

**PENERAPAN METODE PERAMALAN SEBAGAI DASAR
PENENTUAN TINGKAT KEBUTUHAN *SAFETY STOCK*
PADA INDUSTRI ELEKTRONIK**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana teknik**

**RAINY NAFITRI
0606077472**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2010**

PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Rainy Nafitri

NPM : 0606077472

Tanda Tangan :

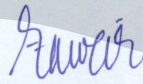
Tanggal : Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Rainy Nafitri
NPM : 0606077472
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Penerapan Metode Peramalan sebagai Dasar
Penentuan Tingkat Kebutuhan *Safety Stock* pada
Industri Elektronik

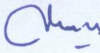
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Fauzia Dianawati, Msi ()

Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE ()

Penguji : Farizal, PhD ()

Penguji : Akhmad Hidayatno, MBT ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Juli 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Fauzia Dianawati, M.Si., selaku dosen pembimbing tercinta yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini serta memberikan pemahaman mengenai hidup yang sangat berarti
2. Bapak Irnu, Bapak Supriyadi, Bapak Sigit, dan Bapak Irwan selaku pihak PT Indonesia Epson Industry yang telah sangat membantu penyelesaian skripsi ini serta memberikan kemudahan akses data yang diperlukan penulis
3. Mama dan Andi yang selalu mendoakan, memberikan semangat, mendukung sepenuhnya, serta memberi kebahagiaan di setiap saat
4. Nurulita, sahabat senasib dan seperjuangan sejak awal perkuliahan yang selalu ikhlas menjadi tempat pelampiasan stres penulis, memberi keceriaan disela-sela penyusunan skripsi sehingga skripsi ini menjadi menyenangkan. Terima kasih atas sumbangsih kamar dan hiburan-hiburan yang sangat berguna untuk membangkitkan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini
5. Irvandi Permana Arga Diputra beserta keluarga, yang selalu menemani, mendoakan, memberi semangat, memberikan perhatian, motivasi, masukan dan inspirasi, mendengarkan segala keluh kesah penulis, serta memberi ketenangan di setiap waktu
6. Nuki Suprayitno dan Asa Vania Rahayu, sebagai teman-teman bermain terdekat yang telah memberikan pemahaman-pemahaman khusus yang diperlukan dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Andito Murti, Fatkhurrohman, Billy, Steven, Sisi, Nicholas, dan yang lainnya selaku penghuni Lab MIS, yang telah berbagi keceriaan dan memberikan saran-saran yang sangat berguna dalam membentuk pola pikir penulis mengenai skripsi.
8. Dira Ballerina, sebagai teman bertukar wawasan dan memberikan saran-saran yang bermanfaat bagi penulis.
9. Teman-teman 2006 lainnya, untuk kebersamaan, bantuan, obrolan dan canda tawa yang dilewati bersama selama masa perkuliahan.
10. Babe, Mas Iwan, Mas Latif, Mba Willy, Bu Har, dan Mba Ana, serta seluruh karyawan Departemen Teknik Industri UI dan yang lainnya yang telah membantu memudahkan penulis dalam banyak hal
11. Teman-teman Craft 2010, yang telah memberi semangat, dukungan, dan keceriaan yang tak terganti
12. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rainy Nafitri
NPM : 0606077472
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Penerapan Metode Peramalan sebagai Dasar Penentuan Tingkat
Kebutuhan *Safety Stock* pada Industri Elektronik”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilih Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2010

Yang menyatakan

(Rainy Nafitri)

vi

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Rainy Nafitri
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Penerapan Metode Peramalan sebagai Dasar Penentuan Tingkat Kebutuhan *Safety Stock* pada Industri Elektronik

Persaingan industri yang semakin ketat mengakibatkan perusahaan-perusahaan harus menekan biaya produksi guna mendapatkan keuntungan lebih. Untuk itu, diperlukan perencanaan produksi yang matang. Dalam perencanaan produksi, peramalan untuk memperkirakan kebutuhan material yang akan datang merupakan aspek penting. Permasalahan dalam penelitian ini adalah memilih metode peramalan yang terbaik berdasarkan karakteristik dari data historis, yakni pola permintaan musiman. Hasil kesalahan peramalan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung *safety stock* sebagai salah satu bentuk strategiantisipasi terjadinya kekurangan material (*shortage*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode peramalan terbaik adalah kombinasi metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naïve*, dengan penurunan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 63%.

Kata kunci:
Peramalan, permintaan musiman, *safety stock*

ABSTRACT

Name : Rainy Nafitri
Study Program : Industrial Engineering
Title : Application of Forecasting Methods as A Basis for Determining The Level of Safety Stock Requirements in Electronics Industry

The stronger competition in industry effects many companies must reduce production costs in order to gain more profit. This requires careful planning of production. In production planning, forecasting to estimate future demand is an important aspect. The problem of this is to choose the best forecasting method based on the characteristics of historical data, namely, seasonal demand patterns. Results forecast error is then used to calculate the safety stock as a form of anticipatory strategies shortage of material. The results indicate that the best forecasting method is a combination method of Holt-Winters Exponential Smoothing and Naïve, it can decrease Mean Absolute Percentage Error (MAPE) up to 63%.

Keywords:
Forecasting, seasonal demand, safety stock

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan masalah.....	3
1.3 Perumusan Permasalahan.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 LANDASAN TEORI	8
2.1 Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	8
2.1.1 Prinsip dan Tujuan Peramalan.....	9
2.1.2 Sistem Peramalan.....	10
2.1.3 Proses Peramalan.....	10
2.1.4 Periode Peramalan.....	12
2.1.5 Metode Peramalan.....	12
2.1.6 Akurasi Peramalan.....	17
2.2 Manajemen Permintaan.....	18
2.2.1 Karakteristik Permintaan.....	20
2.3 Manajemen Persediaan.....	21

2.3.1 Pengertian Persediaan (<i>Inventory</i>).....	23
2.3.2 Fungsi Persediaan	23
2.3.3 Perhitungan Kebutuhan <i>Safety Stock</i>	25
2.4 Pengukuran Kinerja.....	26
2.4.1 <i>Service Level</i>	26
BAB 3 PENGUMPULAN DATA	28
3.1 Data Permintaan Produk.....	28
3.2 Data Peramalan Produk	33
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	35
4.1 Peramalan	35
4.1.1 <i>Single Exponential Smoothing</i>	39
4.1.2 <i>Holt-Winters Exponential Smoothing (Winter)</i>	43
4.1.3 Kombinasi antara Metode <i>Winter</i> dan <i>Naive</i>	44
4.1.4 <i>Product Aggregation</i>	47
4.1.5 Kombinasi antara <i>Product Aggregation</i> dan <i>Naive</i>	53
4.2 Perbandingan <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	57
4.3 Peramalan Periode Berikutnya	59
4.4 Perbandingan Penilaian Kinerja	61
4.5 Strategi Penentuan <i>Safety Stock</i>	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR REFERENSI	69
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Permintaan <i>Printer</i> Tipe CA50.....	28
Tabel 3.2. Peramalan dan Permintaan <i>Printer</i> Tipe CA50	34
Tabel 4.1. Pengolahan Data dengan Metode <i>Naive</i>	37
Tabel 4.2. Pengolahan Data dengan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	40
Tabel 4.3. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode <i>Winter</i> dan <i>Naive</i>	44
Tabel 4.4. <i>Seasonal Index</i>	47
Tabel 4.5. Pengolahan Data dengan Metode <i>Product Aggregation</i>	50
Tabel 4.6. <i>Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode Product Aggregation dan Naive</i>	54
Tabel 4.7. Hasil <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	58
Tabel 4.8. Hasil Peramalan dengan Kombinasi Metode <i>Holt-Winters Exponential Smoothing</i> dan Metode <i>Naive</i>	60
Tabel 4.9. Jumlah Permintaan yang Tidak Terpenuhi Berdasarkan Metode Peramalan Perusahaan.....	62
Tabel 4.10. Jumlah Permintaan yang Tidak Terpenuhi Berdasarkan Kombinasi antara Metode <i>Holt-Winters Exponential Smoothing</i> dan <i>Naive</i>	63
Tabel 4.11. Perbandingan <i>Service Level</i>	64
Tabel 4.12. Tingkat Kebutuhan <i>Safety Stock</i>	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
Gambar 1.2. Diagram Alir Metode Penelitian	7
Gambar 2.1. Sistem Peramalan secara Umum.....	10
Gambar 2.2. Aktifitas Utama dalam Manajemen Permintaan	19
Gambar 2.3. Pola-Pola Tingkat Permintaan yang Terbentuk dari Data Historis ..	20
Gambar 2.4. Segitiga Strategi <i>Supply Chain</i>	22
Gambar 3.1. Pergerakan Permintaan <i>Printer</i> Tipe CA50	32
Gambar 3.2. Peramalan dan Permintaan <i>Printer</i> Tipe CA50.....	33
Gambar 4.1. Pengolahan Data dengan Metode <i>Naive</i>	36
Gambar 4.2. Pengolahan Data dengan Metode <i>Winter</i>	43
Gambar 4.3. Peramalan dengan Metode <i>Holt-Winters Exponential Smoothing</i> ...	59
Gambar 4.4. Hasil Peramalan dengan Metode <i>Holt-Winters Exponential Smoothing</i>	59
Gambar 4.5. Peramalan dengan Metode <i>Naive</i>	60
Gambar 4.6. Hasil Peramalan dengan Metode <i>Naive</i>	60
Gambar 4.7. Perubahan Tingkat Kebutuhan <i>Safety Stock</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data permintaan <i>Individual Product</i> C11CA50
--

Lampiran 2 : Data <i>Forecast Individual Product</i> C11CA50
--



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, perkembangan dunia kerja terutama bidang industri makin terlihat jelas. Para pelaku industri melakukan perkembangan tersebut agar tetap unggul di bandingkan pelaku industri lainnya. Agar dapat sanggup menghadapi segala masalah yang dihadapi, dibutuhkan peningkatan di berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

Semakin meningkatnya persaingan diantara industri dalam mencapai tujuan utama semua perusahaan yakni memperoleh keuntungan yang maksimal dan dengan faktor produksi yang paling minimum mengakibatkan persaingan menjadi ketat karena banyaknya industri yang sejenis atau perusahaan yang bergerak dalam bidang industri yang sama sedangkan pangsa pasar terbatas atau konsumen yang cenderung itu-itu saja.

Salah satu industri yang semakin bersaing satu sama lain adalah industri manufaktur. Perusahaan-perusahaan manufaktur yang ideal memiliki strategi perencanaan produksi yang efektif dalam menyesuaikan target produksi terhadap kapasitas yang tersedia. Menurut Gazperz (2002), kekurangan kapasitas produksi akan menyebabkan kegagalan memenuhi target produksi, keterlambatan pengiriman ke pelanggan dan kehilangan kepercayaan. Sebaliknya kelebihan kapasitas produksi akan mengakibatkan tingkat utilisasi yang rendah, biaya meningkat, harga produk menjadi tidak kompetitif, kehilangan pangsa pasar, penurunan keuntungan, dan lain-lain.

Dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan konsumen, perusahaan manufaktur akan dihadapkan pada berbagai masalah, terutama terbatasnya faktor-faktor produksi seperti bahan baku (material), mesin, metode-metode yang digunakan dalam proses produksi, modal, dan sumber daya manusia. Oleh sebab itu, semua faktor-faktor produksi tersebut harus dikelola melalui manajemen perusahaan yang baik yaitu perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), dan pengawasan (*controlling*).

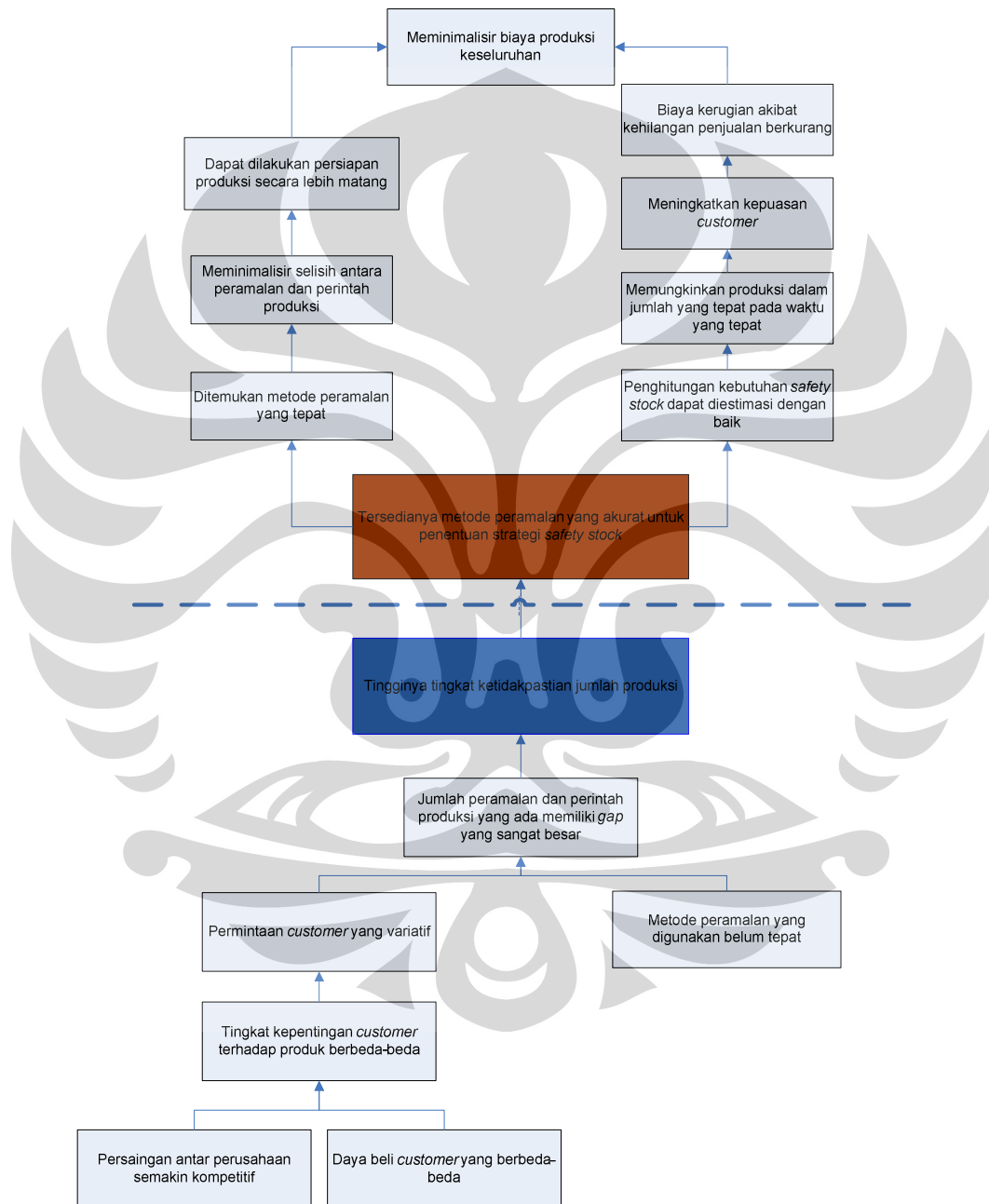
Dalam perencanaan produksi, peramalan sangatlah penting dalam membuat keputusan (Montgomery dan Johnson, 1998). Peramalan dilakukan dengan menggunakan informasi di masa lalu dan saat ini untuk mengidentifikasi kondisi masa depan yang diharapkan. Berbagai macam metode peramalan yang selama ini digunakan sangatlah berperan penting terhadap kriteria permintaan tertentu, sehingga diperlukan pengembangan metode peramalan hingga benar-benar sesuai dengan pola permintaan yang diketahui. Dalam industri manufaktur yang memproduksi perangkat keras, pola permintaan cenderung musiman.

Metode peramalan standar yang didesain untuk pola permintaan musiman sudah tidak terlalu aplikatif lagi pada praktiknya. Siklus hidup produk yang pendek memungkinkan menimbulkan data permintaan yang bervariasi tinggi sehingga memungkinkan terjadinya ketidacukupan data untuk membuat peramalan yang handal pada tingkat *individual item level*. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan metode peramalan alternatif dengan cara menggunakan informasi permintaan dari *aggregation level* yang lebih tinggi dan dengan mengkombinasikan beberapa metode peramalan. Dengan demikian, didapatkan metode peramalan terbaik yang selanjutnya dapat dijadikan acuan perencanaan produksi di masa yang akan datang.

Secara lebih lanjut, diperlukan pemahaman lebih untuk menentukan perencanaan produksi yang baik agar dapat menghasilkan keuntungan yang maksimum dengan biaya minimum. Permasalahan mengenai *safety stock* menjadi hal yang menarik untuk dibahas. Dengan melakukan peramalan dengan metode terbaik dan melakukan perhitungan jumlah *safety stock*, biaya produksi akan dapat diminimalisasi. Namun, pada kenyataannya, tidak semua keinginan sesuai dengan kenyataan. Rencana kerja yang terus mengalami perubahan secara signifikan mendatangkan resiko yang sangat besar dalam hal pengadaan barang/peralatan, yang tentunya menimbulkan biaya. Kekurangan material dapat menyebabkan kerugian. Sedangkan Kelebihan material juga menimbulkan biaya inventori. Oleh karena itu, bidang perencanaan dan pengendalian material merupakan suatu hal yang sangat penting untuk dipantau agar operasi di perusahaan berlangsung secara efektif dan efisien.

