 = 22\text{M}^3 - 0{,}1822Q_5$

$= 22\ \text{M}^3 - (0{,}1822 \times 44{,}51\ \text{M}^3)$

$= 13{,}89\ \text{M}^3$

Sehingga diperoleh *total cost* sebesar :

$$TC = \frac{AD}{Q_5} + h\left(\frac{Q_5}{2} + r_5 - Dl\right) + \frac{\pi D}{Q_5}\overline{S}_4(x) + pD$$

$$= \frac{1.510.000 \times 1248}{44{,}51} + 2.325.000\left(\frac{44{,}51}{2} + 13{,}89 - 22\right) +$$

$$\left(\frac{225.000 \times 1248}{44{,}51} \times 1{,}49\right) + (4.500.000 \times 1248)$$

= Rp. 42.338.350,93 + Rp. 32.887.125,00 + Rp. 9.399.955,06 +

Rp. 5.616.000.000,00

= Rp. 5.700.625.430,99

Tabel 4.6 Hasil Iterasi Sistem Q

Iterasi	Jumlah Pesanan (M^3)	Titik Pesan Kembali (M^3)	Ekspektasi Kekurangan Persediaan (M^3)	Total Cost
1	40,26	14,66	0	Rp. 5.692.544.499,63
2	43,77	14,02	1,22	Rp. 5.699.210.002,32
3	44,4	13,91	1,45	Rp. 5.700.419.263,51
4	44,51	13,89	1,49	Rp. 5.700.625.430,99
5	**44,51**	**13,89**	**1,49**	**Rp. 5.700.625.430,99**

4.2.5 Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan menggunakan Sistem P

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan maka dapat diketahui :

Harga bahan baku (p) = Rp. 4.500.000,00

Kebutuhan total selama 1 tahun (D) = 1248 M^3

Biaya pesan per sekali pesan (A) = Rp. 1.510.000,00

Biaya Simpan (h) = Rp. 29.062,50 / M^3 / bulan

Biaya kekurangan bahan baku (π) = Rp. 225.000,00 / M^3

Leadtime (waktu tenggang) (Lt) = 5 hari = 0,0174 tahun

Leadtime Demand (Dl) = 22 M^3

SOLUSI

Set T_1 = 10 hari = 0,0347 tahun

$$\int_0^R g(x, l+T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 225.000}{\text{Rp. } 225.000 + (\text{Rp. } 29.062{,}5 \times 0{,}0347)}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 225.000}{\text{Rp. } 226.008{,}47}$$

$$= 0{,}9955$$

Karena T = 0,0347 tahun, maka :

Ekspektasi kebutuhan bahan baku saat l + T = 1248 x (0,0174 + 0,0347)

= 65,02 M^3

Variansi kebutuhan bahan baku saat l + T = 22 x (0,0174 + 0,0347)

= 1,15 M^3

Sehingga didapat *Reorder Level*, yaitu :

$$\frac{R^* - \mu}{\delta} = Z(0{,}9955)$$

$$\frac{R^* - 65{,}02}{\sqrt{1{,}15}} = 2{,}612$$

$$\frac{R^* - 65{,}02}{1{,}072} = 2{,}612$$

R* - 65,02 = 2,8

R* = 67,82 M^3

Besarnya rata-rata kehabisan persediaan, yaitu :

$$\overline{S}(R,T) = \int_R^{\infty}(x-R)g(x,l+T)dx = \delta\phi(z) - \left[(R-\pi)(1-\Phi(z))\right]$$

Dimana, $\phi(z) = \phi(2{,}612) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times eks\left(-\frac{1}{2}(2{,}612)^2\right)$

$$= \frac{1}{\sqrt{6{,}28}} \times eks\,(-3{,}4113)$$

= 0,399 x 0,033

= 0,0132

Sehingga didapatkan :

$$\overline{S}(R,T) = \int_R^{\infty}(x-R)g(x,l+T)dx = \delta\phi(z) - \left[(R-\pi)(1-\Phi(z))\right]$$

$$\overline{S}(67{,}82;0{,}0347) = (1{,}072)\phi(2{,}612) - \left[(67{,}82-65{,}02)(1-\Phi(2{,}612))\right]$$

$$= (1{,}072 \times 0{,}0132) - (2{,}8 \times 0{,}0045)$$

$= 0,0142 - 0,0126$

$= 0,0016$

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

$$TC = \frac{\text{Rp.}1.510.000}{0,0347} + \text{Rp. } 29.062,5\left[67,82 - 22 - \frac{1}{2}(1248)(0,0347) + 0,0016\right] +$$

$$\left(\frac{\text{Rp. } 225.000(0,0016)}{0,0347}\right) + (\text{Rp. } 4.500.000 \times 1248)$$

= Rp. 43.515.850,14+ Rp. 596.211,38 + Rp. 10.374,64 + Rp. 5.616.000.000,00

= Rp. 5.660.122.436,16

Set T_2 = 11 hari = 0,0382 tahun

$$\int_0^R g(x, l+T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 225.000}{\text{Rp. } 225.000 + (\text{Rp. } 29.062,5 \times 0,0382)}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 225.000}{\text{Rp. } 226.110,19}$$

$= 0,9951$

Karena T = 0,0382 tahun, maka :

Ekspektasi kebutuhan bahan baku saat l + T = 1248 x (0,0174 + 0,0382)

$= 69,39\ M^3$

Variansi kebutuhan bahan baku saat l + T = 22 x (0,0174 + 0,0382)

$= 1,22\ M^3$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Pengadaan Bahan Baku

PT. AMALIA SURYA CEMERLANG merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri meubel furniture. Perusahaan ini menghasilkan dan memasarkan barang yang berupa meja, kursi, lemari serta biffet. Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi adalah kayu jati. Waktu antara pemesanan bahan baku sampai kedatangan bahan baku dari pihak supplier adalah 5 hari, dan setiap bulannya perusahaan melakukan sekali pemesanan. Manajemen pengadaan bahan baku utama merupakan salah satu sektor yang harus mendapatkan perhatian penting. Ketepatan kuantitas pemesanan, jenis pemesanan bahan baku dan waktu yang tepat dapat tercapai jika kerja sama yang dilakukan juga melibatkan pihak-pihak stack holder perusahaan. Supplier bahan baku merupakan stack holder yang perlu mendapat perhatian khusus. Kualitas dan kuantitas bahan baku merupakan jaminan kelancaran sistem produksi perusahaan.