Atas dasar pemikiran tersebut, penulis melaksanakan penelitian mengenai penerapan metode peramalan untuk penentuan strategi *safety stock* yang sesuai pada industri manufaktur dengan pola permintaan yang bersifat *seasonal*.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1. Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Dengan gambaran latar belakang di atas, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan dengan penerapan metode peramalan untuk penentuan strategi *Safety Stock* yang sesuai pada industri manufaktur dengan pola permintaan yang bersifat *seasonal*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Metode peramalan yang terbaik yang diperoleh dari pengembangan metode peramalan alternatif dengan cara menggunakan informasi permintaan dari *aggregation level* yang lebih tinggi dan dengan mengkombinasikan beberapa metode peramalan untuk industri manufaktur yang memiliki pola permintaan yang bersifat *seasonal*.
2. Penentuan strategi *Safety Stock* berdasarkan metode peramalan terbaik yang sesuai pada industri manufaktur dengan pola permintaan yang bersifat *seasonal*

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas adalah mengenai perencanaan produksi pada PT Indonesia Epson Industry. Permasalahan ini akan lebih dibatasi untuk penerapan metode peramalan untuk penentuan strategi *safety stock* yang sesuai pada industri manufaktur dengan pola permintaan yang bersifat *seasonal*, dengan objek penelitian salah satu produk unggulan PT Indonesia Epson Industry, yakni CA50. Data yang digunakan adalah data selama 2 tahun, pada bulan April 2008- Maret 2010.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan selama melakukan penelitian seperti pada gambar 1.2 terdiri dari 4 tahap utama, yaitu :

1. Fase awal penelitian

Pada tahap ini, peneliti melakukan :

- a. Memilih topik penelitian yang ingin dilakukan bersama-sama pembimbing skripsi.
- b. Melakukan studi literatur mengenai topik yang telah ditentukan melalui buku, jurnal, dan artikel.
- c. Menentukan pokok permasalahan melalui wawancara awal dengan pihak perusahaan.
- d. Dan menentukan tujuan penelitian di mana tujuan ini sedapat mungkin mengakomodir kebutuhan penulis dan perusahaan.

2. Fase pengumpulan data

Ada beberapa kegiatan yang dilakukan penulis pada tahap ini, yaitu :

- a. Mengidentifikasi data yang didapat

Penulis mengawali proses identifikasi ini dengan mempelajari proses aliran produksi secara umum kemudian memisahkan data permintaan dari data keseluruhan yang didapat

- b. Menyusun data permintaan

Penulis merekap semua data permintaan dan menyajikannya per periode dalam bentuk tabel serta grafik

3. Fase pengolahan data dan analisis

Pada fase ini, penulis menganalisis hasil yang didapat dari pengolahan data. Untuk memperjelas, penulis akan menampilkan perbandingan-perbandingan dalam bentuk grafik jika diperlukan dalam setiap tahapan berikut :

- a. Menghitung MSE, MAD, serta MAPE

Penulis mengolah data permintaan berdasarkan beberapa metode peramalan, yakni *Naïve*, *Exponential Smoothing*, *Winter*, Kombinasi antara *Winter* dan *Naïve*, *Product Aggregation*, Kombinasi antara *Product Aggregation* dan *Naïve*.

- b. Memproyeksikan peramalan untuk periode berikutnya

Penulis melakukan perhitungan peramalan untuk periode berikutnya dengan metode peramalan yang terbaik yang telah terpilih sebelumnya

c. Melakukan penilaian kinerja

Penulis akan memaparkan perbandingan penilaian kinerja berdasarkan perhitungan besarnya *service level* sebelum dan sesudah diterapkannya peramalan yang terpilih

d. Menghitung *safety stock*

Penulis melakukan perhitungan besarnya *safety stock* dengan *service level* yang ditentukan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam penetapan besar *safety stock*

4. Fase penarikan kesimpulan dan saran

Pada tahap ini peneliti membuat kesimpulan dan saran yang terkait dengan hasil penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan laporan penelitian ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan topik utama yang dibahas, yaitu mengenai peramalan dan manajemen produksi khususnya mengenai manajemen persediaan

BAB III PENGUMPULAN DATA

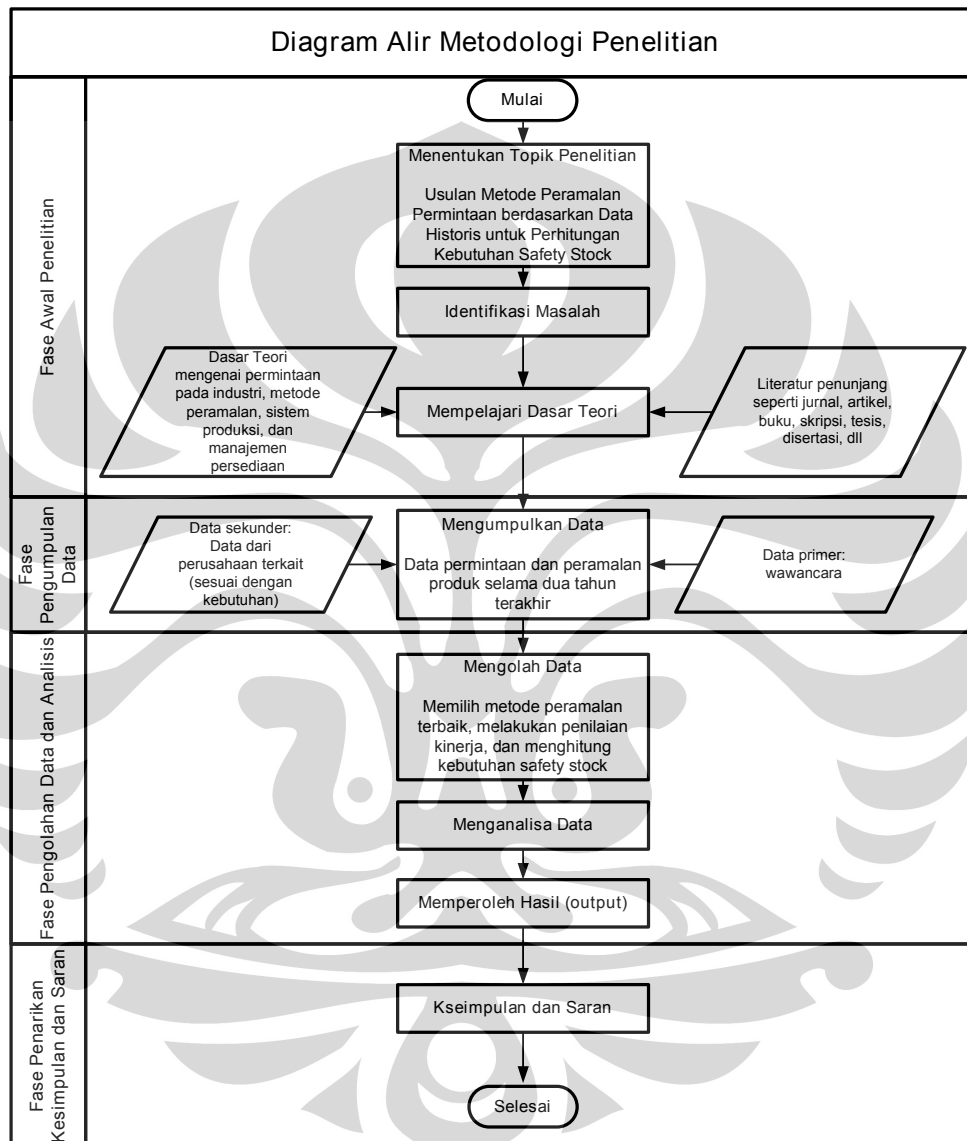
Bab ini berisi penjabaran data yang dikumpulkan dalam bentuk tabel maupun grafik

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi pengolahan data dengan menggunakan metode-metode yang terkait hingga menunjukkan hasil akhir serta pembahasannya lebih lanjut

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang ditarik dari seluruh pembahasan yang dilakukan, serta saran yang dapat diberikan penulis mengenai penelitian ini



Gambar 1.2. Diagram Alir Metode Penelitian

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan diuraikan mengenai dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian. Dasar-dasar teori ini kemudian akan digunakan sebagai acuan ketika melakukan analisa. Secara garis besar, bab ini berisi mengenai peramalan, manajemen permintaan, manajemen persediaan, dan pengukuran kinerja.

2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan permintaan merupakan aspek penting dalam proses membuat keputusan (Montgomery dan Johnson, 1998). Peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa (Asdjuredja dan Permana, 1990). Pengertian peramalan yang lainnya adalah pernyataan sederhana tentang masa depan (McLeavey, 1995). Peramalan itu sulit disusun dengan baik serta dapat memberikan hasil yang sempurna, hal ini disebabkan oleh situasi kondisi yang dinamik.

Sering terjadi bahwa kejadian sebenarnya tidak sesuai dengan perkiraan yang dibuat. Hal ini menimbulkan masalah baru, yakni peramalan yang telah disusun harus ditata kembali dengan segala akibat yang ditimbulkannya. Aspek-aspek yang menggunakan peramalan sangat banyak antara lain pengendalian persediaan, perencanaan produksi, perencanaan keuangan, penjadwalan karyawan, perencanaan fasilitas, dan penendalian proses (Montgomery dan Johnson, 1998).

Hasil peramalan akan keliru apabila data masa lalu yang digunakan atau yang dimasukkan ke dalam model tidak benar (Asdjuredja dan Permana, 1990), oleh sebab itu penyusun peramalan harus:

1. Tahu pasti sumber data serta penggunaannya
2. Mendapatkan data yang benar, yakni mempunyai hubungan yang erat dengan peramalan yang akan dibuat.

2.1.1 Prinsip dan Tujuan Peramalan

Peramalan memiliki prinsip-prinsip yang harus dipahami agar dapat membantu mendapatkan peramalan yang lebih efektif (Arnold dan Chapman, 2004: 204).

1. *Peramalan biasanya salah.* Kesalahan hasil peramalan tidak dapat dielakkan karena peramalan mencoba untuk melihat masa depan yang belum diketahui.
2. *Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan (error).* Peramalan yang dilakukan diprediksikan akan menemui kesalahan. Setiap peramalan seharusnya menyertakan estimasi kesalahan yang dapat menentukan tingkat kepercayaan, dapat berupa simpangan persentase antara peramalan dan permintaan sebenarnya yang dapat dianggap sebagai rentang nilai minimum dan maksimum.
3. *Peramalan akan lebih akurat untuk kelompok atau grup.* Perilaku dari *individual item* dalam sebuah grup adalah acak bahkan ketika grup tersebut berada dalam keadaan stabil.
4. *Peramalan lebih akurat untuk jangka waktu yang lebih dekat.* Masa depan yang akan diramalkan dalam waktu panjang memiliki ketidakpastian yang lebih tinggi daripada meramalkan untuk jangka waktu yang pendek.

Peran peramalan tidak bisa diremehkan karena terus berjalannya produksi, secara langsung bergantung dengan peramalan. Peramalan produksi diperlukan dalam manajemen operasional karena hal-hal berikut:

1. Ada ketidakpastian aktivitas produksi di masa yang akan datang
2. Kemampuan dan sumber daya perusahaan yang terbatas
3. Untuk meningkatkan pelayanan terhadap konsumen, dibutuhkan ketersediaan hasil produksi yang baik

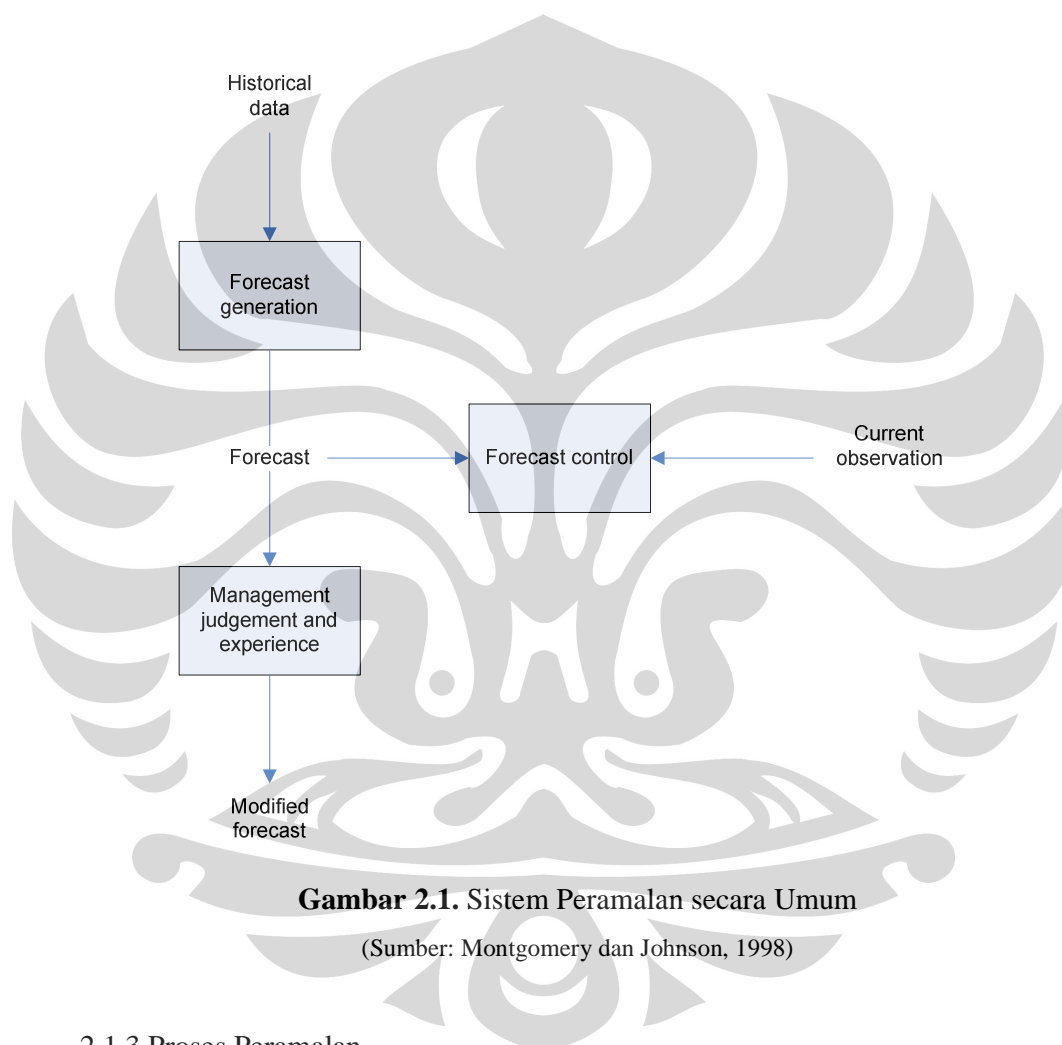
Dari penjelasan di atas, dapat dijelaskan secara singkat bahwa tujuan dari peramalan adalah:

1. Mengurangi ketidakpastian produksi

2. Sebagai langkah antisipasi yang dapat dilakukan sebelum datang permintaan sebenarnya
3. Sebagai bahan pembuatan penjadwalan produksi

2.1.2 Sistem Peramalan

Berikut ini adalah gambaran sistem peramalan secara umum.



Gambar 2.1. Sistem Peramalan secara Umum

(Sumber: Montgomery dan Johnson, 1998)

2.1.3 Proses Peramalan

Peramalan merupakan perkiraan keadaan di masa yang akan datang melalui penyajian atas data masa lalu. Pada umumnya proses dari suatu peramalan akan terdiri dari 6 tahap (Asdjuredja dan Permana, 1990), yakni:

- a. Menentukan tujuan

Tahap pertama dari proses peramalan ini adalah menentukan jenis dari apa yang akan diramalkan, dimana tujuannya akan sangat tergantung pada kebutuhan-kebutuhan informasi perusahaan. Penyusun peramalan harus dapat menentukan hal-hal sebagai berikut :

1. Variabel-variabel apa yang akan diramalkan
2. Ramalan jangka panjang atau jangka pendek ataupun kedua-duanya yang diinginkan
3. Kapan ramalan yang dibuat diperlukan
4. Derajat ketetapan yang bagaimanakah yang dibutuhkan
5. Siapa yang akan menggunakan peramalan tersebut
6. Untuk tujuan apakah peramalan tersebut dibuat

b. Pengembangan model

Sebagai langkah kedua adalah pengembangan model, hal ini disebabkan bahwa di dalam peramalan, model merupakan suatu kerangka analitik yang bila dimasukkan data akan menghasilkan suatu perkiraan untuk masa yang akan datang. Penyusun peramalan sebaiknya memilih suatu model yang dapat menggambarkan secara nyata dari perilaku variable-variabel yang dipertimbangkan.

c. Pengujian model

Langkah ketiga adalah pengujian model. Yang dimaksud dengan pengujian model adalah bahwa sebelum diterapkan model terpilih sebaiknya diuji terlebih dahulu dengan tujuan untuk menentukan tingkat daripada ketelitian, ketepatan serta kebenaran yang diinginkan. Nilai suatu peramalan akan sangat ditentukan oleh derajat ketepatan hasil peramalan dengan kenyataan sebenarnya.

d. Penerapan model

Tahap keempat adalah penerapan model, yakni setelah pengujian selesai, maka penyusun peramalan menerapkan model terpilih serta data masa lalu diolah dalam model ini untuk mendapatkan ramalan yang diinginkan

e. Revisi

Pada tahap ini ramalan yang telah disusun perlu ditinjau kembali bila perlu diperbaiki. Hal ini bisa terjadi mungkin disebabkan oleh adanya perubahan-perubahan, baik di dalam perusahaan maupun di luar perusahaan yang dapat mempengaruhi peramalan tersebut, seperti perubahan harga, karakteristik produk, dsb.

f. Evaluasi

Dalam tahap ini evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan ramalan yang telah dibuat dengan hasil sebenarnya. Hal ini dilakukan untuk penilaian kebenaran atas suatu teknik peramalan

2.1.4 Periode Peramalan

Peramalan seringkali diklasifikasikan berdasarkan periode waktu. Secara umum, periode waktu peramalan dibagi menjadi tiga, yakni jangka pendek (≤ 1 tahun), jangka menengah (1 – 3 tahun), dan jangka panjang (> 5 tahun). Untuk penggunaan dalam jangka pendek, peramalan dapat berfungsi sebagai acuan operasi tertentu. Untuk peramalan jangka panjang, peramalan dapat membantu membuat keputusan dalam menentukan lokasi pabrik dan kapasitas produksi. Dengan mengetahui peramalan permintaan masa depan, kita dapat mendeteksi besarnya rata-rata permintaan selama *lead time* untuk tujuan *inventory control*.

2.1.5 Metode Peramalan

Peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Sejauh ini, peramalan telah dikembangkan menjadi beberapa teknik yang dikelompokkan dalam dua kategori, yaitu kuantitatif dan kualitatif.

Peramalan kualitatif dapat dilakukan dengan cara-cara berikut (Setyawan, 2006):

1. *Juri opini eksekutif*. Dalam metode ini, peramalan dilakukan oleh eksekutif atau manajer tingkat atas perusahaan.

2. *Metode Delphi*. Metode ini dilakukan dengan melengkapi data untuk peramalan dengan membagikan daftar pertanyaan kepada konsumen atau masyarakat
3. *Tenaga Penjualan*. Peramalan dilakukan dengan memanfaatkan kedekatan tenaga penjual dengan konsumen
4. *Survei Pasar*. Dimana peramalan dilakukan dengan turun langsung ke lapangan atau pasar, sehingga diperoleh informasi langsung dari pasar

Sedangkan, metode lainnya, yakni metode peramalan kuantitatif, dipergunakan bila kondisi berikut terpenuhi (Manurung, 1990):

- a. Adanya informasi tentang masa lalu
- b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data
- c. Informasi tersebut dapat diasumsikan bahwa pola masa lalu akan terus bersambung sampai ke masa depan

Kategori peramalan kuantitatif memanfaatkan data historis (masa lalu) untuk diproyeksikan sebagai peramalan di masa mendatang. Data ini tergolong ke dalam data *time series*. Pengertian dari *time series* (runtun waktu) adalah himpunan observasi berurut dalam waktu atau dimensi apa saja yang lain (Soejoeti, 1987).

Berdasarkan sejarah nilai observasinya *time series* (runtun waktu) dibedakan menjadi dua, yakni runtun waktu deterministik dan runtun waktu stokastik. Runtun waktu deterministik adalah runtun waktu yang nilai observasi yang akan datang dapat diramalkan secara pasti berdasarkan observasi lampau. Runtun waktu stokastik adalah runtun waktu dengan nilai observasi yang akan datang bersifat probabilistik, berdasarkan observasi yang lampau (Zanzawi, 1987).

Teknik peramalan dengan menggunakan data *time series* (runtun waktu) ini memiliki beberapa asumsi yang perlu diperhatikan dan dipahami, yakni :

- a. Keajegan (*persistence*): Pola yang terjadi di masa lalu akan tetap terjadi di masa mendatang.

- b. Keteraturan (*regularity*): Variasi di masa lalu akan secara teratur muncul di masa depan.
- c. Keandalan (*reliability*) dan kesahihan (*validity*) data: Ketepatan ramalan tergantung kepada keandalan dan kesahihan data yg tersedia.

Berikut ini merupakan beberapa metode peramalan kuantitatif yang sering digunakan.

a) Metode Naïve

Metode Naïve adalah *metode peramalan* yang sangat sederhana. Metode ini sering digunakan sebagai pembanding karena metode ini sangat mudah dan tidak perlu mengeluarkan biaya berlebih. Selain itu, metode ini sering dijadikan alternatif baru dengan cara mengkombinasikannya dengan metode lain karena metode ini benar-benar tidak mendeteksi adanya komponen tren, seasonal, maupun siklis. Metode ini murni merefleksikan permintaan pada periode sebelumnya tanpa ada pembobotan maupun faktor-faktor lainnya. Metode ini hanya menggunakan data nilai aktual periode lalu sebagai ramalan/perkiraan untuk periode ini, data aktual periode ini akan sama dengan peramalan untuk periode berikutnya, dan begitu seterusnya. Dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_t = X_{t-1} \quad (2.1)$$

Keterangan :

F_t = *Forecast* pada periode t

X_{t-1} = Aktual *demand* periode t-1

b) *Single Exponential Smoothing*

Exponential Smoothing adalah suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa

lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak.

Metode *single exponential smoothing* banyak digunakan di dalam peramalan sederhana, efisien didalam perhitungan, perubahan peramalan mudah disesuaikan dengan perubahan data, dan ketelitian metode ini cukup besar (Arga, 1984). *Single exponential smoothing* banyak digunakan untuk peramalan jangka pendek. Metode ini biasanya digunakan jika data cukup konstan (data mengandung trend yang tidak terlalu signifikan).

Single exponential smoothing dirumuskan sebagai berikut :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (X_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

F_t = Forecast pada periode t

F_{t-1} = Forecast pada periode t-1

α = konstanta smoothing

X_{t-1} = Aktual demand periode t-1

Hal utama yang dilakukan dalam metode *single exponential smoothing* adalah menentukan nilai α . Nilai α ini dapat disesuaikan dengan pola historis data aktual. Apabila pola historis dari data aktual sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, nilai α yang dipilih yang mendekati 1. Jika pola historis dari data aktual tidak berfluktuasi atau relatif stabil dari waktu ke waktu, nilai α dipilih yang mendekati 0. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan *trial and error* sehingga menemukan nilai α yang menghasilkan nilai MAPE terkecil.

c) *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Metode ini lebih kompleks jika dibandingkan dengan metode-metode peramalan yang lain karena metode peramalan ini memperhatikan pergerakan pola, tren, serta faktor musiman dari

suatu permintaan.

Metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-L+m} \quad (2.3)$$

Keterangan :

S = *Smoothed value of deseasonalized series*

T = *Smoothed value of trend*

I = *Smoothed value of seasonal factor*

L = *Length of seasonality*

d) *Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naïve*

Metode ini menghasilkan peramalan berdasarkan penggabungan dari dua metode peramalan, yakni *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naïve*. Hasil peramalan diperoleh dengan cara merata-ratakannya.

e) *Product Aggregation*

Peramalan yang dilakukan pada tingkat *family product* akan lebih akurat daripada peramalan pada tingkat *individual item*. Pada tingkat item produk, permintaan cenderung menunjukkan variasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan permintaan pada *family product*. Untuk permintaan dengan tipe *seasonal*, memisahkan *seasonal index* pada tingkat *family product* menghasilkan estimasi yang lebih baik pada peramalan tingkat *individual item*.

Berikut ini merupakan langkah peramalan dengan menggunakan metode *product aggregation*. Pertama-tama, yang dilakukan adalah mengumpulkan data permintaan semua item produk dalam satu *family* produk dengan rumus :

$$X_{j,t,t+1} = \alpha_{j,t} \cdot f_{t+1-P}^N \quad (2.4)$$

Keterangan :

$X_{j,t,t+1}$ = Peramalan permintaan untuk produk j pada periode t+1, dan dibuat di akhir periode t.

$\alpha_{j,t}$ = Tingkat permintaan produk j pada periode t.

f_{t+1-P}^N = *Seasonal index* untuk *family product* pada periode t.

Setelah didapat hasil peramalan individual item, dilakukan peramalan kembali pada tingkat *family product*, dengan rumus :

$$X_t = \sum X_{j,t} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$X_{j,t,t}$ = Peramalan permintaan untuk produk j pada periode t

X_t = Total peramalan permintaan produk j

f) *Product Aggregation combined with Naïve*

Metode ini menghasilkan peramalan berdasarkan penggabungan dari dua metode peramalan, yakni *Product Aggregation* dengan *Naïve*. Hasil peramalan diperoleh dengan cara merata-ratakannya.

2.1.6 Akurasi Peramalan

Peramalan tidak pernah sempurna. Peramalan terhadap kondisi di masa mendatang umumnya tidak dapat persis sama dengan kenyataan sesungguhnya yang terjadi di masa yang akan datang. Dalam setiap peramalan yang dibuat selalu dihasilkan bias.

Kesalahan peramalan didefinisikan sebagai perbedaan nilai antara hasil ramalan dengan keadaan sesungguhnya. Besarnya kesalahan peramalan permintaan dalam suatu periode merupakan besarnya permintaan sesungguhnya dikurangi peramalan permintaan untuk periode tersebut. Nilai kesalahan peramalan menunjukkan apakah peramalan yang dilakukan sudah cukup baik. Metode peramalan terbaik adalah yang menghasilkan nilai kesalahan peramalan

yang terkecil. Agar didapat peramalan yang memiliki tingkat keakuratan yang baik maka perlu dilakukan uji ketelitian dengan mencari error terkecil dengan menghitung nilai :

- *Mean Squared Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n} \quad (2.6)$$

MSE menunjukkan rata-rata dari kuadrat kesalahan yang terjadi selama periode peramalan.

- *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n} \quad (2.7)$$

MAD menunjukkan rata-rata dari nilai absolut kesalahan yang terjadi selama periode peramalan.

- *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum |E_t|/D_t}{n} \times 100 \quad (2.8)$$

MAPE menunjukkan rata-rata persentase dari nilai absolut kesalahan yang terjadi selama periode peramalan terhadap permintaan aktual.

Keterangan :

E_t = *Forecast error* pada periode t

D_t = Permintaan pada periode t

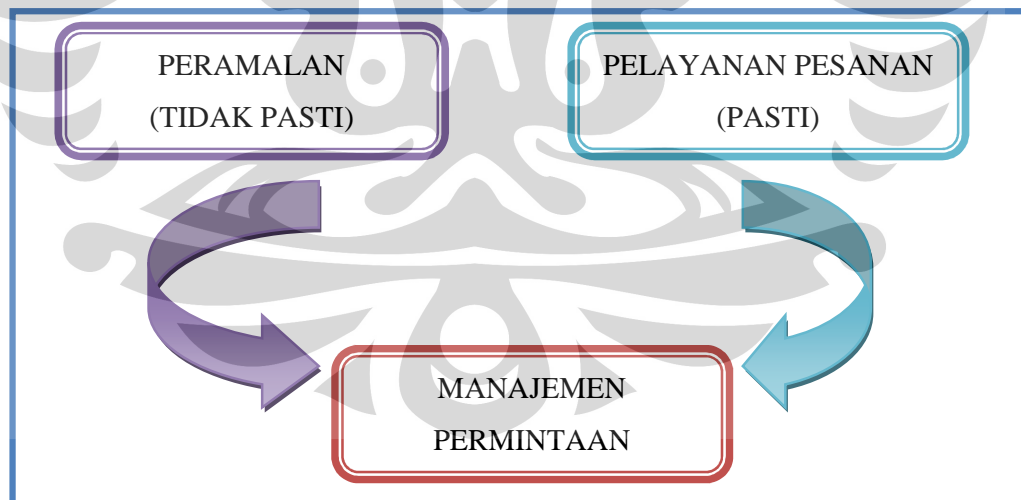
n = Jumlah periode

2.2 Manajemen Permintaan

Pada dasarnya manajemen permintaan (*demand management*) didefinisikan sebagai suatu fungsi pengelolaan dari semua permintaan produk. Tujuannya

adalah untuk menjamin bahwa penyusun jadwal induk (*master scheduler*) mengetahui dan menyadari semua permintaan produk itu. Permintaan terdiri dari beberapa komponen di dalamnya, yakni tren, variasi musiman, variasi siklis, dan sisanya adalah variasi random.

Secara garis besar aktivitas-aktivitas dalam manajemen permintaan dapat dikategorikan ke dalam dua aktifitas utama, yaitu pelayanan pesanan (*order service*) dan peramalan (*forecasting*). Pelayanan pesanan bersifat pasti, sedangkan aktivitas peramalan bersifat tidak pasti. Tujuan dari manajemen permintaan adalah mengkoordinasikan dan mengontrol semua permintaan agar sistem produksi dan operasi dapat digunakan secara efisien. Jika tujuan ini tercapai, produk akan sampai ke tangan *customer* dalam jumlah yang tepat, waktu yang tepat, dan juga kualitas yang baik. Kebutuhan gudang, pengantaran, dan kebutuhan komponen yang dibutuhkan akan terkoordinasi dengan baik. Perusahaan dapat berperan aktif dalam mengontrol besarnya permintaan dengan cara menaikkan atau menurunkan harga. Perusahaan juga dapat berperan pasif merespon permintaan dengan memproyeksikan pola permintaan sebelumnya untuk kebutuhan peramalan di masa yang akan datang.

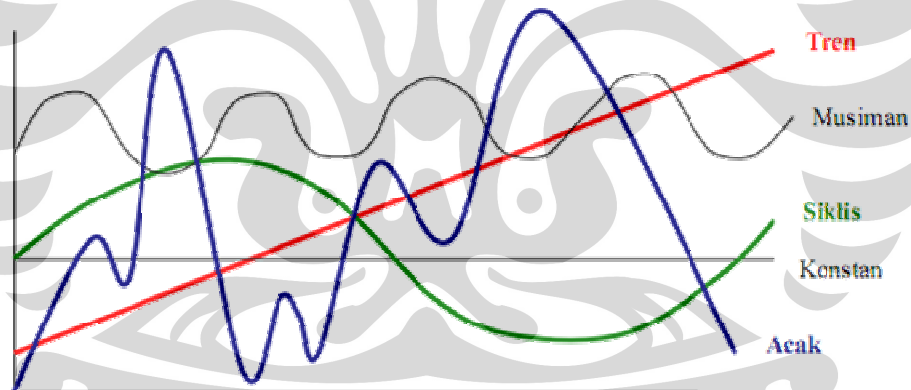


Gambar 2.2. Aktifitas Utama dalam Manajemen Permintaan

(Sumber : Gazperz, 1998)

2.2.1 Karakteristik permintaan

Secara umum dapat dijelaskan, bahwa peramalan produksi dengan pendekatan analisis runtun waktu (*time series*), dilakukan dengan memanfaatkan data masa lalu yang dimiliki perusahaan secara *series*. Permintaan terhadap suatu produk dapat menunjukkan sebaran yang beragam sehingga memiliki karakteristik tertentu dalam suatu periode tertentu. Berdasarkan data masa lalu tersebut, peramalan dapat dilakukan dengan cara mendeteksi perilaku pergerakan permintaan. Perusahaan memerlukan data yang cukup untuk melakukan peramalan. Data permintaan merupakan data terpenting yang dapat digunakan sebagai pertimbangan peramalan untuk periode berikutnya. Apabila digambarkan dalam sebuah grafik, maka data historis akan menunjukkan berbagai macam bentuk maupun pola dari tingkat permintaan yang ada (Arnold dan Chapman, 2004). Data yang dimiliki perusahaan dapat menunjukkan macam-macam pola data, seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3. Pola-Pola Tingkat Permintaan yang Terbentuk dari Data Historis

(Sumber: Setyawan, 2006)

Tingkat permintaan biasanya membentuk pola-pola sebagai berikut:

1. Tren (*Trend*)

Pola permintaan tren biasanya dialami oleh produk yang baru mengalami masa kejayaan (*prosperity*) dalam suatu siklus hidupnya.

Pada masa seperti itu, biasanya produk akan menunjukkan kecenderungan (tren) naik. Dan sebaliknya, pada masa *declined* produk akan menunjukkan kecenderungan tren yang menurun.

2. Musiman (*Seasonality*)

Pola musiman biasanya terbentuk oleh permintaan dengan produk yang tingkat permintaannya dipengaruhi oleh cuaca, musim liburan, maupun hari-hari besar. Dasar periode untuk permintaan musiman biasanya dalam rentang waktu tahunan, akan tetapi bulanan dan mingguan juga bisa membentuk suatu pola permintaan musiman.

3. Acak (*Random*)

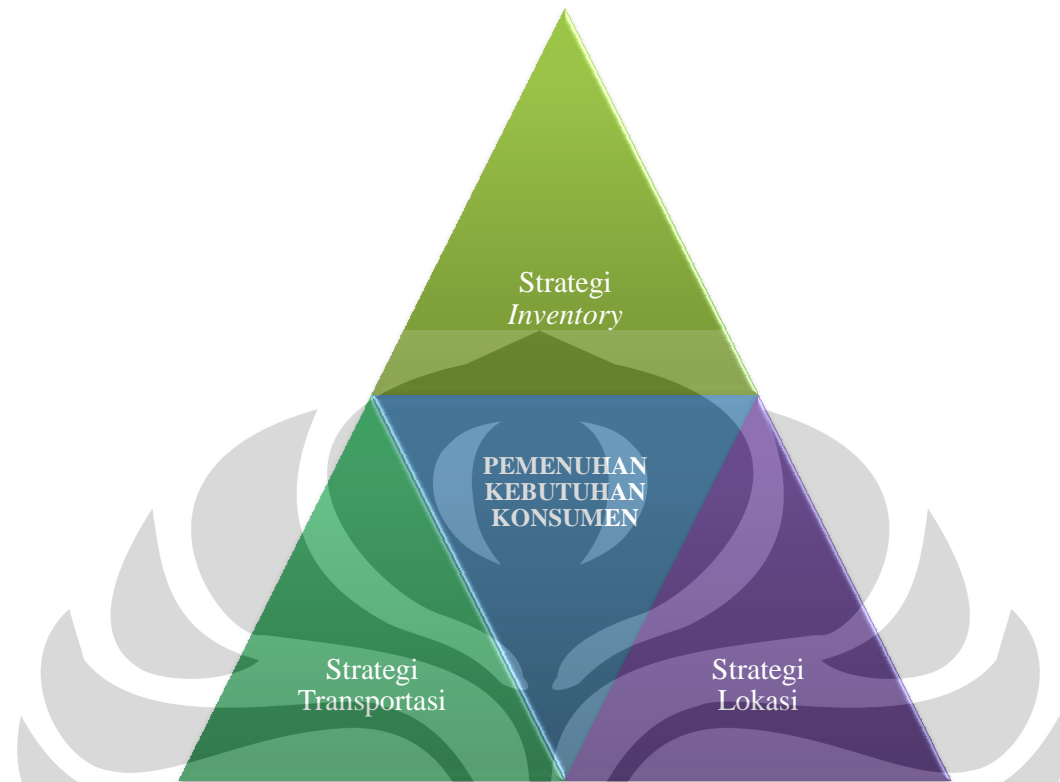
Pola acak biasanya terjadi pada produk yang tingkat permintaannya dipengaruhi oleh banyak faktor dalam suatu periode tertentu. Variasi yang terjadi mungkin akan sangat kecil, namun membentuk pola acak yang tidak menentu.

4. Siklis (*Cycle*)

Pola siklis hampir sama dengan pola permintaan musiman. Namun, pola permintaan siklis terbentuk dalam satu rentang periode yang lebih panjang, misal pola musiman tersebut terbentuk dalam rentang waktu beberapa tahun maupun dekade.

2.3 Manajemen Persediaan

Dalam manajemen rantai pasok (*supply chain management*), strategi dalam menetapkan persediaan memiliki peranan yang sangat penting. *Supply Chain* merupakan urutan dari bisnis proses dan aktifitas-aktifitas dari mulai *supplier* hingga ke tangan konsumen yang menyediakan produk, jasa, dan informasi untuk memenuhi kepuasan konsumen. Berikut ini adalah kedudukan strategi *inventory* pada *supply chain management*.