5.2 Analisis Peramalan Bahan Baku

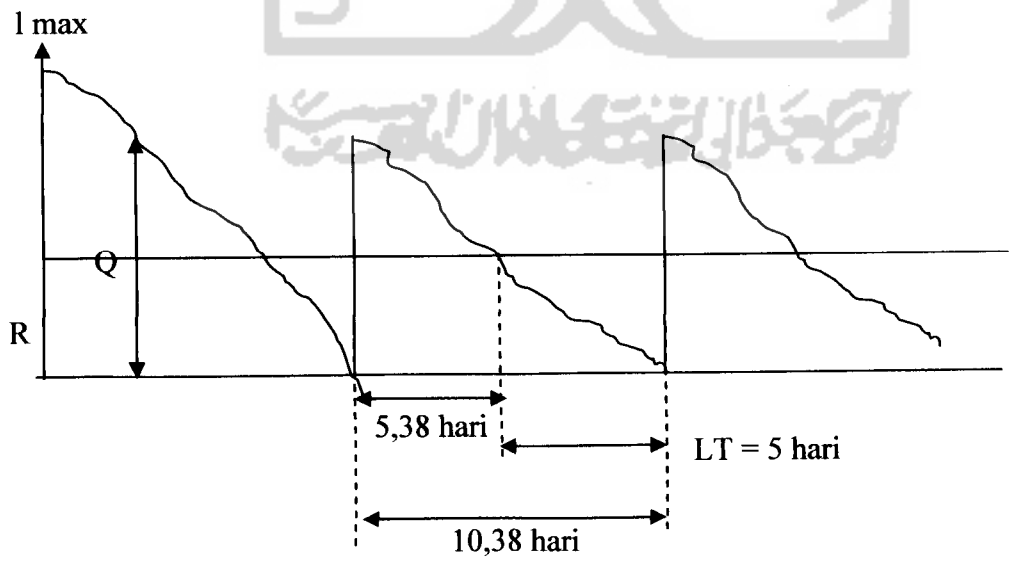
Peramalan merupakan suatu usaha untuk melakukan pendekatan terhadap permintaan aktual produk oleh pasar secara kuantitatif. Dari data historis yang telah didapatkan yang kemudian diplotkan ke dalam suatu grafik dapat diketahui bahwa pola data yang terbentuk adalah stasioner (lihat gambar 4.1). Plot data stasioner berarti bahwa jumlah permintaan kebutuhan bahan baku bergerak

5.4 Analisis Perhitungan Biaya Total Dengan Model Sistem Q

Model sistem Q merupakan suatu sistem pengendalian dimana jumlah pemesanan yang tetap dengan jarak waktu yang berubah-ubah. Dalam sistem ini tingkat persediaan selalu dipantau jumlahnya dan order (pemesanan) akan dilakukan ketika tingkat persediaan mencapai reorder level (titik pemesan kembali). Sehingga analisa dalam model ini adalah untuk menentukan jumlah pesanan optimal (Q) dan reorder levelnya (R) yang dapat menghasilkan total biaya inventori yang minimal.

Dari hasil pengolahan data didapatkan hasil bahwa, nilai Q dan R pada iterasi kelima sama dengan nilai pada iterasi keenam, maka proses iterasi dihentikan dengan memperoleh jumlah pemesanan yang optimal (Q) sebesar 44,51 $M^3 \approx 45$ M^3 dan titik pemesanan kembali (R) sebesar 13,89 $M^3 \approx 14$ M^3 dengan biaya total iventori sebesar Rp. 5.700.625.430,99.

Untuk waktu pemesanannya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.1 Siklus waktu pemesanan model Sistem Q

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa frekuensi pemesanan yaitu sejumlah D/Q = 27,74 kali dalam satu tahun, sehingga untuk satu siklus pemesanan dibutuhkan waktu sebesar 288 / 28,6 = 10,38 hari. Dengan leadtime 5 hari maka level y (sesaat setelah pesanan datang) yaitu sebesar 10,38 – 5 = 5,38 hari. Dengan kata lain pemesanan dilakukan 5,38 hari setelah pesanan datang. Namun pada kondisi riil 5,38 hari sulit direalisasikan sehingga dibulatkan kebawah menjadi 5 hari. Hal ini akan berlangsung sebanyak 28 kali dalam satu tahun dengan jumlah permintaan bahan baku sebesar 1248 M^3.

5.5 Analisis Perhitungan Biaya Total Dengan Model Sistem P

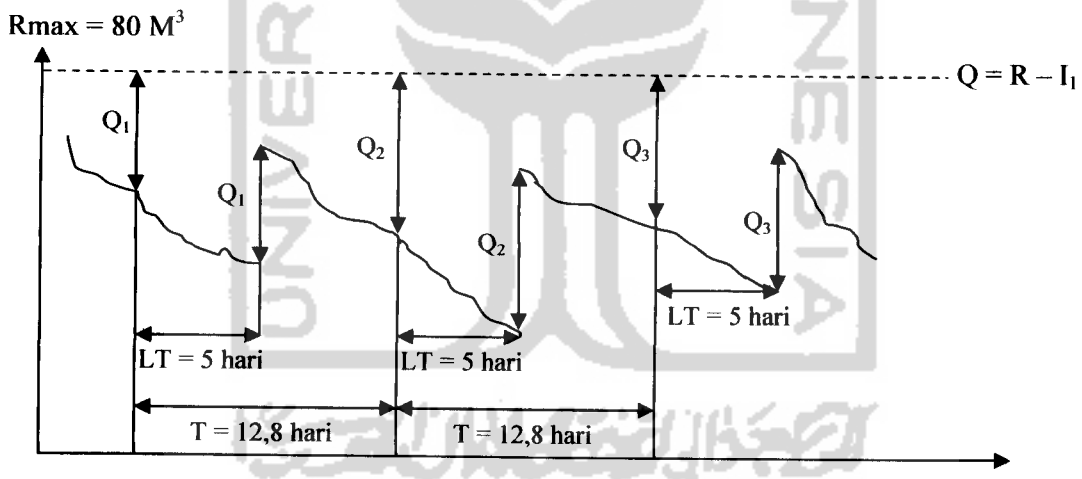
Model persediaan periodic review yang biasa disebut sistem P merupakan suatu pengendalian bahan baku dimana jarak waktu antara dua pemesanan tetap sedangkan jumlah bahan baku yang dipesan berubah-ubah. Dalam model ini, level inventori dimonitor pada akhir periode tertentu (T), dan pesanan akan dilakukan apabila saat itu level inventori mencapai reorder level.

Pencarian solusi optimal dilakukan secara iteratif (coba-coba), dengan melakukan setting awal nilai T (periode) dan nilai R_{max} (persediaan maksimal) dari nilai T yang telah ditentukan sebelumnya. Sehingga dengan penerapan perencanaan tersebut diharapkan resiko kekurangan persediaan dapat diatasi dengan baik yang pada akhirnya dapat memberikan biaya total yang minimal.

Dari hasil pengolahan data historis pemakaian bahan baku, mulai pada iterasi kelima nilai R_{max} melebihi batas maksimum gudang yang ada yaitu sebesar 80,97 M^3 dimana kapasitas gudang hanya 80 M^3. Sehingga mulai iterasi kelima

perhitungan dihentikan, karena tidak memungkinkan diterapkan pada perusahaan. Untuk perhitungan total biaya persediaan yang minimal, maka diambil hasil dari iterasi keempat dimana diperoleh total biaya yang minimal saat T = 0,0444 tahun (12,8 hari) atau dalam keadaan riilnya adalah pada saat hari ke-12 jam kerja ke-6, besarnya R_{max} = 80 M^3, hal ini dimaksudkan untuk mcngoptimalkan kapasitas gudang yang tersedia dengan total biaya per tahun sebesar Rp. 5.650.783.324,38. R_{max} adalah batas pemesanan maksimum. Jadi dalam setahun terjadi sebanyak 16 kali pemesanan.