Gambar 2.4. Segitiga Strategi *Supply Chain*

(Sumber: Ballou, 2004)

Segitiga di atas menggambarkan strategi-strategi yang perlu diperhatikan dalam *supply chain management*. Strategi persediaan, strategi transportasi, dan strategi lokasi adalah strategi yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen, antara lain menyediakan produk, jasa, dan informasi.

Manajemen persediaan merupakan hal yang mendasar dalam penetapan keunggulan kompetitif jangka panjang. Mutu, rekayasa, produk, harga, lembur, kapasitas berlebih, kemampuan merespon pelanggan akibat kinerja kurang baik, waktu tenggang (lead time) dan profitabilitas keseluruhan adalah hal-hal yang dipengaruhi oleh tingkat persediaan. Perusahaan dengan tingkat persediaan yang lebih tinggi daripada pesaing cenderung berada dalam posisi kompetitif yang lemah.

Kebijaksanaan manajemen persediaan telah menjadi sebuah senjata untuk memenangkan kompetisi. Pada perusahaan manufaktur, persediaan terdiri dari

persediaan bahan baku, barang dalam proses dan persediaan barang jadi. Manajemen persediaan barang jadi bertujuan agar tingkat persediaan barang jadi cukup, tidak terlalu banyak tetapi tidak terlalu sedikit, sehingga mengurangi risiko terjadinya *shortage*. Dengan kata lain, perusahaan tidak kehilangan kesempatan untuk melayani penjualan karena kurangnya produk yang tersedia.

Ada beberapa informasi yang harus diketahui dalam manajemen persediaan. Berikut ini akan dikemukakan penjelasan singkat berkaitan dengan informasi yang ada di seputar manajemen persediaan, yaitu :

- *Lead time* adalah waktu (banyaknya periode) yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk.
- *On hand* adalah posisi persediaan awal yang secara fisik tersedia dalam stok, yang merupakan kuantitas dari produk yang ada di dalam stok.
- *Safety stock* adalah stok tambahan dari item yang direncanakan untuk berada dalam persediaan yang dijadikan sebagai stok pengaman. Tujuan dari stok pengaman ini adalah mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu singkat (*short-term customer orders*), penyerahan item untuk pengisian kembali persediaan.

2.3.1 Pengertian Persediaan (*Inventory*)

Persediaan adalah suatu sumber daya menganggur yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut (Bahagia, 2006). Keberadaan persediaan pada suatu perusahaan perlu diatur sedemikian rupa sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan pemakai dapat dijamin, tetapi ongkos yang ditimbulkan sekecil mungkin.

2.3.2 Fungsi persediaan

Fungsi persediaan dapat diidentifikasi menjadi 3 jenis motif (Buchan dan Koenigsberg, 1977) yakni :

1. Motif transaksi (*transaction motive*), motif ini bertujuan untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan barang. Besarnya persediaan minimal untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan disebut stok operasi (*operating stock*).
2. Motif berjaga-jaga (*precautionary motive*), motif ini adalah motif untuk meredam ketidakpastian baik yang berasal dari pemakai (*user*) maupun pemasok (*supplier*). Besarnya persediaan untuk meredam ketidakpastian disebut cadangan pengaman (*safety stock*) atau cadangan penyangga (*buffer stock*).
3. Motif berspekulasi (*speculative motive*), motif ini adalah motif untuk mendapatkan keuntungan yang berlipat ganda di kemudian hari.

Laba yang maksimal dapat dicapai dengan meminimalkan biaya yang berkaitan dengan persediaan. Namun meminimalkan biaya persiapan dapat dicapai dengan memesan atau memproduksi dalam jumlah yang kecil, sedangkan untuk meminimalkan biaya pemesanan dapat dicapai dengan melakukan pesanan yang besar dan jarang. Jadi meminimalkan biaya penyimpanan mendorong jumlah persediaan yang sedikit atau tidak ada, sedangkan meminimalkan biaya pemesanan harus dilakukan dengan melakukan pemesanan persediaan dalam jumlah yang relatif besar, sehingga mendorong jumlah persediaan yang besar. Alasan yang kedua yang mendorong perusahaan menyimpan persediaan dalam jumlah yang relatif besar adalah masalah ketidakpastian permintaan. Jika permintaan akan bahan atau produk lebih besar dari yang diperkirakan, maka persediaan dapat berfungsi sebagai penyangga, yang memberikan perusahaan kemampuan untuk memenuhi tanggal penyerahan sehingga pelanggan merasa puas. Secara umum alasan untuk memiliki persediaan adalah sebagai berikut :

1. Untuk menyeimbangkan biaya pemesanan atau persiapan dan biaya penyimpanan.
2. Untuk memenuhi permintaan pelanggan, misalnya menepati tanggal pengiriman.
3. Untuk menghindari penutupan fasilitas manufaktur akibat :
 - a. Kerusakan mesin

- b. Kerusakan komponen
 - c. Tidak tersedianya komponen
 - d. Pengiriman komponen yang terlambat
4. Untuk menyanggah proses produksi yang tidak dapat diandalkan.
 5. Untuk memanfaatkan diskon
 6. Untuk menghadapi kenaikan harga di masa yang akan datang.

2.3.3 Perhitungan kebutuhan *safety stock*

Safety stock merupakan persediaan yang disiapkan sebagai penyangga untuk mengantisipasi adanya perbedaan antara peramalan dan permintaan aktual, antara *delivery time* yang diharapkan dan aktualnya, serta hal-hal tak terduga lainnya. Jumlah *safety stock* yang dibutuhkan untuk memenuhi tingkat permintaan / kebutuhan tertentu dapat ditentukan melalui simulasi komputer atau metode statistik. Dalam perhitungannya, diperlukan sampel data mengenai volume penjualan / penggunaan dan siklus pengorderan. Formula yang digunakan untuk menghitung nilai *safety stock* adalah :

$$\sigma_c = \sqrt{\bar{R}(\sigma_s^2) + \bar{S}^2(\sigma_R^2)} \quad (2.9)$$

Dimana :

- σ_c = Jumlah *safety stock* yang dibutuhkan
- \bar{R} = Siklus pengisian persediaan rata-rata (*lead time*)
- σ_s = Standar deviasi penjualan / penggunaan rata-rata
- \bar{S} = Penjualan / penggunaan rata-rata
- σ_R = Standar deviasi siklus pengisian persediaan (*lead time*)

Standar deviasi penjualan / penggunaan rata-rata (σ_s) didapat dari formula berikut. Demikian juga dengan formula untuk perhitungan standar deviasi siklus pengisian persediaan (σ_R) :

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

Dimana :

f = frekuensi kejadian

d = deviasi kejadian terhadap rata-rata (*mean*)

n = Total observasi

Sehubungan dengan ketidakakuratan peramalan, terdapat formula dalam menentukan *safety stock*, yakni:

$$\text{Safety stock} = \text{Service Level} \times \text{Forecast Error} \times \sqrt{\text{lead Time}} \quad (2.11)$$

Nilai *service level* yang digunakan dalam perhitungan rumus ini adalah besarnya nilai *z* dari persentase tingkat pelayanan yang diharapkan. *Forecast error* yang digunakan adalah nilai *Root Mean Square Error*, sedangkan *Lead Time* yang digunakan adalah rentang waktu dimulai dari saat pemesanan barang hingga barang siap digunakan.

2.4 Pengukuran Kinerja

Performa perusahaan pada umumnya diukur secara berkala untuk menjaga keberlangsungan produksi dengan tujuan terus meningkatkan keuntungan yang dihasilkan. Kinerja suatu perusahaan dapat diukur dari kepuasan konsumen, yakni seberapa banyak permintaan yang terpenuhi. Berikut ini adalah cara mengukur kinerja perusahaan melalui kepuasan konsumen.

2.4.1 *Service Level*

Service level atau tingkat pelayanan merupakan salah satu metode untuk penilaian kinerja dari manajemen persediaan dan juga gudang (Bahagia, 2006). *Service level* adalah suatu tingkat yang memperlihatkan jumlah pemesanan (reservasi) akan suatu produk yang dipenuhi tepat waktu dibandingkan dengan total permintaan terhadap produk tersebut. Biasanya *service level* dinyatakan dalam satuan persen, dimana semakin mendekati nilai 100%, berarti kebutuhan akan produk dapat terpenuhi dengan sangat baik. Nilai *service level* ini memiliki keterkaitan dengan jumlah kejadian *stock out*, yaitu kekurangan produk daripada

yang dibutuhkan, yang merupakan salah satu cara penilaian kerja *inventory control*. Semakin tinggi nilai *service level*, maka kejadian *stock out* semakin jarang.

Nilai *service level* dapat diperoleh dengan menggunakan formula berikut :

$$\text{Service level} = \left(\frac{\text{Jumlah permintaan terpenuhi}}{\text{Total permintaan}} \right) \times 100\% \quad (2.12)$$



BAB III

PENGUMPULAN DATA

Berdasarkan hasil wawancara, ditemukanlah sebuah tipe *Printer* yang akan diteliti yakni tipe *Printer* tipe CA50 yang dapat menggambarkan permintaan *customer* terhadap produk *Printer* yang diproduksi oleh perusahaan. Data yang diambil adalah data permintaan mulai April 2008 hingga Maret 2010. Hal ini ditujukan agar data yang diambil dapat cukup representatif untuk menggambarkan fluktuasi permintaan yang terjadi.

3.1 Data Permintaan Produk

Berikut ini merupakan tabel yang berisi data permintaan terhadap produk *Printer* Tipe CA50 selama dua tahun. diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Permintaan *Printer* Tipe CA50

Tahun	Periode	Permintaan
2008	07/04/2008	19210
	14/04/2008	18650
	21/04/2008	14309
	28/04/2008	25226
	05/05/2008	24377
	12/05/2008	22039
	19/05/2008	20562
	26/05/2008	22309
	02/06/2008	19523
	09/06/2008	16139
	16/06/2008	18633
	23/06/2008	20519
	07/07/2008	33976
	14/07/2008	23521
	21/07/2008	20433
	28/07/2008	21665

(Sumber: PT Indonesia Epson Industry)

Tabel 3.1 Permintaan *Printer* Tipe CA50 (lanjutan)

Tahun	Periode	Permintaan
2008	04/08/2008	26543
	11/08/2008	23260
	18/08/2008	24652
	25/08/2008	25283
	01/09/2008	25480
	08/09/2008	21742
	15/09/2008	24040
	22/09/2008	24352
	06/10/2008	19442
	13/10/2008	16751
	20/10/2008	9396
	27/10/2008	21504
	03/11/2008	17756
	10/11/2008	14780
	17/11/2008	13672
	24/11/2008	16800
	01/12/2008	19747
08/12/2008	8432	
15/12/2008	13444	
22/12/2008	15070	
2009	05/01/2009	29924
	12/01/2009	16280
	19/01/2009	14552
	26/01/2009	17636
	02/02/2009	16260
	09/02/2009	17296
	16/02/2009	20692
	23/02/2009	20996
	02/03/2009	13096
	09/03/2009	17956
16/03/2009	20468	

(Sumber: PT Indonesia Epson Industry)

Tabel 3.1 Permintaan *Printer* Tipe CA50 (lanjutan)

Tahun	Periode	Permintaan
2009	23/03/2009	19928
	06/04/2009	15927
	13/04/2009	15843
	20/04/2009	12455
	27/04/2009	21312
	04/05/2009	13536
	11/05/2009	12525
	18/05/2009	11508
	25/05/2009	11757
	01/06/2009	10537
	08/06/2009	7780
	15/06/2009	8795
	22/06/2009	9432
	06/07/2009	17629
	13/07/2009	13736
	20/07/2009	12806
	27/07/2009	13103
	03/08/2009	15266
	10/08/2009	14770
	17/08/2009	15464
	24/08/2009	16065
	07/09/2009	17462
	14/09/2009	11972
	21/09/2009	896
	28/09/2009	13104
	05/10/2009	9456
	12/10/2009	6580
	19/10/2009	5572
	26/10/2009	8800
	02/11/2009	4172
09/11/2009	632	

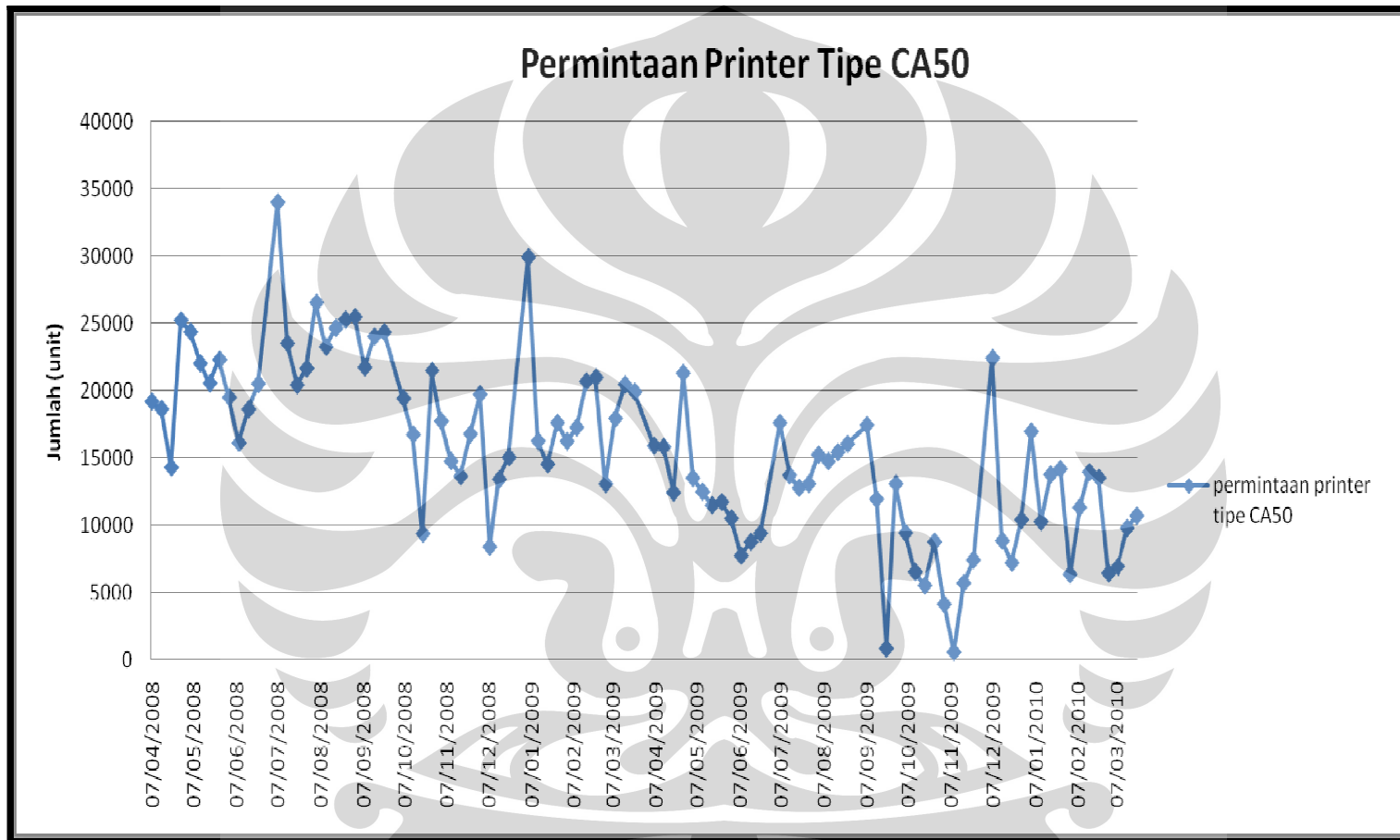
(Sumber: PT Indonesia Epson Industry)

Tabel 3.1 Permintaan *Printer* Tipe CA50 (lanjutan)

Tahun	Periode	Permintaan
2009	16/11/2009	5744
	23/11/2009	7470
	07/12/2009	22424
	14/12/2009	8880
	21/12/2009	7252
	28/12/2009	10436
2010	04/01/2010	16976
	11/01/2010	10296
	18/01/2010	13792
	25/01/2010	14196
	01/02/2010	6396
	08/02/2010	11356
	15/02/2010	13968
	22/02/2010	13528
	01/03/2010	6480
	08/03/2010	6984
	15/03/2010	9816
	22/03/2010	10738

(Sumber: PT Indonesia Epson Industry)

Data di atas merupakan data permintaan produk *Printer* Tipe CA50 selama dua tahun. Untuk menggambarkan fluktuasi dari permintaan, data tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik. Berikut ini adalah visualisasi dari data permintaan selama dua tahun tersebut.

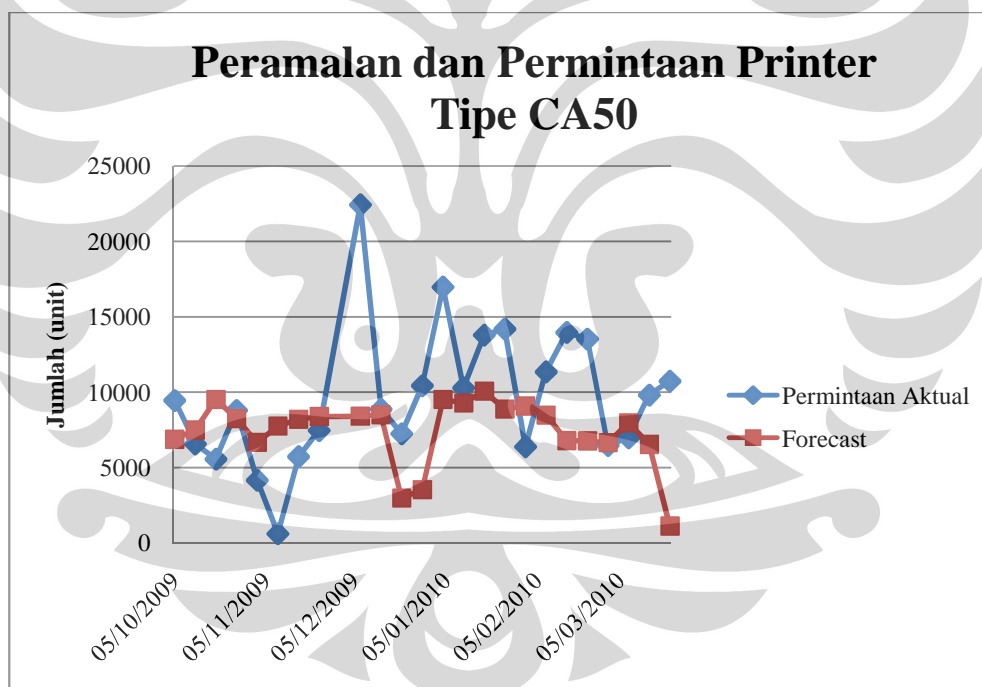


Gambar 3.1 Pergerakan Permintaan *Printer* Tipe CA50

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa pola permintaan adalah musiman. Pada bulan Juli dan Desember, permintaan cenderung meningkat. Berdasarkan wawancara, hal ini dikarenakan bulan Juli merupakan masa liburan atau pergantian tahun ajaran baru. Sedangkan pada bulan Desember, permintaan meningkat karena banyak diberlakukannya strategi promosi berupa diskon akhir tahun (*end year sales*).

3.2 Data Peramalan Produk

Dalam menjalankan aktifitas produksinya, perusahaan memiliki acuan peramalan yang digunakan untuk mempersiapkan produksi. Kelancaran produksi sangatlah bergantung dari peramalan tersebut. Berikut ini adalah perbedaan nilai peramalan dan permintaan aktual disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 3.2 Peramalan dan Permintaan *Printer* Tipe CA50

Perbedaan antara besarnya peramalan dan permintaan menunjukkan ketidakakuratan peramalan tersebut. Berikut ini merupakan data besarnya peramalan dan permintaan aktual selama 6 bulan.

Tabel 3.2 Peramalan dan Permintaan *Printer* Tipe CA50

Period	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
05/10/2009	9456	6890	2566	2566	6584356	27,1	27,1
12/10/2009	6580	7510	-930	930	864900	-14,1	14,1
19/10/2009	5572	9536	-3964	3964	15713296	-71,1	71,1
26/10/2009	8800	8253	547	547	299209	6,2	6,2
02/11/2009	4172	6681	-2509	2509	6295081	-60,1	60,1
09/11/2009	632	7764	-7132	7132	50865424	-1128,5	1128,5
16/11/2009	5744	8223	-2479	2479	6145441	-43,2	43,2
23/11/2009	7470	8392	-922	922	850084	-12,3	12,3
07/12/2009	22424	8424	14000	14000	196000000	62,4	62,4
14/12/2009	8880	8524	356	356	126736	4,0	4,0
21/12/2009	7252	2989	4263	4263	18173169	58,8	58,8
28/12/2009	10436	3541	6895	6895	47541025	66,1	66,1
04/01/2010	16976	9528	7448	7448	55472704	43,9	43,9
11/01/2010	10296	9292	1004	1004	1008016	9,8	9,8
18/01/2010	13792	10072	3720	3720	13838400	27,0	27,0
25/01/2010	14196	8900	5296	5296	28047616	37,3	37,3
01/02/2010	6396	9096	-2700	2700	7290000	-42,2	42,2
08/02/2010	11356	8496	2860	2860	8179600	25,2	25,2
15/02/2010	13968	6800	7168	7168	51380224	51,3	51,3
22/02/2010	13528	6784	6744	6744	45481536	49,9	49,9
01/03/2010	6480	6660	-180	180	32400	-2,8	2,8
08/03/2010	6984	7980	-996	996	992016	-14,3	14,3
15/03/2010	9816	6552	3264	3264	10653696	33,3	33,3
22/03/2010	10738	1134	9604	9604	92236816	89,4	89,4
			2247	4064	27669656	-33	83
			Mean Error	MAD	MSE	MPE	MAPE

Terlihat pada tabel di atas, nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* adalah sebesar 83%. Nilai ini terbilang cukup besar karena berarti peramalan yang diberlakukan rata-rata memiliki simpangan hingga $\pm 83\%$ dari permintaan yang sebenarnya.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

Hasil pengolahan data yang terkumpul dari wawancara, observasi, dan studi pustaka dianalisis untuk memperoleh kesimpulan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut :

1. Melakukan pengolahan data dengan menggunakan beberapa metode peramalan, yakni metode *Naive*, *Single Exponential Smoothing*, *Holt-Winters Exponential Smoothing*, Kombinasi antara *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naive*, *Product Aggregation* , Kombinasi antara *Product Aggregation* dan *Naive*.
2. Memilih metode peramalan yang terbaik. Agar didapat peramalan yang memiliki tingkat keakuratan yang baik maka perlu dilakukan uji ketelitian dengan melihat nilai *Mean Average Percentage Error (MAPE)* terkecil
3. Setelah didapat metode peramalan terbaik, akan dilakukan proyeksi peramalan untuk periode berikutnya
4. Setelah itu, akan dipaparkan perbandingan penilaian kinerja berdasarkan perhitungan besarnya *service level* sebelum dan sesudah diterapkannya peramalan yang terpilih
5. Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi perhitungan *safety stock* dengan *service level* yang ditentukan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam penetapan besar *safety stock*.

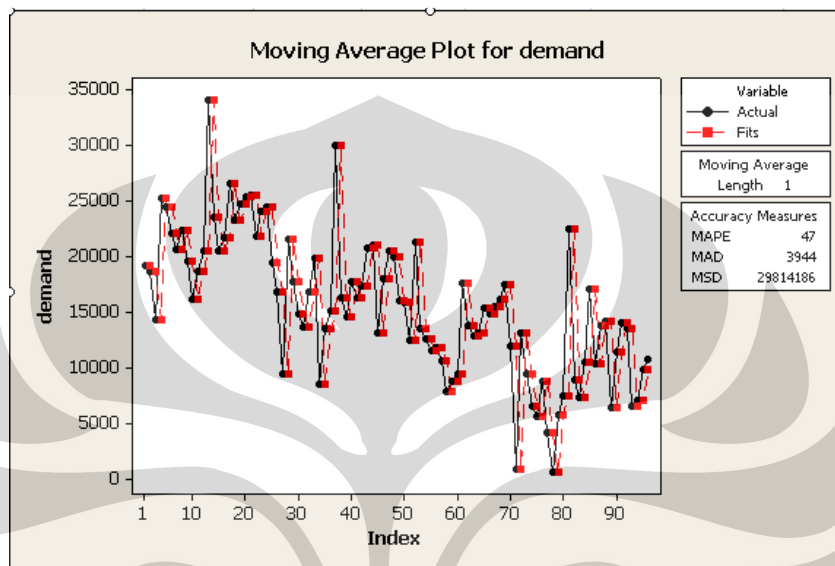
4.1 Peramalan

Untuk pola permintaan yang *seasonal*, terdapat beberapa metode peramalan yang dapat digunakan, yakni *Exponential Smoothing*, *Holt-Winters Exponential Smoothing*, Kombinasi antara *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naive*, *Product Aggregation* , Kombinasi antara *Product Aggregation* dan *Naive*.

Karena terdapat beberapa metode yang dikombinasikan dengan metode *Naive*, maka dilakukan perhitungan peramalan dengan metode *Naive* terlebih dahulu. Pada metode *Naive*, peramalan permintaan untuk periode berikutnya

dinyatakan sama besarnya dengan permintaan pada periode tersebut seperti yang dinyatakan pada rumus 2.1.

Perhitungan dilakukan dengan bantuan minitab dengan menggunakan *Moving Average* dengan *Length = 1*, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4.1. Pengolahan Data dengan Metode *Naive*

Terlihat dari pengolahannya dengan bantuan minitab, besarnya MAPE yang diperoleh dengan menggunakan metode *Naive* adalah sebesar 47. Nilai ini berarti bahwa peramalan yang dihasilkan oleh metode *Naive* memiliki simpangan paling besar $\pm 47\%$ dari data aktual.

Setiap metode peramalan memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda. Beberapa metode peramalan selain metode *Naive* memerlukan usaha yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode *Naive* yang sangat sederhana. Oleh karena itu, performa metode *Naive* cocok untuk dijadikan pembandingan terhadap metode-metode peramalan yang lain. Selain karena konsep perhitungannya yang sangat sederhana, perhitungan dengan menggunakan metode *Naive* ini terlibat dalam peramalan kombinasi karena berbeda dengan metode peramalan yang lainnya, metode *Naive* merupakan metode yang paling sederhana yang benar-benar mewakili permintaan pada periode sebelumnya tanpa memperhatikan efek

seasonal, tren, dsb. Dalam statistik, metode *Naive* umumnya disebut sebagai *random walk model*.

Berikut ini adalah pengolahan data dengan metode *Naive* yang berikutnya akan digunakan dalam kombinasi metode peramalan yang lainnya.

Tabel 4.1. Pengolahan Data dengan Metode *Naive*

Periode	Metode <i>Naive</i>	
	Permintaan	Forecast
07/04/2008	19210	
14/04/2008	18650	19210
21/04/2008	14309	18650
28/04/2008	25226	14309
05/05/2008	24377	25226
12/05/2008	22039	24377
19/05/2008	20562	22039
26/05/2008	22309	20562
02/06/2008	19523	22309
09/06/2008	16139	19523
16/06/2008	18633	16139
23/06/2008	20519	18633
07/07/2008	33976	20519
14/07/2008	23521	33976
21/07/2008	20433	23521
28/07/2008	21665	20433
04/08/2008	26543	21665
11/08/2008	23260	26543
18/08/2008	24652	23260
25/08/2008	25283	24652
01/09/2008	25480	25283
08/09/2008	21742	25480
15/09/2008	24040	21742
22/09/2008	24352	24040
06/10/2008	19442	24352
13/10/2008	16751	19442
20/10/2008	9396	16751
27/10/2008	21504	9396
03/11/2008	17756	21504
10/11/2008	14780	17756
17/11/2008	13672	14780
24/11/2008	16800	13672
01/12/2008	19747	16800
08/12/2008	8432	19747

Tabel 4.1. Pengolahan Data dengan Metode *Naive* (lanjutan)

Periode	Metode <i>Naive</i>	
	Permintaan	Forecast
15/12/2008	13444	8432
22/12/2008	15070	13444
05/01/2009	29924	15070
12/01/2009	16280	29924
19/01/2009	14552	16280
26/01/2009	17636	14552
02/02/2009	16260	17636
09/02/2009	17296	16260
16/02/2009	20692	17296
23/02/2009	20996	20692
02/03/2009	13096	20996
09/03/2009	17956	13096
16/03/2009	20468	17956
23/03/2009	19928	20468
06/04/2009	15927	19928
13/04/2009	15843	15927
20/04/2009	12455	15843
27/04/2009	21312	12455
04/05/2009	13536	21312
11/05/2009	12525	13536
18/05/2009	11508	12525
25/05/2009	11757	11508
01/06/2009	10537	11757
08/06/2009	7780	10537
15/06/2009	8795	7780
22/06/2009	9432	8795
06/07/2009	17629	9432
13/07/2009	13736	17629
20/07/2009	12806	13736
27/07/2009	13103	12806
03/08/2009	15266	13103
10/08/2009	14770	15266
17/08/2009	15464	14770
24/08/2009	16065	15464
07/09/2009	17462	16065
14/09/2009	11972	17462
21/09/2009	896	11972
28/09/2009	13104	896
05/10/2009	9456	13104
12/10/2009	6580	9456

Tabel 4.1. Pengolahan Data dengan Metode *Naive* (lanjutan)

Periode	Metode <i>Naive</i>	
	Permintaan	Forecast
19/10/2009	5572	6580
26/10/2009	8800	5572
02/11/2009	4172	8800
09/11/2009	632	4172
16/11/2009	5744	632
23/11/2009	7470	5744
07/12/2009	22424	7470
14/12/2009	8880	22424
21/12/2009	7252	8880
28/12/2009	10436	7252
04/01/2010	16976	10436
11/01/2010	10296	16976
18/01/2010	13792	10296
25/01/2010	14196	13792
01/02/2010	6396	14196
08/02/2010	11356	6396
15/02/2010	13968	11356
22/02/2010	13528	13968
01/03/2010	6480	13528
08/03/2010	6984	6480
15/03/2010	9816	6984
22/03/2010	10738	9816
29/03/2010	?	10738

Data *forecast* di atas merupakan nilai *fit* berdasarkan pengolahan data menggunakan metode *Naive* yang selanjutnya akan dikombinasikan dengan beberapa metode lain. Berikut ini merupakan pengolahan data beserta pembahasan dari setiap metode.

4.1.1 *Single Exponential Smoothing*

Metode *Single Eksponential Smoothing* ini pada dasarnya sama dengan metode *moving average* terhadap data historis dengan tambahan perlakuan *smoothing* yang ada dengan tujuan mengeliminasi *randomness*.

Besarnya α (konstanta *smoothing*) yang terdapat dalam perhitungan *single exponential smoothing* ditentukan dengan cara *trial and error* hingga mendapat

error terkecil. Setelah dilakukan uji coba terhadap variasi α dari 0,1 hingga 0,9, diperoleh nilai α sebesar 0,3 yang menghasilkan *error* terkecil. Berikut ini tabel yang menunjukkan hasil perhitungan MAPE dengan rumus 2.8, dengan menggunakan metode *single exponential smoothing* sesuai dengan rumus 2.2.

Tabel 4.2. Pengolahan Data dengan Metode *Single Exponential Smoothing*

Single Exponential Smoothing							
Forecast with alpha optimal = 0.3							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
07/04/2008	19210						
14/04/2008	18650	19210	-560	560	313600	-3	3
21/04/2008	14309	18482	-4173	4173	17413929	-29	29
28/04/2008	25226	13057	12168	12168	148069959	48	48
05/05/2008	24377	28876	-4499	4499	20242081	-18	18
12/05/2008	22039	23027	-988	988	976270	-4	4
19/05/2008	20562	21743	-1181	1181	1393771	-6	6
26/05/2008	22309	20208	2101	2101	4412832	9	9
02/06/2008	19523	22939	-3416	3416	11667705	-17	17
09/06/2008	16139	18498	-2359	2359	5564689	-15	15
16/06/2008	18633	15432	3201	3201	10246323	17	17
23/06/2008	20519	19593	926	926	857298	5	5
07/07/2008	33976	20797	13179	13179	173697346	39	39
14/07/2008	23521	37930	-14409	14409	207622989	-61	61
21/07/2008	20433	19198	1235	1235	1524332	6	6
28/07/2008	21665	20803	862	862	743059	4	4
04/08/2008	26543	21924	4619	4619	21336061	17	17
11/08/2008	23260	27928	-4668	4668	21794232	-20	20
18/08/2008	24652	21859	2793	2793	7800451	11	11
25/08/2008	25283	25490	-207	207	43006	-1	1
01/09/2008	25480	25221	259	259	67244	1	1
08/09/2008	21742	25558	-3816	3816	14561811	-18	18
15/09/2008	24040	20597	3443	3443	11854925	14	14
22/09/2008	24352	25073	-721	721	520460	-3	3
06/10/2008	19442	24135	-4694	4694	22030549	-24	24
13/10/2008	16751	18033	-1282	1282	1644033	-8	8
20/10/2008	9396	16367	-6971	6971	48588434	-74	74
27/10/2008	21504	7305	14199	14199	201616205	66	66
03/11/2008	17756	25764	-8008	8008	64124038	-45	45
10/11/2008	14780	15354	-574	574	329103	-4	4

Tabel 4.2. Pengolahan Data dengan Metode *Single Exponential Smoothing*
(lanjutan)

<i>Single Exponential Smoothing</i>							
Forecast with alpha optimal = 0.3							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
17/11/2008	13672	14608	-936	936	875904	-7	7
24/11/2008	16800	13391	3409	3409	11619708	20	20
01/12/2008	19747	17823	1924	1924	3703197	10	10
08/12/2008	8432	20324	-11892	11892	141427055	-141	141
15/12/2008	13444	4864	8580	8580	73611136	64	64
22/12/2008	15070	16018	-948	948	898530	-6	6
05/01/2009	29924	14786	15138	15138	229170319	51	51
12/01/2009	16280	34466	-18186	18186	330712836	-112	112
19/01/2009	14552	10824	3728	3728	13895401	26	26
26/01/2009	17636	15670	1966	1966	3863992	11	11
02/02/2009	16260	18226	-1966	1966	3864020	-12	12
09/02/2009	17296	15670	1626	1626	2642944	9	9
16/02/2009	20692	17784	2908	2908	8458127	14	14
23/02/2009	20996	21564	-568	568	323176	-3	3
02/03/2009	13096	20825	-7729	7729	59744463	-59	59
09/03/2009	17956	10777	7179	7179	51535690	40	40
16/03/2009	20468	20110	358	358	128414	2	2
23/03/2009	19928	20576	-648	648	419262	-3	3
06/04/2009	15927	19734	-3807	3807	14492857	-24	24
13/04/2009	15843	14785	1058	1058	1119543	7	7
20/04/2009	12455	16160	-3706	3706	13732401	-30	30
27/04/2009	21312	11343	9969	9969	99385300	47	47
04/05/2009	13536	24303	-10767	10767	115925388	-80	80
11/05/2009	12525	10306	2219	2219	4922894	18	18
18/05/2009	11508	13190	-1683	1683	2831237	-15	15
25/05/2009	11757	11003	754	754	569253	6	6
01/06/2009	10537	11984	-1447	1447	2092786	-14	14
08/06/2009	7780	10103	-2323	2323	5396357	-30	30
15/06/2009	8795	7083	1712	1712	2929581	19	19
22/06/2009	9432	9308	124	124	15406	1	1
06/07/2009	17629	9470	8159	8159	66576855	46	46
13/07/2009	13736	20077	-6341	6341	40204974	-46	46
20/07/2009	12806	11834	972	972	944438	8	8
27/07/2009	13103	13097	6	6	31	0	0