Dari hasil analisa pengendalian persediaan bahan baku dengan model sistem P dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5.2 Siklus waktu pemesanan model Sistem P

5.6 Model Terbaik

Model terbaik dipilih dengan cara membandingkan hasil perhitungan total biaya antara kebijaksanaan perusahaan, model sistem Q dan model sistem P. Dan

dalam hal ini model yang mempunyai total biaya persediaan bahan baku per tahun terkecil akan terpilih sebagai model terbaik.

Dari hasil perhitungan didapatkan total biaya persediaan bahan baku per tahun untuk masing-masing model, yaitu

Tabel 5.1 Perbandingan Total Biaya Persediaan Bahan Baku

Model yang digunakan	Total Cost
Kebijaksanaan Perusahaan	Rp. 5.680.140.000,00
Sistem Q	Rp. 5.700.625.430,99
Sistem P	Rp. 5.650.783.324,38

Berdasarkan hasil perbandingan, maka terlihat bahwa model sistem P merupakan model yang terbaik karena mempunyai total biaya persediaan yang paling minimal yaitu sebesar Rp. 5.650.783.324,38. Karena tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mencari total biaya persediaan yang paling minimal, maka Sistem P ini dianggap paling baik untuk digunakan sebagai acuan pengendalian persediaan bahan baku pada PT. Amalia Surya Cemerlang. Dengan menerapkan sistem P ini, perusahaan dapat menghemat biaya sebesar Rp. 29.356.676,00 dengan efesiensi sebesar 0,52 %.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan kebijaksanaan perusahaan diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp. 5.680.140.000,00 per tahun. Pemesanan dilakukan setiap dua kali dalam satu bulan.
2. Dengan Sistem Q, jumlah pesanan yang dapat memenuhi kebutuhan bahan baku (Q) adalah sebanyak 45 M^3. Perusahaan harus melakukan pemesanan kembali pada saat persediaan di gudang mencapai 14 M^3 dengan total biaya persediaan bahan baku sebesar Rp. 5.700.625.430,99.
3. Dengan Sistem P, jumlah maksimum inventori (R_{max}) untuk setiap siklus adalah sebesar 80 M^3. Pemesanan dilakukan setiap 0,0444 tahun (12,8 hari) atau hari ke-12 jam kerja ke-6. dengan total biaya persediaan bahan baku sebesar Rp. 5.650.783.324,38.
4. Model Sistem P merupakan model yang terbaik karena mempunyai total biaya persediaan bahan baku yang minimal yaitu sebesar Rp. 5.650.783.324,38. Dengan sistem P perusahaan dapat menghemat biaya persediaan sebesar Rp. 29.356.675,62 dalam setahun, dengan efesiensi sebesar 0,52 %.

6.2 Saran

Saran yang dapat diajukan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan sebaiknya mempertimbangkan untuk menerapkan Sistem P sebagai sistem pengendalian persediaan bahan baku pada masa yang akan datang, sehingga dapat menekan total biaya persediaan.
2. Lebih memperhatikan masalah persediaan bahan baku dengan adanya pengawasan rutin sehingga dapat diketahui kapan pemesanan harus dilakukan sehingga perusahaan tidak kekurangan bahan baku yang dapat menghambat kelancaran proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Elsayed, A. Elsayed dan Thomas O. Boucher, *Analysis And Control of Production System*, Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Handoko, T. Hani. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, Balai Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.

Hantoro, Sirod. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama, Penerbit Unit Percetakan dan Penerbitan IKIP, Yogyakarta, 1993.

Nasution, Arman Hakim. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Satu, Penerbit Guna Widya, Jakarta, 1999.

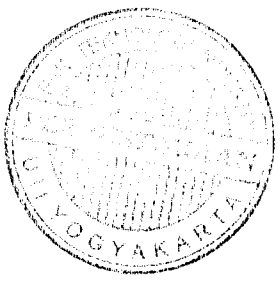
Reksodipridjo, Sukanto dan Indriyo Gito Sudarmo. *Manajemen Produksi*, Edisi Revisi, Balai Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1986.

Sofjan, Assauri. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Keempat, Lembaga Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta, 1993.

Sumayang, Lalu. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, Salemba Empat, Jakarta, 2003.

Tersine, Richard J. *Principles of Inventory and Material Management*, Fourth Edition, Prentice Hall Inc, USA, 1994.

Optimasi Team, *Modul Praktikum Optimasi*, Jurusan TMI FTI Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2004.



Wignjosoebroto, Sritomo. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*, Edisi Pertama, Guna Widya, Surabaya, 2003.

Yamit, Zulian. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Kedua, Penerbit Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2003.

LAMPIRAN

A . S . C .

PT. AMALIA SURYA CEMERLANG

Jl. Raya Klaten – Solo Km. 5 Ketandan – Klaten – Jawa Tengah – Indonesia
Telp. 62-272-328013 – 328014
Fax. 62-272-328013

SURAT KETERANGAN

No : 010/SK/Pers – Umum/ASC/XII/2006

Yang bertanda tangan dibawah ini atas nama Pimpinan PT. Amalia Surya Cemerlang, menerangkan bahwa :

Nama	: HARI NURCAHYO
No. Mahasiswa	: 01 522 175
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Industri
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan penelitian terhitung mulai tanggal 30 Juli sampai dengan 30 Agustus 2006, guna menyusun Tugas Akhir berjudul **"ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU UNTUK MEMINIMALKAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE SISTEM Q DAN SISTEM P "**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 30 Desember 2006