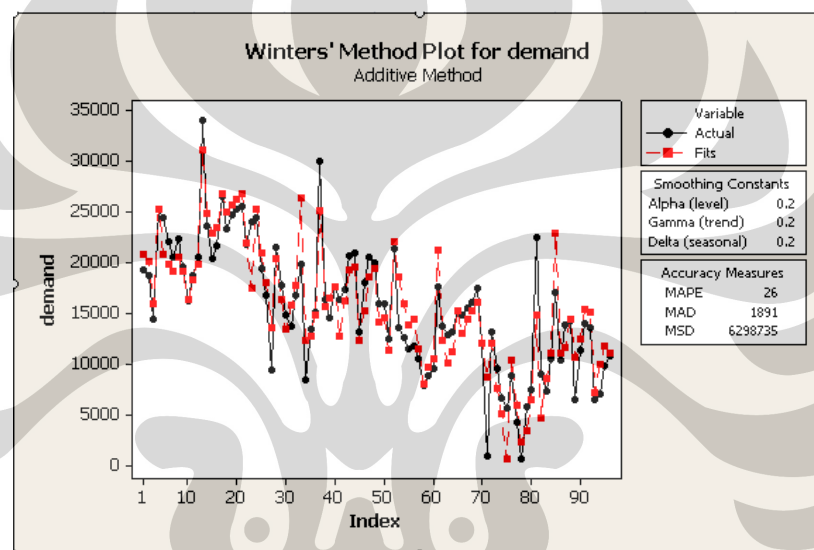
Tabel 4.2. Pengolahan Data dengan Metode *Single Exponential Smoothing*
(lanjutan)

<i>Single Exponential Smoothing</i>							
Forecast with alpha optimal = 0.3							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
03/08/2009	15266	13104	2162	2162	4672229	14	14
10/08/2009	14770	15914	-1145	1145	1310934	-8	8
17/08/2009	15464	14426	1038	1038	1077419	7	7
24/08/2009	16065	15775	289	289	83639	2	2
07/09/2009	17462	16151	1311	1311	1717774	8	8
14/09/2009	11972	17855	-5883	5883	34611944	-49	49
21/09/2009	896	10207	-9311	9311	86695512	-1039	1039
28/09/2009	13104	-1897	15001	15001	225039384	114	114
05/10/2009	9456	17604	-8148	8148	66396322	-86	86
12/10/2009	6580	7011	-431	431	186177	-7	7
19/10/2009	5572	6451	-879	879	771860	-16	16
26/10/2009	8800	5308	3492	3492	12191038	40	40
02/11/2009	4172	9847	-5675	5675	32210960	-136	136
09/11/2009	632	2469	-1837	1837	3375888	-291	291
16/11/2009	5744	81	5663	5663	32071921	99	99
23/11/2009	7470	7443	27	27	731	0	0
07/12/2009	22424	7478	14946	14946	223379589	67	67
14/12/2009	8880	26908	-18028	18028	325000369	-203	203
21/12/2009	7252	3472	3780	3780	14290895	52	52
28/12/2009	10436	8386	2050	2050	4202094	20	20
04/01/2010	16976	11051	5925	5925	35105977	35	35
11/01/2010	10296	18754	-8458	8458	71529457	-82	82
18/01/2010	13792	7759	6033	6033	36400138	44	44
25/01/2010	14196	15602	-1406	1406	1976768	-10	10
01/02/2010	6396	13774	-7378	7378	54437942	-115	115
08/02/2010	11356	4183	7173	7173	51458560	63	63
15/02/2010	13968	13508	460	460	211564	3	3
22/02/2010	13528	14106	-578	578	334071	-4	4
01/03/2010	6480	13355	-6875	6875	47260173	-106	106
08/03/2010	6984	4418	2566	2566	6586312	37	37
15/03/2010	9816	7754	2062	2062	4252197	21	21
22/03/2010	10738	10435	303	303	92036	3	3
			-68	4385	39031811	-19	46
			Mean Error	MAD	MSE	MPE	MAPE

Nilai MAPE berdasarkan metode *single exponential smoothing* adalah sebesar 46%. Nilai tersebut menunjukkan rata-rata simpangan maksimum yang dihasilkan dari *forecast* dengan metode *single eksponential smoothing*.

4.1.2 Holt-Winters Exponential Smoothing (Winter)

Di dalam metode peramalan *Winter* terdapat tiga komponen, yakni *randomness*, *trend*, dan *seasonality*. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data dengan metode *winter*. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *minitab*.



Gambar 4.2. Pengolahan Data dengan Metode *Winter*

Dengan menggunakan metode *Winter*, terlihat bahwa MAPE yang dihasilkan adalah sebesar 26%. Angka ini tergolong kecil karena 26% tersebut berarti rata-rata simpangan *error* yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah $\pm 26\%$ dari permintaan sebenarnya. Metode ini menghasilkan error yang cukup kecil karena memperhatikan berbagai komponen dalam data, yakni *randomness*, *trend*, dan *seasonality*. Metode ini cukup representatif atas data yang tersedia, karena data yang tersedia memiliki pola musiman dan juga tren. Atas dasar pertimbangan tersebut dan telah terbukti dengan nilai MAPE yang kecil, metode peramalan ini layak digunakan untuk data seperti ini.

4.1.3 Kombinasi antara Metode *Winter* dan *Naive*

Metode ini merupakan kombinasi dari dua buah metode *forecast* yang telah dibahas sebelumnya, yakni *Winter* dan *Naive*. Kombinasi ini dilakukan dengan cara merata-ratakan hasil peramalan dari masing-masing metode, dalam artian bobot untuk kedua metode peramalannya adalah masing-masing 0,5.

Tabel di bawah ini merupakan perhitungan keakuratan peramalan dengan kombinasi antara Metode *Winter* dan *Naive*.

Tabel 4.3. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Winter* dan *Naive*

Kombinasi Metode <i>Winter</i> dan <i>Naive</i>									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolte Percentage Error
		Naive	Winter	Combine					
07/04/2008	19210								
14/04/2008	18650	19210	20116	19663	-1013	1013	1026473	2	2
21/04/2008	14309	18650	15880	17265	-2956	2956	8737049	-9	9
28/04/2008	25226	14309	25311	19810	5416	5416	29333598	22	22
05/05/2008	24377	25226	20836	23031	1346	1346	1811178	-11	11
12/05/2008	22039	24377	19867	22122	-83	83	6856	-11	11
19/05/2008	20562	22039	19138	20588	-26	26	689	-8	8
26/05/2008	22309	20562	20561	20561	1748	1748	3054106	0	0
02/06/2008	19523	22309	19118	20713	-1190	1190	1417052	-8	8
09/06/2008	16139	19523	16355	17939	-1800	1800	3239820	-10	10
16/06/2008	18633	16139	18284	17212	1421	1421	2020378	6	6
23/06/2008	20519	18633	19847	19240	1279	1279	1635457	3	3
07/07/2008	33976	20519	31067	25793	8183	8183	66958216	17	17
14/07/2008	23521	33976	24850	29413	-5892	5892	34716842	-18	18
21/07/2008	20433	23521	22897	23209	-2776	2776	7707009	-1	1
28/07/2008	21665	20433	23392	21913	-248	248	61331	6	6
04/08/2008	26543	21665	26722	24193	2350	2350	5521090	9	9
11/08/2008	23260	26543	24944	25743	-2483	2483	6166531	-3	3
18/08/2008	24652	23260	25730	24495	157	157	24712	5	5
25/08/2008	25283	24652	26167	25409	-126	126	15964	3	3
01/09/2008	25480	25283	26788	26036	-556	556	308747	3	3
08/09/2008	21742	25480	21862	23671	-1929	1929	3720269	-8	8
15/09/2008	24040	21742	17393	19567	4473	4473	20003704	-13	13
22/09/2008	24352	24040	25192	24616	-264	264	69802	2	2
06/10/2008	19442	24352	20922	22637	-3195	3195	10207386	-8	8
13/10/2008	16751	19442	17960	18701	-1950	1950	3801720	-4	4

Tabel 4.3. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Winter* dan *Naive*
(lanjutan)

Kombinasi Metode <i>Winter</i> dan <i>Naive</i>									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolte Percentage Error
		Naïve	Winter	Combine					
20/10/2008	9396	16751	13605	15178	-5782	5782	33433259	-12	12
27/10/2008	21504	9396	20332	14864	6640	6640	44089600	27	27
03/11/2008	17756	21504	16326	18915	-1159	1159	1343165	-16	16
10/11/2008	14780	17756	13359	15557	-777	777	604118	-16	16
17/11/2008	13672	14780	15706	15243	-1571	1571	2468512	3	3
24/11/2008	16800	13672	17707	15689	1111	1111	1233654	11	11
01/12/2008	19747	16800	26420	21610	-1863	1863	3470024	18	18
08/12/2008	8432	19747	12333	16040	-7608	7608	57878621	-30	30
15/12/2008	13444	8432	12765	10599	2845	2845	8095732	17	17
22/12/2008	15070	13444	14854	14149	921	921	848057	5	5
05/01/2009	29924	15070	25151	20111	9813	9813	96303801	20	20
12/01/2009	16280	29924	15691	22808	-6528	6528	42610215	-45	45
19/01/2009	14552	16280	16464	16372	-1820	1820	3312764	1	1
26/01/2009	17636	14552	17521	16036	1600	1600	2559200	8	8
02/02/2009	16260	17636	12655	15145	1115	1115	1242222	-20	20
09/02/2009	17296	16260	16217	16239	1057	1057	1117883	0	0
16/02/2009	20692	17296	19324	18310	2382	2382	5674400	5	5
23/02/2009	20996	20692	19471	20081	915	915	836493	-3	3
02/03/2009	13096	20996	12304	16650	-3554	3554	12631982	-35	35
09/03/2009	17956	13096	15179	14137	3819	3819	14582088	7	7
16/03/2009	20468	17956	18551	18254	2214	2214	4903346	2	2
23/03/2009	19928	20468	19348	19908	20	20	410	-3	3
06/04/2009	15927	19928	14133	17031	-1104	1104	1217933	-21	21
13/04/2009	15843	15927	14502	15214	629	629	395138	-5	5
20/04/2009	12455	15843	11259	13551	-1096	1096	1201545	-20	20
27/04/2009	21312	12455	22041	17248	4064	4064	16514470	22	22
04/05/2009	13536	21312	18552	19932	-6396	6396	40910095	-7	7
11/05/2009	12525	13536	15844	14690	-2165	2165	4687225	7	7
18/05/2009	11508	12525	13869	13197	-1689	1689	2853059	5	5
25/05/2009	11757	11508	14408	12958	-1201	1201	1442401	10	10
01/06/2009	10537	11757	11515	11636	-1099	1099	1207911	-1	1
08/06/2009	7780	10537	7966	9251	-1471	1471	2164871	-16	16
15/06/2009	8795	7780	9582	8681	114	114	12985	9	9
22/06/2009	9432	8795	10515	9655	-223	223	49729	8	8
06/07/2009	17629	9432	21217	15325	2304	2304	5310490	28	28
13/07/2009	13736	17629	12238	14933	-1197	1197	1433767	-22	22
20/07/2009	12806	13736	9997	11867	940	940	882660	-19	19

Tabel 4.3. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Winter* dan *Naive*
(lanjutan)

Kombinasi Metode <i>Winter</i> dan <i>Naive</i>									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absoulte Percentage Error
		Naïve	Winter	Combine					
27/07/2009	13103	12806	11204	12005	1098	1098	1205714	-7	7
03/08/2009	15266	13103	15191	14147	1119	1119	1252609	7	7
10/08/2009	14770	15266	12917	14091	679	679	460430	-9	9
17/08/2009	15464	14770	14343	14557	907	907	823375	-1	1
24/08/2009	16065	15464	15175	15319	746	746	555845	-1	1
07/09/2009	17462	16065	16078	16072	1390	1390	1933212	0	0
14/09/2009	11972	17462	11983	14722	-2750	2750	7564150	-23	23
21/09/2009	896	11972	8725	10349	-9453	9453	89351647	-19	19
28/09/2009	13104	896	11959	6428	6676	6676	44573649	46	46
05/10/2009	9456	13104	7591	10347	-891	891	794416	-36	36
12/10/2009	6580	9456	5082	7269	-689	689	474652	-43	43
19/10/2009	5572	6580	638	3609	1963	1963	3853173	-466	466
26/10/2009	8800	5572	10270	7921	879	879	773081	23	23
02/11/2009	4172	8800	5886	7343	-3171	3171	10054290	-25	25
09/11/2009	632	4172	2272	3222	-2590	2590	6707582	-42	42
16/11/2009	5744	632	3316	1974	3770	3770	14214408	40	40
23/11/2009	7470	5744	6429	6086	1384	1384	1914764	5	5
07/12/2009	22424	7470	14726	11098	11326	11326	128276011	25	25
14/12/2009	8880	22424	4649	13537	-4657	4657	21683924	-191	191
21/12/2009	7252	8880	8459	8669	-1417	1417	2008739	-2	2
28/12/2009	10436	7252	11039	9145	1291	1291	1665906	17	17
04/01/2010	16976	10436	22810	16623	353	353	124468	27	27
11/01/2010	10296	16976	11045	14010	-3714	3714	13797139	-27	27
18/01/2010	13792	10296	11582	10939	2853	2853	8139894	6	6
25/01/2010	14196	13792	14384	14088	108	108	11696	2	2
01/02/2010	6396	14196	10600	12398	-6002	6002	36025805	-17	17
08/02/2010	11356	6396	12469	9432	1924	1924	3700237	24	24
15/02/2010	13968	11356	15368	13362	606	606	367418	13	13
22/02/2010	13528	13968	15060	14514	-986	986	972196	4	4
01/03/2010	6480	13528	7116	10322	-3842	3842	14761348	-45	45
08/03/2010	6984	6480	9917	8199	-1215	1215	1475010	17	17
15/03/2010	9816	6984	11676	9330	486	486	236293	20	20
22/03/2010	10738	9816	11018	10417	321	321	103137	5	5
					-82	2389	11179180	-8	20
					Mean Error	MAD	MSE	MPE	MAPE

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kombinasi antara dua metode, yakni metode *Winter* dan metode *Naive*, ternyata MAPE yang dihasilkan menunjukkan nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan ketika perhitungan peramalan dilakukan oleh masing-masing metode, yakni sebesar 20%. Masing-masing metode menghasilkan nilai MAPE yang lebih besar jika dibandingkan dengan setelah dilakukan kombinasi. Hasil dari metode peramalan ini tergolong sangat baik dikarenakan metode *Winter* dan metode *Naive* memberikan kontribusi yang tepat sehingga dihasilkan nilai MAPE yang kecil. Metode *Winter* memperhatikan faktor musiman, tren, dan *randomness*, yang ternyata sangat tepat jika dikombinasikan dengan metode *Naive* yang hanya memperhatikan besar permintaan pada periode sebelumnya.

4.1.4 *Product Aggregation*

Metode ini merupakan metode yang menggunakan peramalan pada level *family product*. Metode ini juga menggunakan data produk yang terdapat di dalam *family product* tersebut (*individual item*). Untuk menerapkan tipe peramalan ini, diperlukan perhitungan *seasonal index* terlebih dahulu. Berikut ini adalah *seasonal index* yang didapat dengan cara membagi permintaan dengan rata-rata permintaan tahun tersebut pada periode yang sama dalam dua tahun yang berbeda.

Tabel 4.4. *Seasonal Index*

Bulan	Minggu	<i>Seasonal Index</i>
Januari	1	1,50
	2	0,86
	3	0,97
	4	1,07
Februari	1	0,69
	2	0,94
	3	1,14
	4	1,13

Tabel 4.4. *Seasonal Index* (lanjutan)

Bulan	Minggu	<i>Seasonal Index</i>
Maret	1	0,62
	2	0,76
	3	0,95
	4	0,98
April	1	1,19
	2	1,17
	3	0,91
	4	1,58
Mei	1	1,21
	2	1,11
	3	1,03
	4	1,08
Juni	1	0,96
	2	0,75
	3	0,86
	4	0,93
Juli	1	1,64
	2	1,20
	3	1,08
	4	1,12
Agustus	1	1,34
	2	1,24
	3	1,30
	4	1,35
September	1	1,41
	2	1,08
	3	0,65
	4	1,19
Oktober	1	0,91
	2	0,71
	3	0,48
	4	0,93
November	1	0,63
	2	0,40
	3	0,60
	4	0,75

Tabel 4.4. *Seasonal Index* (lanjutan)

Bulan	Minggu	<i>Seasonal Index</i>
Desember	1	1,49
	2	0,60
	3	0,66
	4	0,84

Peramalan dengan metode *product aggregation* ini dilakukan dengan cara mengalikan masing-masing jumlah permintaan *individual product* dengan *seasonal index* yang diperoleh pada level *family product* sebagaimana yang terdapat pada rumus 2.4. Lalu selanjutnya melakukan penjumlahan terhadap keseluruhan hasil peramalan pada level *individual product* seperti yang tertera pada rumus 2.5. Sehingga didapat peramalan pada tingkat *family product*. Nilai peramalan berdasarkan metode *product aggregation* yang didapat ini menunjukkan bahwa ketika peramalan dilakukan pada tingkat *family product*, kesalahan yang dilakukan lebih kecil jika dibandingkan dengan ketika peramalan dilakukan pada tingkat *individual product*. Hal ini sesuai dengan konsep peramalan yang tertera pada landasan teori, yakni peramalan akan lebih akurat untuk kelompok atau grup. Perilaku dari *individual product* dalam sebuah grup menunjukkan fluktuasi yang lebih beragam meskipun masing-masing dalam keadaan stabil. Sebagai contoh, lebih mudah menilai rata-rata perilaku sekumpulan mahasiswa dalam satu kelas yang sama dibandingkan dengan menilai masing-masing mahasiswa tersebut satu persatu.

Peramalan dengan menggunakan metode *product aggregation* ini selain melihat perilaku permintaan pada tingkat *family product*, metode ini juga memanfaatkan *seasonal index* untuk mendeteksi kecenderungan perubahan permintaan yang akan terjadi di masa depan.. Oleh karena itu, metode ini diharapkan dapat menghasilkan peramalan dengan *error* yang kecil. Pada tabel 4.5 dapat terlihat hasil perhitungan keakuratan peramalan dengan *product aggregation*.

Tabel 4.5. Pengolahan Data dengan Metode *Product Aggregation*

<i>Product Aggregation</i>							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absoulte Percentage Error
07/04/2008	19210	22797	-3587	3587	12866979	-19	19
14/04/2008	18650	21799	-3149	3149	9917887	-17	17
21/04/2008	14309	13021	1288	1288	1659905	9	9
28/04/2008	25226	39751	-14526	14526	211003673	-58	58
05/05/2008	24377	29553	-5176	5176	26788263	-21	21
12/05/2008	22039	24434	-2395	2395	5736346	-11	11
19/05/2008	20562	21108	-546	546	298249	-3	3
26/05/2008	22309	24132	-1824	1824	3325390	-8	8
02/06/2008	19523	18695	828	828	686219	4	4
09/06/2008	16139	12115	4024	4024	16193474	25	25
16/06/2008	18633	15994	2638	2638	6961368	14	14
23/06/2008	20519	19168	1351	1351	1824110	7	7
07/07/2008	33976	55561	-21585	21585	465900816	-64	64
14/07/2008	23521	28212	-4691	4691	22009452	-20	20
21/07/2008	20433	22075	-1642	1642	2697508	-8	8
28/07/2008	21665	24365	-2700	2700	7291674	-12	12
04/08/2008	26543	35653	-9110	9110	82998723	-34	34
11/08/2008	23260	28803	-5543	5543	30727871	-24	24
18/08/2008	24652	32149	-7497	7497	56203753	-30	30
25/08/2008	25283	34043	-8760	8760	76737880	-35	35
01/09/2008	25480	36002	-10522	10522	110703932	-41	41
08/09/2008	21742	23412	-1671	1671	2791214	-8	8
15/09/2008	24040	15573	8467	8467	71686010	35	35
22/09/2008	24352	29044	-4692	4692	22016208	-19	19
06/10/2008	19442	17652	1789	1789	3202189	9	9
13/10/2008	16751	11950	4801	4801	23054198	29	29
20/10/2008	9396	4537	4859	4859	23608097	52	52
27/10/2008	21504	20027	1477	1477	2182641	7	7
03/11/2008	17756	11237	6519	6519	42493448	37	37
10/11/2008	14780	5939	8841	8841	78158676	60	60

Tabel 4.5. Pengolahan Data dengan Metode *Product Aggregation* (lanjutan)

<i>Product Aggregation</i>							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolte Percentage Error
17/11/2008	13672	8185	5487	5487	30107717	40	40
24/11/2008	16800	12663	4137	4137	17114977	25	25
01/12/2008	19747	29346	-9599	9599	92145277	-49	49
08/12/2008	8432	5093	3339	3339	11149565	40	40
15/12/2008	13444	8863	4581	4581	20988736	34	34
22/12/2008	15070	12665	2405	2405	5782538	16	16
05/01/2009	29924	45006	-15082	15082	227479380	-50	50
12/01/2009	16280	14081	2199	2199	4837783	14	14
19/01/2009	14552	14187	365	365	132955	3	3
26/01/2009	17636	18884	-1248	1248	1557400	-7	7
02/02/2009	16260	11266	4994	4994	24944175	31	31
09/02/2009	17296	16210	1086	1086	1178513	6	6
16/02/2009	20692	23549	-2857	2857	8162443	-14	14
23/02/2009	20996	23650	-2654	2654	7044475	-13	13
02/03/2009	13096	8073	5023	5023	25228596	38	38
09/03/2009	17956	13676	4280	4280	18320441	24	24
16/03/2009	20468	19440	1028	1028	1057013	5	5
23/03/2009	19928	19463	465	465	216340	2	2
06/04/2009	15927	18901	-2974	2974	8844614	-19	19
13/04/2009	15843	18518	-2675	2675	7156907	-17	17
20/04/2009	12455	11333	1121	1121	1257527	9	9
27/04/2009	21312	33584	-12272	12272	150611753	-58	58
04/05/2009	13536	16410	-2874	2874	8259654	-21	21
11/05/2009	12525	13886	-1361	1361	1852573	-11	11
18/05/2009	11508	11813	-306	306	93414	-3	3
25/05/2009	11757	12718	-961	961	923662	-8	8
01/06/2009	10537	10090	447	447	199896	4	4
08/06/2009	7780	5840	1940	1940	3762962	25	25
15/06/2009	8795	7549	1245	1245	1550921	14	14
22/06/2009	9432	8811	621	621	385463	7	7

Tabel 4.5. Pengolahan Data dengan Metode *Product Aggregation* (lanjutan)

<i>Product Aggregation</i>							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolte Percentage Error
06/07/2009	17629	28829	-11200	11200	125430840	-64	64
13/07/2009	13736	16476	-2740	2740	7506468	-20	20
20/07/2009	12806	13835	-1029	1029	1059552	-8	8
27/07/2009	13103	14736	-1633	1633	2667093	-12	12
03/08/2009	15266	20506	-5240	5240	27455650	-34	34
10/08/2009	14770	18289	-3520	3520	12389239	-24	24
17/08/2009	15464	20167	-4703	4703	22115185	-30	30
24/08/2009	16065	21631	-5566	5566	30981030	-35	35
07/09/2009	17462	24673	-7211	7211	51993873	-41	41
14/09/2009	11972	12892	-920	920	846322	-8	8
21/09/2009	896	580	316	316	99581	35	35
28/09/2009	13104	15629	-2525	2525	6375222	-19	19
05/10/2009	9456	8586	870	870	757534	9	9
12/10/2009	6580	4694	1886	1886	3557214	29	29
19/10/2009	5572	2691	2881	2881	8302276	52	52
26/10/2009	8800	8195	605	605	365518	7	7
02/11/2009	4172	2640	1532	1532	2345958	37	37
09/11/2009	632	254	378	378	142910	60	60
16/11/2009	5744	3439	2305	2305	5314257	40	40
23/11/2009	7470	11261	-3791	3791	14371701	-51	51
07/12/2009	22424	33325	-10901	10901	118822038	-49	49
14/12/2009	8880	5363	3517	3517	12365813	40	40
21/12/2009	7252	4781	2471	2471	6107238	34	34
28/12/2009	10436	8771	1665	1665	2773065	16	16
04/01/2010	16976	25532	-8556	8556	73210517	-50	50
11/01/2010	10296	8905	1391	1391	1934972	14	14
18/01/2010	13792	13446	346	346	119430	3	3
25/01/2010	14196	15201	-1005	1005	1009095	-7	7
01/02/2010	6396	4431	1965	1965	3859624	31	31
08/02/2010	11356	10643	713	713	508035	6	6

Tabel 4.5. Pengolahan Data dengan Metode *Product Aggregation* (lanjutan)

<i>Product Aggregation</i>							
Periode	Demand		Forecast Error				
	Fix	Forecast	Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
15/02/2010	13968	15897	-1929	1929	3719492	-14	14
22/02/2010	13528	15238	-1710	1710	2924440	-13	13
01/03/2010	6480	3995	2485	2485	6176832	38	38
08/03/2010	6984	5319	1665	1665	2771566	24	24
15/03/2010	9816	9323	493	493	243108	5	5
22/03/2010	10738	10487	251	251	62814	2	2
			-1242	3730	27757910	-1	24
			Mean Error	MAD	MSE	MPE	MAPE

Nilai MAPE yang dihasilkan adalah sebesar 24%. Hal ini berarti rata-rata kesalahan peramalan dengan pendekatan seperti ini cukup kecil, yakni memiliki rata-rata persentase simpangan sebesar 24% dari permintaan yang sebenarnya.

4.1.5 Kombinasi antara *Product Aggregation* dan *Naive*

Metode ini merupakan kombinasi dari dua buah metode *forecast* yang telah dibahas sebelumnya, yakni *Product Aggregation* dan *Naive*. Kombinasi ini dilakukan dengan cara merata-ratakan hasil peramalan dari masing-masing metode. Berikut ini adalah hasil pengolahan data dengan metode kombinasi kedua metode peramalan ini.

Tabel 4.6. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Product Aggregation* dan *Naive*

Kombinasi Metode <i>Product Aggregation</i> dan <i>Naive</i>									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
		Product Aggregation	Naive	Combine					
07/04/2008	19210	22797							
14/04/2008	18650	21799	19210	20505	-1855	1855	3439667	-10	10
21/04/2008	14309	13021	18650	15835	-1526	1526	2329633	-11	11
28/04/2008	25226	39751	14309	27030	-1805	1805	3257060	-7	7
05/05/2008	24377	29553	25226	27389	-3012	3012	9074668	-12	12
12/05/2008	22039	24434	24377	24406	-2366	2366	5600244	-11	11
19/05/2008	20562	21108	22039	21574	-1012	1012	1023154	-5	5
26/05/2008	22309	24132	20562	22347	-38	38	1481	0	0
02/06/2008	19523	18695	22309	20502	-979	979	958066	-5	5
09/06/2008	16139	12115	19523	15819	320	320	102532	2	2
16/06/2008	18633	15994	16139	16067	2566	2566	6584460	14	14
23/06/2008	20519	19168	18633	18901	1618	1618	2618565	8	8
07/07/2008	33976	55561	20519	38040	-4064	4064	16515022	-12	12
14/07/2008	23521	28212	33976	31094	-7573	7573	57355806	-32	32
21/07/2008	20433	22075	23521	22798	-2365	2365	5595139	-12	12
28/07/2008	21665	24365	20433	22399	-734	734	538984	-3	3
04/08/2008	26543	35653	21665	28659	-2116	2116	4478860	-8	8
11/08/2008	23260	28803	26543	27673	-4413	4413	19475772	-19	19
18/08/2008	24652	32149	23260	27705	-3052	3052	9316280	-12	12
25/08/2008	25283	34043	24652	29347	-4065	4065	16520632	-16	16
01/09/2008	25480	36002	25283	30642	-5162	5162	26649308	-20	20
08/09/2008	21742	23412	25480	24446	-2704	2704	7314030	-12	12
15/09/2008	24040	15573	21742	18658	5382	5382	28970548	22	22
22/09/2008	24352	29044	24040	26542	-2190	2190	4797290	-9	9
06/10/2008	19442	17652	24352	21002	-1561	1561	2435213	-8	8
13/10/2008	16751	11950	19442	15696	1055	1055	1113741	6	6
20/10/2008	9396	4537	16751	10644	-1248	1248	1557733	-13	13
27/10/2008	21504	20027	9396	14711	6793	6793	46140613	32	32
03/11/2008	17756	11237	21504	16371	1385	1385	1919194	8	8

Tabel 4.6. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Product Aggregation* dan *Naïve* (lanjutan)

Kombinasi Metode <i>Product Aggregation</i> dan <i>Naïve</i>									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
		Product Aggregation	Naïve	Combine					
10/11/2008	14780	5939	17756	11848	2932	2932	8598793	20	20
17/11/2008	13672	8185	14780	11482	2190	2190	4794020	16	16
24/11/2008	16800	12663	13672	13167	3633	3633	13195148	22	22
01/12/2008	19747	29346	16800	23073	-3326	3326	11063051	-17	17
08/12/2008	8432	5093	19747	12420	-3988	3988	15903759	-47	47
15/12/2008	13444	8863	8432	8647	4797	4797	23008075	36	36
22/12/2008	15070	12665	13444	13055	2015	2015	4061617	13	13
05/01/2009	29924	45006	15070	30038	-114	114	13044	0	0
12/01/2009	16280	14081	29924	22002	-5722	5722	32744167	-35	35
19/01/2009	14552	14187	16280	15234	-682	682	464694	-5	5
26/01/2009	17636	18884	14552	16718	918	918	842762	5	5
02/02/2009	16260	11266	17636	14451	1809	1809	3273231	11	11
09/02/2009	17296	16210	16260	16235	1061	1061	1125290	6	6
16/02/2009	20692	23549	17296	20422	270	270	72631	1	1
23/02/2009	20996	23650	20692	22171	-1175	1175	1380793	-6	6
02/03/2009	13096	8073	20996	14535	-1439	1439	2069559	-11	11
09/03/2009	17956	13676	13096	13386	4570	4570	20885990	25	25
16/03/2009	20468	19440	17956	18698	1770	1770	3133097	9	9
23/03/2009	19928	19463	20468	19965	-37	37	1402	0	0
06/04/2009	15927	18901	19928	19414	-3488	3488	12163318	-22	22
13/04/2009	15843	18518	15927	17223	-1380	1380	1903627	-9	9
20/04/2009	12455	11333	15843	13588	-1134	1134	1284941	-9	9
27/04/2009	21312	33584	12455	23020	-1708	1708	2916236	-8	8
04/05/2009	13536	16410	21312	18861	-5325	5325	28355952	-39	39
11/05/2009	12525	13886	13536	13711	-1186	1186	1407180	-9	9
18/05/2009	11508	11813	12525	12169	-662	662	437607	-6	6
25/05/2009	11757	12718	11508	12113	-356	356	126655	-3	3
01/06/2009	10537	10090	11757	10923	-386	386	149345	-4	4
08/06/2009	7780	5840	10537	8189	-409	409	166939	-5	5
15/06/2009	8795	7549	7780	7665	1130	1130	1276968	13	13

Universitas Indonesia

Tabel 4.6. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Product Aggregation* dan *Naïve* (lanjutan)

Kombinasi Metode Product Aggregation dan Naïve									
Periode	Demand				Forecast Error				
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
		Product Aggregation	Naïve	Combine					
22/06/2009	9432	8811	8795	8803	629	629	395739	7	7
06/07/2009	17629	28829	9432	19130	-1501	1501	2253888	-9	9
13/07/2009	13736	16476	17629	17052	-3316	3316	10998156	-24	24
20/07/2009	12806	13835	13736	13786	-980	980	960052	-8	8
27/07/2009	13103	14736	12806	13771	-668	668	446440	-5	5
03/08/2009	15266	20506	13103	16804	-1538	1538	2366696	-10	10
10/08/2009	14770	18289	15266	16778	-2008	2008	4032737	-14	14
17/08/2009	15464	20167	14770	17468	-2004	2004	4017376	-13	13
24/08/2009	16065	21631	15464	18547	-2483	2483	6163950	-15	15
09/07/2009	17462	24673	16065	20369	-2907	2907	8449712	-17	17
09/14/2009	11972	12892	17462	15177	-3205	3205	10271889	-27	27
09/21/2009	896	580	11972	6276	-5380	5380	28946740	-600	600
09/28/2009	13104	15629	896	8262	4842	4842	23440509	37	37
10/05/2009	9456	8586	13104	10845	-1389	1389	1928815	-15	15
10/12/2009	6580	4694	9456	7075	-495	495	244996	-8	8
19/10/2009	5572	2691	6580	4635	937	937	877376	17	17
26/10/2009	8800	8195	5572	6884	1916	1916	3672169	22	22
02/11/2009	4172	2640	8800	5720	-1548	1548	2396842	-37	37
09/11/2009	632	254	4172	2213	-1581	1581	2499507	-250	250
16/11/2009	5744	3439	632	2035	3709	3709	13753964	65	65
23/11/2009	7470	11261	5744	8503	-1033	1033	1066059	-14	14
07/12/2009	22424	33325	7470	20397	2027	2027	4107610	9	9
14/12/2009	8880	5363	22424	13894	-5014	5014	25137660	-56	56
21/12/2009	7252	4781	8880	6830	422	422	177781	6	6
28/12/2009	10436	8771	7252	8011	2425	2425	5878812	23	23
04/01/2010	16976	25532	10436	17984	-1008	1008	1016381	-6	6
11/01/2010	10296	8905	16976	12940	-2644	2644	6993294	-26	26
18/01/2010	13792	13446	10296	11871	1921	1921	3689447	14	14
25/01/2010	14196	15201	13792	14496	-300	300	90161	-2	2
01/02/2010	6396	4431	14196	9314	-2918	2918	8512995	-46	46
08/02/2010	11356	10643	6396	8520	2836	2836	8045068	25	25
15/02/2010	13968	15897	11356	13626	342	342	116759	2	2
22/02/2010	13528	15238	13968	14603	-1075	1075	1155732	-8	8
01/03/2010	6480	3995	13528	8761	-2281	2281	5204505	-35	35
08/03/2010	6984	5319	6480	5900	1084	1084	1175926	16	16

Universitas Indonesia

Tabel 4.6. Pengolahan Data dengan Kombinasi Metode *Product Aggregation* dan *Naïve* (lanjutan)

Kombinasi Metode <i>Product Aggregation</i> dan <i>Naïve</i>									
Periode	Demand			Forecast Error					
	Fix	Forecast			Error	Absolute Error	Squared Error	Percentage Error	Absolute Percentage Error
		Product Aggregation	Naïve	Combine					
15/03/2010	9816	9323	6984	8153	1663	1663	2764005	17	17
22/03/2010	10738	10487	9816	10152	586	586	343764	5	5
					-654	2160	7222075	-12	24
					Mean Error	MAD	MSE	MPE	MAPE

Kombinasi metode *product aggregation* dan *naive* menghasilkan hasil MAPE yang sama besar dengan metode *product aggregation* saja, yakni sebesar 24%. Dalam kondisi seperti ini berarti kombinasi dengan metode *Naïve* tidak terlalu berperan dalam menghasilkan peramalan yang lebih memadai. Besarnya MAPE 24% secara umum dipengaruhi oleh *seasonal index* yang didapat ketika melakukan perhitungan peramalan dengan metode *product aggregation*.

4.2 Perbandingan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Dalam mengukur akurasi peramalan, terdapat beberapa perhitungan yang dapat dilakukan, antara lain *Mean Absolute Deviation (MAD)*, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Untuk membandingkan akurasi peramalan antara metode yang satu dengan yang lainnya, yang paling tepat digunakan adalah MAPE karena hasil kesalahan peramalan ditinjau sebagai persentase *error* yang terjadi dibandingkan dengan keadaan sebenarnya. Jika yang digunakan adalah MAD atau MSE dalam meninjau akurasi peramalan beberapa metode, bisa terjadi data tersebut tidak dapat langsung dibandingkan. Hasil rata-rata kuadrat dari kesalahan (MSE) dan juga rata-rata mutlak dari kesalahan (MAD) kurang tepat jika langsung dibandingkan ketika meninjau beberapa metode peramalan dan juga data. Oleh karena itu, kesalahan peramalan dari masing-masing metode sebaiknya dikonversi terlebih dahulu ke bentuk persentase terhadap aktual, dengan kata lain, MAPE tepat untuk digunakan dalam membandingkan akurasi beberapa metode peramalan yang diujikan.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan berbagai metode peramalan di atas, dapat terlihat bahwa jika dibandingkan antara metode yang satu dengan yang lainnya, dengan melihat per periode, dapat disimpulkan bahwa MSE dan MAPE berbanding lurus. Namun jika dibandingkan MSE dan MAPE antara satu metode peramalan dengan metode yang lain, belum tentu jika nilai MSE metode yang satu lebih kecil daripada metode yang lainnya, nilai MAPE metode yang satu juga lebih kecil daripada metode yang lainnya. Berdasarkan pengolahan data dengan berbagai metode peramalan di atas, diperoleh hasil MAPE sebagai berikut.