Personnel & General Affair,

AMALIA SURYA CEMERLANG

Riza Rahmasari

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30	33	-3	-3	3	9	10	-1	1
3	33	31.5	1.5	-1.5	2.25	5.625	7.272727	-0.66667	0.5
4	21	32	-11	-12.5	5.166667	44.08333	22.3088	-2.41936	0.682692
5	29	29.25	-0.25	-12.75	3.9375	33.07813	16.94712	-3.2381	0.611905
6	32	29.2	2.799999	-9.95	3.71	28.0305	15.3077	-2.68194	0.348361
7	22	29.66667	-7.666666	-17.6167	4.369444	33.15504	18.56449	-4.03179	0.494796
8	32	28.57143	3.428572	-14.1881	4.235034	30.09791	17.44304	-3.35017	0.315068
9	29	29	0	-14.1881	3.705655	26.33567	15.26266	-3.82877	0.302525
10	33	29	4	-10.1881	3.73836	25.18726	14.91361	-2.72529	0.195004
11	27	29.4	-2.4	-12.5881	3.604523	23.24454	14.31113	-3.49231	0.219427
12	30	29.18182	0.818182	-11.7699	3.35122	21.19225	13.25806	-3.51213	0.202611
13	27	29.25	-2.25	-14.0199	3.259452	19.84811	12.84766	-4.30131	0.22349
14	27	29.07692	-2.076923	-16.0968	3.168488	18.65314	12.4511	-5.08029	0.2439
15	23	28.92857	-5.928572	-22.0254	3.365637	19.83135	13.4029	-6.5442	0.284872
16	27	28.53333	-1.533333	-23.5587	3.243483	18.666	12.88798	-7.26341	0.301524
17	29	28.4375	0.5625	-22.9962	3.075922	17.51915	12.20371	-7.47621	0.288648
18	28	28.47059	-0.4705887	-23.4668	2.922667	16.50164	11.58471	-8.02925	0.291487
19	33	28.44444	4.555555	-18.9113	3.013383	16.73783	11.70804	-6.27576	0.213738
20	26	28.68421	-2.68421	-21.5955	2.996058	16.2361	11.63519	-7.20797	0.231208
21	21	28.55	-7.549999	-29.1455	3.223755	18.27442	12.85105	-9.04085	0.255582
22	30	28.19048	1.809525	-27.336	3.156411	17.56013	12.52632	-8.66046	0.233079
23	32	28.27273	3.727272	-23.6087	3.182359	17.39342	12.48639	-7.41861	0.191555
24	25	28.43478	-3.434782	-27.0435	3.193334	17.15013	12.54085	-8.46873	0.208351
25	20	28.29167	-8.291666	-35.3351	3.405764	19.3002	13.74575	-10.3751	0.22979
26	20	27.96	-7.959999	-43.2951	3.587934	21.06266	14.78792	-12.0669	0.255667
27	22	27.65385	-5.653847	-48.949	3.667392	21.48202	15.20759	-13.3471	0.281856
28	28	27.44444	0.5555553	-48.3934	3.552139	20.69782	14.71783	-13.6237	0.275608
29	23	27.46428	-4.464285	-52.8577	3.584715	20.67039	14.8854	-14.7453	0.297772
30	30	27.31034	2.689655	-50.1681	3.553851	20.20707	14.68127	-14.1165	0.271865
31	29	27.4	1.6	-48.5681	3.488723	19.61884	14.3758	-13.9214	0.258202
32	28	27.45161	0.5483875	-48.0197	3.393873	18.99567	13.97525	-14.1489	0.253349
33	24	27.46875	-3.46875	-51.4884	3.396213	18.77806	13.99018	-15.1605	0.268511
34	20	27.36364	-7.363636	-58.8521	3.516438	19.85216	14.68194	-16.7363	0.287773
35	20	27.14706	-7.147058	-65.9991	3.623221	20.77064	15.30115	-18.2156	0.307924
36	26	26.94286	-0.9428577	-66.942	3.546639	20.20259	14.96759	-18.8748	0.312528
37	25	26.91667	-1.916666	-68.8586	3.501362	19.74345	14.76479	-19.6662	0.321954
38	26	26.86486	-0.8648643	-69.7235	3.430106	19.23006	14.45564	-20.3269	0.326063
39	25	26.84211	-1.842106	-71.5656	3.388316	18.8133	14.26913	-21.1213	0.334919
40	29	26.79487	2.205128	-69.3605	3.357978	18.4556	14.09823	-20.6554	0.317979
41	30	26.85	3.15	-66.2105	3.352778	18.24227	14.00828	-19.7479	0.294558
42	27	26.92683	7.32E-02	-66.1373	3.272788	17.79746	13.67322	-20.2082	0.293405
43	29	26.92857	2.071428	-64.0659	3.244184	17.47588	13.51774	-19.7479	0.28022
44	20	26.97674	-6.976744	-71.0426	3.330988	18.20144	14.01462	-21.3278	0.293189
45	33	26.81818	6.181818	-64.8608	3.395779	18.65629	14.12185	-19.1004	0.249679
46	31	26.95555	4.044445	-60.8164	3.410194	18.6052	14.09795	-17.8337	0.22783
47	31	27.04348	3.956522	-56.8598	3.422071	18.54105	14.06893	-16.6156	0.208821
48	26	27.12766	-1.127659	-57.9875	3.373254	18.17361	13.86187	-17.1904	0.211844
49		27.10417							
50		27.10417							
51		27.10417							
52		27.10417							
53		27.10417							
54		27.10417							
55		27.10417							
56		27.10417							
57		27.10417							
58		27.10417							
59		27.10417							
60		27.10417							
61		27.10417							
62		27.10417							
63		27.10417							
64		27.10417							
65		27.10417							
66		27.10417							
67		27.10417							
68		27.10417							
69		27.10417							
70		27.10417							
71		27.10417							
72		27.10417							
73		27.10417							
74		27.10417							
75		27.10417							
76		27.10417							
77		27.10417							
78		27.10417							
79		27.10417							
80		27.10417							
81		27.10417							
82		27.10417							
83		27.10417							
84		27.10417							
85		27.10417							
86		27.10417							
87		27.10417							
88		27.10417							
89		27.10417							
90		27.10417							
91		27.10417							
92		27.10417							
93		27.10417							
94		27.10417							
95		27.10417							
96		27.10417							

CFE	-57.9875
MAD	3.373254
MSE	18.17361
MAPE	13.86187
Trk.Signal	-17.1904
R-sqaure	0.211844

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b 1-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30	33	-3	-3	3	9	10	-1	1
3	33	30	3	0	3	9	9.545455	0	1
4	21	33	-12	-12	6	54	25.41125	-2	0.692308
5	29	21	8	-4	6.5	56.5	25.95499	-0.61538	1
6	32	29	3	-1	5.8	47	22.63899	-0.17241	1
7	22	32	-10	-11	6.5	55.83333	26.44159	-1.69231	0.943949
8	32	22	10	-1	7	62.14286	27.1285	-0.14286	1
9	29	32	-3	-4	6.5	55.5	25.03054	-0.61538	1
10	33	29	4	0	6.222222	51.11111	23.59617	0	1
11	27	33	-6	-6	6.2	49.6	23.45878	-0.96774	1
12	30	27	3	-3	5.909091	45.90909	22.23525	-0.50769	1
13	27	30	-3	-6	5.666667	42.83333	21.30824	-1.05882	1
14	27	27	0	-6	5.230769	39.53846	19.66915	-1.14706	1
15	23	27	-4	-10	5.142857	37.85714	19.50644	-1.94444	0.979028
16	27	23	4	-6	5.066667	36.4	19.19367	-1.18421	1
17	29	27	2	-4	4.875	34.375	18.4251	-0.82051	1
18	28	29	-1	-5	4.647059	32.41177	17.55135	-1.07595	1
19	33	28	5	0	4.666667	32	17.41803	0	1
20	26	33	-7	-7	4.789474	32.89474	17.91829	-1.46154	1
21	21	26	-5	-12	4.8	32.5	18.21286	-2.5	0.919986
22	30	21	9	-3	5	34.80952	18.77415	-0.6	1
23	32	30	2	-1	4.863636	33.40909	18.20487	-0.20561	1
24	25	32	-7	-8	4.956522	34.08696	18.63074	-1.61404	1
25	20	25	-5	-13	4.958333	33.70833	18.89613	-2.62185	0.913679
26	20	20	0	-13	4.76	32.36	18.14028	-2.73109	0.943707
27	22	20	2	-11	4.653846	31.26923	17.79223	-2.36364	1
28	28	22	6	-5	4.703704	31.44444	17.92691	-1.06299	1
29	23	28	-5	-10	4.714286	31.21428	18.06306	-2.12121	1
30	30	23	7	-3	4.793103	31.82759	18.24479	-0.6259	1
31	29	30	-1	-4	4.666667	30.8	17.75158	-0.85714	1
32	28	29	-1	-5	4.548387	29.83871	17.29415	-1.09929	1
33	24	28	-4	-9	4.53125	29.40625	17.27455	-1.98621	1
34	20	24	-4	-13	4.515152	29	17.35714	-2.8792	0.977915
35	20	20	0	-13	4.382353	28.14706	16.84663	-2.96644	0.988532
36	26	20	6	-7	4.428571	28.37143	17.02464	-1.58065	1
37	25	26	-1	-8	4.333333	27.61111	16.66284	-1.84615	1
38	26	25	1	-7	4.243243	26.89189	16.31645	-1.64968	1
39	25	26	-1	-8	4.157895	26.21053	15.99233	-1.92405	1
40	29	25	4	-4	4.153846	25.94872	15.93594	-0.96296	1
41	30	29	1	-3	4.075	25.325	15.62087	-0.7362	1
42	27	30	-3	-6	4.04878	24.92683	15.51088	-1.48193	1
43	29	27	2	-4	4	24.42857	15.30577	-1	1
44	20	29	-9	-13	4.116279	25.74419	15.99634	-3.15819	0.993266
45	33	20	13	0	4.318182	29	16.5281	0	1
46	31	33	-2	-2	4.266667	28.44444	16.30418	-0.46875	1
47	31	31	0	-2	4.173913	27.82609	15.94974	-0.47917	1
48	26	31	-5	-7	4.191489	27.76596	16.01955	-1.67005	1
49		26							
50		26							
51		26							
52		26							
53		26							
54		26							
55		26							
56		26							
57		26							
58		26							
59		26							
60		26							
61		26							
62		26							
63		26							
64		26							
65		26							
66		26							
67		26							
68		26							
69		26							
70		26							
71		26							
72		26							
73		26							
74		26							
75		26							
76		26							
77		26							
78		26							
79		26							
80		26							
81		26							
82		26							
83		26							
84		26							
85		26							
86		26							
87		26							
88		26							
89		26							
90		26							
91		26							
92		26							
93		26							
94		26							
95		26							
96		26							

CFE	-7
MAD	4.191489
MSE	27.76596
MAPE	16.01955
Trk.Signal	-1.67005
R-sqaure	1

m=1

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b 1-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30	33	-3	-3	3	9	10	-1	1
3	33	30	3	0	3	9	9.545455	0	1
4	21	33	-12	-12	6	54	25.41125	-2	0.692308
5	29	21	8	-4	6.5	56.5	25.95499	-0.61538	1
6	32	29	3	-1	5.8	47	22.63899	-0.17241	1
7	22	32	-10	-11	6.5	55.83333	26.44159	-1.69231	0.943949
8	32	22	10	-1	7	62.14286	27.1285	-0.14286	1
9	29	32	-3	-4	6.5	55.5	25.03054	-0.61538	1
10	33	29	4	0	6.222222	51.11111	23.59617	0	1
11	27	33	-6	-6	6.2	49.6	23.45878	-0.96774	1
12	30	27	3	-3	5.909091	45.90909	22.23525	-0.50769	1
13	27	30	-3	-6	5.666667	42.83333	21.30824	-1.05882	1
14	27	27	0	-6	5.230769	39.53846	19.66915	-1.14706	1
15	23	27	-4	-10	5.142857	37.85714	19.50644	-1.94444	0.979028
16	27	23	4	-6	5.066667	36.4	19.19367	-1.18421	1
17	29	27	2	-4	4.875	34.375	18.4251	-0.82051	1
18	28	29	-1	-5	4.647059	32.41177	17.55135	-1.07595	1
19	33	28	5	0	4.666667	32	17.41803	0	1
20	26	33	-7	-7	4.789474	32.89474	17.91829	-1.46154	1
21	21	26	-5	-12	4.8	32.5	18.21286	-2.5	0.919986
22	30	21	9	-3	5	34.80952	18.77415	-0.6	1
23	32	30	2	-1	4.863636	33.40909	18.20487	-0.20561	1
24	25	32	-7	-8	4.956522	34.08696	18.63074	-1.61404	1
25	20	25	-5	-13	4.958333	33.70833	18.89613	-2.62185	0.913679
26	20	20	0	-13	4.76	32.36	18.14028	-2.73109	0.943707
27	22	20	2	-11	4.653846	31.26923	17.79223	-2.36364	1
28	28	22	6	-5	4.703704	31.44444	17.92691	-1.06299	1
29	23	28	-5	-10	4.714286	31.21428	18.06306	-2.12121	1
30	30	23	7	-3	4.793103	31.82759	18.24479	-0.6259	1
31	29	30	-1	-4	4.666667	30.8	17.75158	-0.85714	1
32	28	29	-1	-5	4.548387	29.83871	17.29415	-1.09929	1
33	24	28	-4	-9	4.53125	29.40625	17.27455	-1.98621	1
34	20	24	-4	-13	4.515152	29	17.35714	-2.8792	0.977915
35	20	20	0	-13	4.382353	28.14706	16.84663	-2.96644	0.988532
36	26	20	6	-7	4.428571	28.37143	17.02464	-1.58065	1
37	25	26	-1	-8	4.333333	27.61111	16.66284	-1.84615	1
38	26	25	1	-7	4.243243	26.89189	16.31645	-1.64968	1
39	25	26	-1	-8	4.157895	26.21053	15.99233	-1.92405	1
40	29	25	4	-4	4.153846	25.94872	15.93594	-0.96296	1
41	30	29	1	-3	4.075	25.325	15.62087	-0.7362	1
42	27	30	-3	-6	4.04878	24.92683	15.51088	-1.48193	1
43	29	27	2	-4	4	24.42857	15.30577	-1	1
44	20	29	-9	-13	4.116279	25.74419	15.99634	-3.15819	0.993266
45	33	20	13	0	4.318182	29	16.5281	0	1
46	31	33	-2	-2	4.266667	28.44444	16.30418	-0.46875	1
47	31	31	0	-2	4.173913	27.82609	15.94974	-0.47917	1
48	26	31	-5	-7	4.191489	27.76596	16.01955	-1.67005	1
49		26							
50		26							
51		26							
52		26							
53		26							
54		26							
55		26							
56		26							
57		26							
58		26							
59		26							
60		26							
61		26							
62		26							
63		26							
64		26							
65		26							
66		26							
67		26							
68		26							
69		26							
70		26							
71		26							
72		26							
73		26							
74		26							
75		26							
76		26							
77		26							
78		26							
79		26							
80		26							
81		26							
82		26							
83		26							
84		26							
85		26							
86		26							
87		26							
88		26							
89		26							
90		26							
91		26							
92		26							
93		26							
94		26							
95		26							
96		26							

CFE	-7
MAD	4.191489
MSE	27.76596
MAPE	16.01955
Trk.Signal	-1.67005
R-sqaure	1
	m=1
	W(1)=1

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30	33	-3	-3	3	9	10	-1	1
3	33	32.4	0.599999	-2.4	1.799999	4.679999	5.909089	-1.33334	0.680001
4	21	32.52	-11.52	-13.92	5.039999	47.3568	22.22511	-2.76191	0.830646
5	29	30.216	-1.216	-15.136	4.084	35.88726	17.71711	-3.70617	0.785817
6	32	29.9728	2.027201	-13.1088	3.67264	29.53172	15.44068	-3.56931	0.470838
7	22	30.37824	-8.37824	-21.487	4.456906	36.30891	19.21439	-4.82107	0.659195
8	32	28.70259	3.297409	-18.1896	4.291264	32.6752	17.94153	-4.23876	0.431432
9	29	29.36207	-0.36207	-18.5517	3.800115	28.60719	15.85491	-4.88188	0.418125
10	33	29.28966	3.710342	-14.8414	3.79014	26.95824	15.34252	-3.91578	0.27182
11	27	30.03173	-3.03173	-17.8731	3.714299	25.18155	14.93113	-4.81197	0.312602
12	30	29.42538	0.574619	-17.2985	3.428873	22.92233	13.74789	-5.04494	0.289375
13	27	29.5403	-2.5403	-19.8388	3.354826	21.5499	13.38627	-5.9135	0.320959
14	27	29.03224	-2.03224	-21.871	3.253089	20.20991	12.93555	-6.72315	0.348519
15	23	28.6258	-5.6258	-27.4968	3.422568	21.02703	13.75872	-8.03397	0.3955
16	27	27.50064	-0.50064	-27.9975	3.227772	19.64194	12.96509	-8.67392	0.416885
17	29	27.40051	1.599491	-26.398	3.126005	18.57421	12.49949	-8.44463	0.403984
18	28	27.72041	0.279593	-26.1184	2.958569	17.48621	11.82296	-8.82804	0.407757
19	33	27.77633	5.223675	-20.8947	3.084408	18.03069	12.04554	-6.7743	0.314557
20	26	28.82106	-2.82106	-23.7158	3.070548	17.50057	11.98263	-7.72362	0.33228
21	21	28.25685	-7.25685	-30.9726	3.279863	19.25863	13.11132	-9.44326	0.343129
22	30	26.80548	3.194523	-27.7781	3.275799	18.82751	12.99403	-8.47979	0.323449
23	32	27.44438	4.555618	-23.2225	3.333973	18.91506	13.0505	-6.9654	0.278978
24	25	28.3555	-3.35551	-26.578	3.334909	18.5822	13.06665	-7.96962	0.292498
25	20	27.6844	-7.6844	-34.2624	3.516138	20.26836	14.12313	-9.74432	0.298327
26	20	26.14752	-6.14752	-40.4099	3.621393	20.96931	14.78771	-11.1587	0.316795
27	22	24.91802	-2.91802	-43.3279	3.59434	20.49029	14.72909	-12.0545	0.34779
28	24	24.33442	3.665585	-39.6623	3.596979	20.22904	14.66844	-11.0266	0.360547
29	23	25.06753	-2.06753	-41.7299	3.542356	19.65924	14.46561	-11.7803	0.382483
30	30	24.65403	5.345974	-36.3839	3.60455	19.96684	14.58127	-10.0939	0.37303
31	29	25.72322	3.276779	-33.1071	3.593624	19.65919	14.47187	-9.21273	0.366885
32	28	26.37858	1.621424	-31.4857	3.530005	19.10983	14.19184	-8.91944	0.365038
33	24	26.70286	-2.70286	-34.1885	3.504157	18.74094	14.10028	-9.75657	0.371419
34	20	26.16229	-6.16229	-40.3508	3.584706	19.32376	14.60668	-11.2564	0.368628
35	20	24.92983	-4.92983	-45.2807	3.624269	19.47021	14.90204	-12.4937	0.375154
36	26	23.94386	2.056135	-43.2245	3.579465	19.03471	14.70222	-12.0757	0.391163
37	25	24.35509	0.644909	-42.5796	3.497949	18.51752	14.36548	-12.1727	0.405384
38	26	24.48407	1.515926	-41.0637	3.444381	18.07916	14.13481	-11.9219	0.415687
39	25	24.78726	0.212742	-40.8509	3.359338	17.60458	13.78523	-12.1604	0.425506
40	29	24.82981	4.170193	-36.6808	3.380129	17.59909	13.80048	-10.8519	0.419499
41	30	25.66385	4.336155	-32.3446	3.40403	17.62917	13.81682	-9.50185	0.404988
42	27	26.53108	0.468924	-31.8757	3.332442	17.20455	13.52218	-9.56526	0.404488
43	29	26.62486	2.375139	-29.5005	3.309649	16.92924	13.39523	-8.91349	0.396275
44	20	27.09989	-7.09989	-36.6004	3.397794	17.70782	13.90928	-10.7718	0.385204
45	33	25.67991	7.320089	-29.2803	3.486937	18.52318	14.0973	-8.39715	0.352361
46	31	27.14393	3.856071	-25.4243	3.49514	18.44199	14.06044	-7.27418	0.33724
47	31	27.91514	3.084858	-22.3394	3.48622	18.24795	13.97111	-6.40791	0.325387
48	26	28.53211	-2.53211	-24.8715	3.46592	17.99611	13.88107	-7.17602	0.329492
49		28.02569							
50		28.02569							
51		28.02569							
52		28.02569							
53		28.02569							
54		28.02569							
55		28.02569							
56		28.02569							
57		28.02569							
58		28.02569							
59		28.02569							
60		28.02569							
61		28.02569							
62		28.02569							
63		28.02569							
64		28.02569							
65		28.02569							
66		28.02569							
67		28.02569							
68		28.02569							
69		28.02569							
70		28.02569							
71		28.02569							
72		28.02569							
73		28.02569							
74		28.02569							
75		28.02569							
76		28.02569							
77		28.02569							
78		28.02569							
79		28.02569							
80		28.02569							
81		28.02569							
82		28.02569							
83		28.02569							
84		28.02569							
85		28.02569							
86		28.02569							
87		28.02569							
88		28.02569							
89		28.02569							
90		28.02569							
91		28.02569							
92		28.02569							
93		28.02569							
94		28.02569							
95		28.02569							
96		28.02569							

CFE	-24.8715
MAD	3.46592
MSE	17.99611
MAPE	13.88107
Trk.Signal	-7.17602
R-sqaure	0.329492
	Alpha=0.2
	F(0)=33

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30	33	-3	-3	3	9	10	-1	1
3	33	32.6733	0.3267021	-2.673298	1.663351	4.553367	5.495003	-1.607176	0.805917
4	21	32.56222	-11.56222	-14.23552	4.962975	47.59723	22.01607	-2.868344	0.867354
5	29	31.25323	-2.253233	-16.48875	4.285539	36.96719	18.45449	-3.847533	0.885622
6	32	30.42025	1.579748	-14.909	3.744381	30.07287	15.75094	-3.981701	0.547519
7	22	30.21836	-8.218361	-23.12737	4.490044	36.31764	19.35181	-5.15081	0.738025
8	32	29.23275	2.767248	-20.36012	4.24393	32.22335	17.82265	-4.797467	0.492733
9	29	29.09167	-9.17E-02	-20.45178	3.724897	28.19649	15.63433	-5.490562	0.47449
10	33	29.01835	3.981651	-16.47013	3.753426	26.82505	15.2378	-4.388027	0.309903
11	27	29.41904	-2.419039	-18.88917	3.619987	24.72772	14.60996	-5.218022	0.346989
12	30	29.33548	0.6645241	-18.22465	3.351308	22.51989	13.48315	-5.438069	0.321681
13	27	29.37033	-2.370331	-20.59498	3.26956	21.11144	13.09114	-6.299006	0.352957
14	27	29.12785	-2.127848	-22.72282	3.181736	19.83577	12.69036	-7.141643	0.38167
15	23	28.78728	-5.787275	-28.5101	3.367846	20.81125	13.58119	-8.465381	0.428024
16	27	28.00416	-1.004158	-29.51426	3.210267	19.49106	12.92372	-9.193707	0.448124
17	29	27.54326	1.456736	-28.05752	3.100671	18.4055	12.42994	-9.048854	0.433331
18	28	27.49501	0.5049915	-27.55253	2.947984	17.33782	11.80486	-9.346228	0.438518
19	33	27.52834	5.471661	-22.08087	3.088188	18.03789	12.07019	-7.150105	0.340714
20	26	28.13917	-2.139166	-24.22004	3.03824	17.32937	11.86794	-7.971733	0.358151
21	21	28.18041	-7.18041	-31.40045	3.245348	19.04082	12.98417	-9.675524	0.365535
22	30	27.41698	2.583021	-28.81742	3.213809	18.45182	12.77588	-8.966751	0.341291
23	32	27.35557	4.644434	-24.17299	3.278837	18.5936	12.85488	-7.372427	0.295199
24	25	27.83378	-2.833776	-27.00677	3.259487	18.13432	12.7888	-8.285588	0.309029
25	20	27.73985	-7.739847	-34.74661	3.446169	19.87478	13.8684	-10.08268	0.312863
26	20	26.85481	-6.854813	-41.60143	3.582514	20.95932	14.68463	-11.61235	0.327033
27	22	25.71103	-3.711031	-45.31245	3.587457	20.68288	14.76862	-12.6308	0.351906
28	24	24.79346	3.206543	-42.10591	3.573349	20.29766	14.64578	-11.78332	0.359072
29	23	24.73075	-1.730749	-43.83666	3.507542	19.67972	14.39146	-12.49783	0.385702
30	30	24.51412	5.485878	-38.35078	3.575761	20.03886	14.52577	-10.72521	0.376838
31	29	25.01429	3.98571	-34.36507	3.589426	19.90043	14.4997	-9.573976	0.375661
32	28	25.67286	2.327141	-32.03793	3.548707	19.43318	14.30007	-9.028059	0.377309
33	24	26.22192	-2.221916	-34.25985	3.507245	18.98017	14.14251	-9.76831	0.385047
34	20	26.22642	-6.226421	-40.48627	3.589644	19.57981	14.65734	-11.27883	0.380898
35	20	25.55039	-5.550386	-46.03666	3.647313	19.91002	15.04248	-12.62208	0.3834
36	26	24.64248	1.357523	-44.67914	3.58189	19.39381	14.76187	-12.47362	0.393757
37	25	24.38275	0.6172485	-44.06189	3.499539	18.88568	14.4204	-12.59077	0.407986
38	26	24.33338	1.666622	-42.39527	3.450001	18.43087	14.20391	-12.28848	0.41951
39	25	24.49271	0.5072899	-41.88798	3.372561	17.95261	13.88352	-12.42023	0.431439
40	29	24.61948	4.380522	-37.50745	3.398406	17.98432	13.91485	-11.03678	0.426524
41	30	25.15342	4.846577	-32.66088	3.43461	18.12194	13.97086	-9.50934	0.413913
42	27	25.9209	1.079098	-31.58178	3.377159	17.70834	13.72758	-9.351583	0.414493
43	29	26.38294	2.617062	-28.96472	3.359061	17.44979	13.6156	-8.62286	0.406507
44	20	26.87534	-6.875343	-35.84006	3.440836	18.14329	14.09842	-10.41609	0.394281
45	33	26.34766	6.65234	-29.18772	3.513824	18.7367	14.23615	-8.30654	0.359739
46	31	26.83522	4.164778	-25.02294	3.52829	18.70579	14.21834	-7.092088	0.344402
47	31	27.50763	3.492367	-21.53058	3.527509	18.56428	14.15415	-6.10362	0.331711
48	26	28.1898	-2.189796	-23.72037	3.499048	18.27132	14.0322	-6.779094	0.334494
49		28.25755							
50		28.25755							
51		28.25755							
52		28.25755							
53		28.25755							
54		28.25755							
55		28.25755							
56		28.25755							
57		28.25755							
58		28.25755							
59		28.25755							
60		28.25755							
61		28.25755							
62		28.25755							
63		28.25755							
64		28.25755							
65		28.25755							
66		28.25755							
67		28.25755							
68		28.25755							
69		28.25755							
70		28.25755							
71		28.25755							
72		28.25755							
73		28.25755							
74		28.25755							
75		28.25755							
76		28.25755							
77		28.25755							
78		28.25755							
79		28.25755							
80		28.25755							
81		28.25755							
82		28.25755							
83		28.25755							
84		28.25755							
85		28.25755							
86		28.25755							
87		28.25755							
88		28.25755							
89		28.25755							
90		28.25755							
91		28.25755							
92		28.25755							
93		28.25755							
94		28.25755							
95		28.25755							
96		28.25755							

CFE	-23.72037
MAD	3.499048
MSE	18.27132
MAPE	14.0322
Trk.Signal	-6.779094
R-sqaure	0.334494
	Alpha=0.33
	F(0)=33
	F'(0)=33

Forecast Result for Kayu Jati

3/21/2007 Weeks	Actual Data	Forecast b HWA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	33								
2	30								
3	33	33	0	0	0	0	0	0	0
4	21	30	-9	-9	4.5	40.5	21.42857	-2	0.625
5	29	32.4951	-3.495098	-12.4951	4.165033	31.07191	18.30307	-3	0.766107
6	32	28.36572	3.634277	-8.860821	4.032344	26.60592	16.56658	-2.197437	0.380827
7	22	31.67066	-9.670664	-18.53148	5.160008	39.98908	22.04478	-3.591367	0.664946
8	32	27.75171	4.248291	-14.28319	5.008055	36.33223	20.5833	-2.852044	0.405699
9	29	29.90108	-0.901083	-15.18428	4.421345	31.25791	18.08671	-3.434312	0.399091
10	33	27.41269	5.587309	-9.596968	4.56709	31.25292	17.94228	-2.101331	0.269621
11	27	29.32495	-2.324955	-11.92192	4.317964	28.38097	16.90546	-2.761006	0.293336
12	30	27.38249	2.617508	-9.304415	4.147918	26.22801	16.08742	-2.243153	0.28451
13	27	28.59931	-1.599306	-10.90372	3.916226	24.07617	15.16341	-2.784242	0.299029
14	27	27.08872	-8.87E-02	-10.99244	3.597268	22.07048	13.92718	-3.055776	0.324671
15	23	27.85307	-4.853069	-15.84551	3.693868	22.18447	14.47896	-4.289681	0.336783
16	27	26.23311	0.7668858	-15.07863	3.484798	20.64187	13.64763	-4.326973	0.362891
17	29	26.54676	2.453236	-12.62539	3.416027	19.66697	13.30175	-3.695929	0.363005
18	28	25.66615	2.333849	-10.29154	3.348391	18.77821	12.99134	-3.073579	0.391814
19	33	26.28261	6.717386	-3.574158	3.546567	20.32792	13.42453	-1.007779	0.350499
20	26	25.7569	0.243103	-3.331055	3.363041	19.20188	12.73067	-0.990469	0.374168
21	21	26.83247	-5.832466	-9.163521	3.493011	19.98165	13.52241	-2.623387	0.33019
22	30	25.28197	4.718033	-4.445488	3.554262	20.09556	13.63263	-1.250749	0.343882
23	32	25.99123	6.008766	1.563278	3.671143	20.85793	13.87782	0.425829	0.338182
24	25	25.89466	-0.8946609	0.668617	3.54494	19.94623	13.40948	0.188612	0.342136
25	20	26.66919	-6.669186	-6.000568	3.680776	21.01283	14.27628	-1.630245	0.294234
26	20	25.45915	-5.459152	-11.45972	3.754875	21.37906	14.81876	-3.051958	0.278242
27	22	25.33209	-3.33209	-14.79181	3.737964	20.96801	14.83185	-3.957184	0.281718
28	26	24.08662	3.913383	-10.87843	3.744711	20.75057	14.79894	-2.905011	0.299781
29	23	24.42096	-1.420961	-12.29939	3.658646	20.05681	14.47965	-3.361732	0.311716
30	30	23.86012	6.139881	-6.159508	3.747262	20.68686	14.69346	-1.643736	0.323183
31	29	23.97048	5.02952	-1.129988	3.791477	20.8458	14.78483	-0.298034	0.340636
32	28	24.4814	3.518604	2.388617	3.782382	20.56362	14.71088	0.631511	0.355333
33	24	24.65006	-0.6500587	1.738558	3.681339	19.91391	14.32371	0.472262	0.359965
34	20	24.94821	-4.948212	-3.209654	3.720929	20.05675	14.64925	-0.862595	0.335868
35	20	24.39327	-4.393269	-7.602922	3.741302	20.03384	14.87099	-2.032159	0.323143
36	26	24.00178	1.998222	-5.6047	3.690035	19.56205	14.65965	-1.518874	0.335299
37	25	23.63578	1.36422	-4.24048	3.623584	19.05631	14.39671	-1.170245	0.349657
38	26	24.00075	1.999247	-2.241234	3.578463	18.63799	14.2104	-0.626312	0.360958
39	25	23.67337	1.326626	-0.914608	3.517603	18.18183	13.98975	-0.260009	0.373723
40	29	24.1733	4.826698	3.91209	3.552052	18.31644	14.04012	1.10136	0.379982
41	30	24.03915	5.960846	9.872936	3.613816	18.75786	14.18959	2.731997	0.386072
42	27	25.23127	1.768728	11.64166	3.567689	18.36712	13.99862	3.263083	0.389789
43	29	25.29514	3.704865	15.34653	3.571035	18.25392	13.96879	4.297502	0.392306
44	20	26.23712	-6.237123	9.109406	3.634513	18.74554	14.37871	2.506362	0.360245
45	33	26.14496	6.855036	15.96444	3.709409	19.40242	14.52741	4.303769	0.345392
46	31	26.42609	4.573912	20.53835	3.729057	19.43693	14.53258	5.507653	0.341987
47	31	27.97251	3.027493	23.56585	3.713467	19.20868	14.42665	6.34605	0.341265
48	26	28.16019	-2.160187	21.40566	3.6797	18.89254	14.29365	5.81723	0.341708
49		29.40722							
50		29.04513							
51		30.5246							
52		30.16251							
53		31.64198							
54		31.27989							
55		32.75935							
56		32.39726							
57		33.87673							
58		33.51464							
59		34.99411							
60		34.63202							
61		36.11149							
62		35.7494							
63		37.22887							
64		36.86678							
65		38.34624							
66		37.98415							
67		39.46362							
68		39.10153							
69		40.581							
70		40.21891							
71		41.69838							
72		41.33629							
73		42.81576							
74		42.45367							
75		43.93314							
76		43.57104							
77		45.05051							
78		44.68842							
79		46.16789							
80		45.8058							
81		47.28527							
82		46.92318							
83		48.40265							
84		48.04056							
85		49.52003							
86		49.15794							
87		50.63741							
88		50.27531							
89		51.75478							
90		51.39269							
91		52.87216							
92		52.51007							
93		53.98954							
94		53.62745							
95		55.10692							
96		54.74483							

CFE	21.40566
MAD	3.6797
MSE	18.89254
MAPE	14.29365
Trk.Signal	5.81723
R-sqaure	0.341708
c=2	
Alpha=0.03	
Beta=0.87	
Gamma=0.08	
F(0)=31.5	
T(0)=0	
S(1)=1.5	
S(2)=-1.5	

Table : Kolmogorov-Smirnov Test

SAMPLE SIZE (N)	LEVEL OF SIGNIFICANCE FOR D = MAXIMUM [$F_0(X) - S_n(X)$]				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.210	.220	.240	.270	.320
30	.190	.200	.220	.240	.290
35	.180	.190	.210	.230	.270
OVER 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$