Tabel 4.7. Hasil *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

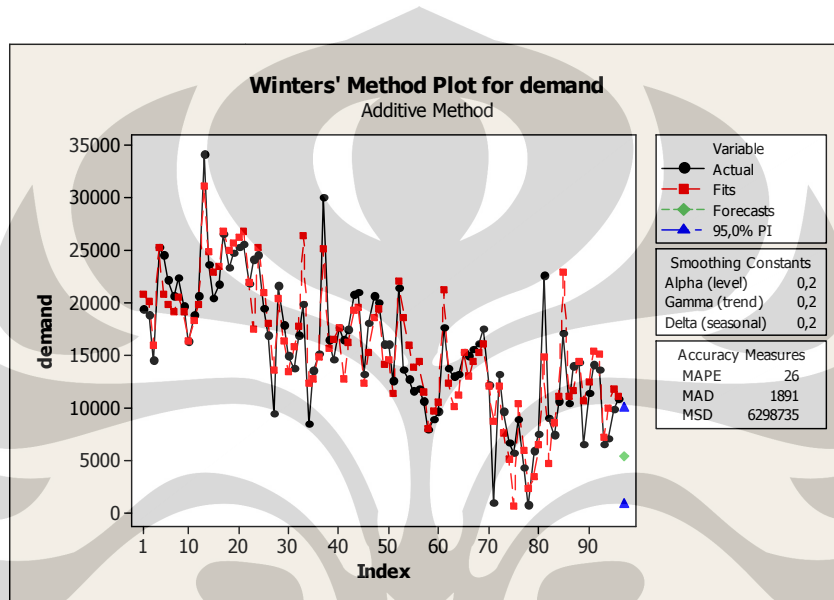
METODE	MAPE
Forecast Method Exist	83
Single Exponential Smoothing	46
Holt-Winters Exponential Smoothing	26
Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naïve	20
Product Aggregation	24
Product Aggregation combined with Naïve	24

Terlihat dari resume tabel di atas, metode-metode peramalan yang baru diusulkan menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan peramalan yang telah dilakukan. Oleh karena itu, metode baru tersebut layak untuk dicoba diterapkan pada perusahaan. Dari keseluruhan metode baru yang diusulkan, nilai MAPE yang terkecil adalah ketika peramalan dilakukan dengan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dikombinasikan dengan metode *Naive*. MAPE yang dihasilkan oleh metode kombinasi ini adalah sebesar 20%. Hal ini terjadi karena dari semua metode baru yang diusulkan, metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* yang menghasilkan MAPE sebesar 26% merupakan metode yang paling kompleks karena melibatkan perhitungan komponen tren, *seasonality*, dan *randomness* di dalamnya. Dan ternyata ketika dikombinasikan dengan metode *Naive* yang biasa dikenal dengan sebutan *random walk mode*, MAPE yang dihasilkan lebih kecil lagi, yakni mengalami penurunan sebesar 6%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Naive* memiliki kontribusi positif jika dikombinasikan dengan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*.

4.3 Peramalan Periode Berikutnya

Untuk perhitungan selanjutnya, akan digunakan metode peramalan yang terpilih berdasarkan nilai MAPE terkecil, yakni metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dikombinasikan dengan metode *Naive*.

Berikut ini adalah pengolahan data peramalan satu periode ke depan berdasarkan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*.



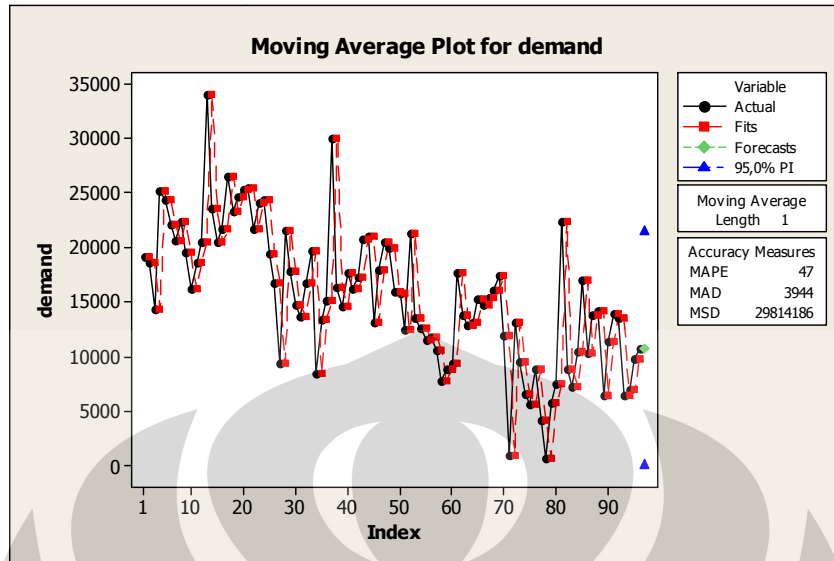
Gambar 4.3 Peramalan dengan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Titik berwarna hijau pada gambar di atas merupakan nilai peramalan untuk period depan. Dimana besarnya adalah sebagai berikut.

Forecasts			
Period	Forecast	Lower	Upper
97	5305,95	672,702	9939,21

Gambar 4.4. Hasil Peramalan dengan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Berikut ini adalah pengolahan data peramalan satu periode ke depan berdasarkan metode *Naive*.



Gambar 4.5. Peramalan dengan Metode *Naive*

Adapun hasil peramalan satu periode ke depan seperti yang terlihat pada titik hijau di atas adalah sebagai berikut.

Forecasts			
Period	Forecast	Lower	Upper
97	10738	36,1324	21439,9

Gambar 4.6. Hasil Peramalan dengan Metode *Naive*

Setelah mengolah data untuk peramalan periode ke depan dengan menggunakan masing-masing metode, akan dilakukan kombinasi atas keduanya. Berikut ini adalah hasil peramalan periode berikutnya dengan mengkombinasikan kedua metode.

Tabel 4.8. Hasil Peramalan dengan Kombinasi Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan Metode *Naive*.

Forecast		
Winter	<i>Naive</i>	Combine
5306	10738	8022

Hasil Perhitungan menunjukkan bahwa hasil peramalan untuk periode berikutnya adalah sebanyak 8022 unit. Peramalan hanya bisa dilakukan untuk satu periode berikutnya karena metode peramalan ini terdiri dari dua metode peramalan yang kemudian digabungkan. Metode *Holt-Winter Exponential Smoothing* dapat menghasilkan peramalan untuk beberapa periode ke depan, sedangkan metode *Naïve* tidak begitu. Hal ini disebabkan peramalan dengan metode *Naïve* menggunakan data satu periode sebelumnya sebagai peramalan pada periode tersebut. Sehingga untuk mendapatkan nilai peramalan dari gabungan kedua metode ini, dibutuhkan data yang terus-menerus diperbaharui sesuai dengan permintaan yang datang sebenarnya. Oleh karena alasan tersebut, metode *Holt-Winter Exponential Smoothing* dikombinasikan dengan *Naïve* hanya bisa menghasilkan peramalan untuk satu periode ke depan.

4.4 Perbandingan Penilaian Kinerja

Penilaian kinerja secara rutin dilakukan perusahaan untuk menjamin keberlangsungan produksi guna mengevaluasi kinerja untuk meningkatkan performa perusahaan secara berkelanjutan. Salah satu cara dalam melakukan penilaian kinerja adalah dengan melakukan perhitungan *service level*. Penilaian kinerja ini dihitung berdasarkan perhitungan besarnya *service level* sebelum dan sesudah diterapkannya metode peramalan yang terpilih. Pengolahan data perhitungan *safety stock* 6 bulan terakhir dengan menggunakan peramalan yang diberlakukan perusahaan dapat terlihat pada tabel 4.9. Adapun perhitungan besarnya kebutuhan *safety stock* adalah sesuai dengan rumus 2.9.

Terlihat dari tabel 4.9, terjadi beberapa periode dimana permintaan tidak dapat terpenuhi. Dengan menjumlahkan seluruh kehilangan permintaan tersebut, total permintaan tidak yang tidak terpenuhi adalah sebesar 16926 unit. Jumlah ini cukup besar mengingat kepuasan pelanggan sangatlah berarti guna meningkatkan keuntungan perusahaan. Untuk mengantisipasi kondisi kehilangan penjualan ini, diperlukan sebuah tindakan antisipasi. Pemberlakuan persediaan pengaman (*safety stock*) merupakan salah satu upaya menghindari terjadinya permintaan yang tidak dapat terpenuhi.

Tabel 4.9. Jumlah Permintaan yang Tidak Terpenuhi Berdasarkan Metode Peramalan Perusahaan

<i>Forecast Method Exist</i>					
Periode	Demand	Forecast	SS	Produksi	Inventory
05/10/2009	9456	6890	5382	12272	2816
12/10/2009	6580	7510	5385	12895	6315
19/10/2009	5572	9536	5491	15027	9455
26/10/2009	8800	8253	5589	13842	5042
02/11/2009	4172	6681	5534	12215	8043
09/11/2009	632	7764	5677	13441	12809
16/11/2009	5744	8223	5975	14198	8454
23/11/2009	7470	8392	6074	14466	6996
07/12/2009	22424	8424	6105	14529	-7895
14/12/2009	8880	8524	6180	14704	5824
21/12/2009	7252	2989	6173	9162	1910
28/12/2009	10436	3541	6229	9770	-666
04/01/2010	16976	9528	6231	15759	-1217
11/01/2010	10296	9292	5736	15028	4732
18/01/2010	13792	10072	5718	15790	1998
25/01/2010	14196	8900	5713	14613	417
01/02/2010	6396	9096	5668	14764	8368
08/02/2010	11356	8496	5702	14198	2842
15/02/2010	13968	6800	5653	12453	-1515
22/02/2010	13528	6784	5516	12300	-1228
01/03/2010	6480	6660	5357	12017	5537
08/03/2010	6984	7980	5406	13386	6402
15/03/2010	9816	6552	5365	11917	2101
22/03/2010	10738	1134	5200	6334	-4404

Terjadinya kehilangan penjualan diakibatkan performa metode peramalan yang diberlakukan oleh perusahaan kemudian akan dibandingkan dengan kondisi jika diterapkan metode terbaik yang diusulkan, yakni *Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naive*. Berikut ini adalah perhitungan *safety stock* 6 bulan terakhir dengan menggunakan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* terkecil, yakni *Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naive*.

Tabel 4.10. Jumlah Permintaan yang Tidak Terpenuhi Berdasarkan Kombinasi antara Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naive*

<i>Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naive</i>					
Periode	Demand	Forecast	SS	Produksi	Inventory
05/10/2009	9456	10347	5382	15729	6273
12/10/2009	6580	7269	5385	12654	6074
19/10/2009	5572	3609	5491	9100	3528
26/10/2009	8800	7921	5589	13510	4710
02/11/2009	4172	7343	5534	12877	8705
09/11/2009	632	3222	5677	8899	8267
16/11/2009	5744	1974	5975	7949	2205
23/11/2009	7470	6086	6074	12161	4691
07/12/2009	22424	11098	6105	17203	-5221
14/12/2009	8880	13537	6180	19716	10836
21/12/2009	7252	8669	6173	14842	7590
28/12/2009	10436	9145	6229	15374	4938
04/01/2010	16976	16623	6231	22854	5878
11/01/2010	10296	14010	5736	19746	9450
18/01/2010	13792	10939	5718	16657	2865
25/01/2010	14196	14088	5713	19801	5605
01/02/2010	6396	12398	5668	18066	11670
08/02/2010	11356	9432	5702	15135	3779
15/02/2010	13968	13362	5653	19015	5047
22/02/2010	13528	14514	5516	20030	6502
01/03/2010	6480	10322	5357	15679	9199
08/03/2010	6984	8199	5406	13605	6621
15/03/2010	9816	9330	5365	14695	4879
22/03/2010	10738	10417	5200	15616	4878

Setelah menghitung besar *safety stock* untuk tiap periode untuk masing-masing metode, dilakukan estimasi jumlah produksi dengan cara menambahkan nilai *forecast* dengan *safety stock*. Berdasarkan perhitungan yang terpaparkan pada tabel di atas, terdapat kondisi permintaan tidak terpenuhi (*backlog*) ketika besarnya tingkat produksi lebih rendah dari permintaan sebenarnya. Hal ini menyebabkan tidak semua permintaan dapat tertangani dengan baik. Permintaan yang tidak terpenuhi merupakan kerugian bagi perusahaan. Berikut ini adalah

perbandingan nilai *service level* sebelum dan sesudah diterapkannya metode peramalan yang terpilih.

Tabel 4.11. Perbandingan *Service Level*

<i>Service Level</i>	
<i>Forecast Method Exist</i>	
Total backlog	16926
Total permintaan terpenuhi	215018
Total permintaan	231944
Service Level	92,7 %
<i>Service Level</i>	
<i>Holt-Winters Exponential Smoothing combined with Naive</i>	
Total backlog	5221
Total permintaan terpenuhi	226723
Total permintaan	231944
Service Level	97,75 %

Dari tabel di atas terlihat bahwa terjadi peningkatan *service level* sebesar 5,05%. Hal ini disebabkan oleh akurasi metode peramalan yang baru lebih tinggi sehingga permintaan yang datang dapat diantisipasi dengan baik. Sedangkan pada metode yang lama, *error* yang terjadi lebih besar jika dibandingkan dengan metode yang baru, oleh karena itu, terdapat beberapa kali kondisi dimana permintaan tidak dapat tertangani dengan baik ketika produksi yang dilakukan lebih kecil dari permintaan yang datang.

4.5 Strategi Penentuan *Safety Stock*

Ketersediaan produk merupakan hal yang paling penting dalam menjamin tingkat pelayanan perusahaan terhadap customernya. Kondisi dimana permintaan lebih tinggi daripada produksi menyebabkan *backlog* yang menimbulkan

kehilangan penjualan. Kehilangan penjualan ini merupakan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan strategi dalam menentukan jumlah persediaan untuk motif berjaga-jaga. Jenis persediaan ini dikenal dengan sebutan *safety stock*.

Besarnya nilai *safety stock* tergantung kepada nilai *service level* yang ditentukan oleh perusahaan. Perhitungan besarnya kebutuhan *safety stock* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus 2.11. Berdasarkan perhitungan, diperoleh besarnya *safety stock* yang harus disediakan berdasarkan metode Holt-Winters Exponential Smoothing Combined with *Naive*, sebagai berikut.

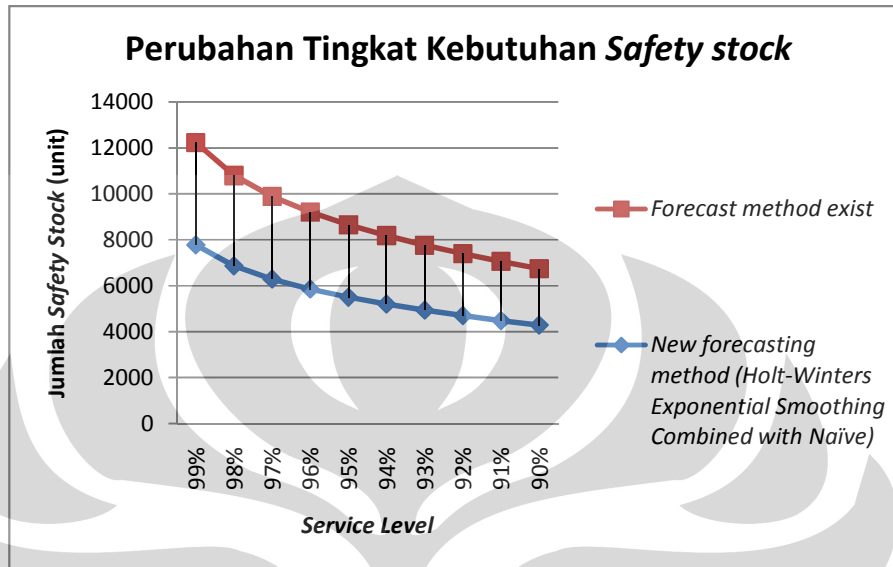
Tabel 4.12. Tingkat Kebutuhan *Safety Stock*

<i>Service Level</i>	<i>Z</i>	<i>Forecast Error</i>	<i>Lead Time</i>	<i>Safety Stock</i>
99%	2,33	3344	1	7778
98%	2,05	3344	1	6867
97%	1,88	3344	1	6288
96%	1,75	3344	1	5853
95%	1,64	3344	1	5500
94%	1,55	3344	1	5198
93%	1,48	3344	1	4934
92%	1,41	3344	1	4698
91%	1,34	3344	1	4483
90%	1,28	3344	1	4285

Pada dasarnya, penentuan *service level* ini merupakan kebijakan perusahaan karena mungkin saja masih ada pertimbangan-pertimbangan lain yang harus dipertimbangkan guna mendapatkan laba yang lebih banyak. Tabel di atas merupakan alternatif usulan penentuan jumlah *safety stock* yang dapat membantu perusahaan berdasarkan *service level* 90%-99%.

Safety stock yang disediakan juga dapat menimbulkan resiko meningkatnya biaya gudang. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan *safety stock* yang lebih akurat guna meminimalisir biaya-biaya yang dikeluarkan. Besarnya *safety stock* yang ditentukan tergantung kepada keakuratan peramalan. Berikut ini

merupakan gambaran besarnya selisih kebutuhan *safety stock* yang harus disediakan sebelum dan sesudah diterapkannya peramalan yang baru.



Gambar 4.7. Perubahan Tingkat Kebutuhan *Safety Stock*

Pada dasarnya, *safety stock* ini digunakan untuk menangani ketidakpastian besarnya permintaan. Dengan adanya metode peramalan yang akurat, jumlah kebutuhan *safety stock* dapat terkendali dengan baik. Semakin kecil *error* dari peramalan, semakin kecil pula tingkat kebutuhan *safety stock*. *Safety stock* memiliki peran penting dalam manajemen produksi, namun adakalanya banyaknya persediaan yang tersedia tidak terpakai di saat permintaan yang datang ternyata rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan aspek peramalan untuk pertimbangan perencanaan produksi ke depan. Karena pada intinya mungkin saja terjadi kondisi dimana biaya penyimpanan persediaan yang banyak lebih besar jika dibandingkan dengan membiarkan terjadinya kehilangan penjualan, atau sebaliknya. Dengan bantuan peramalan yang akurat, tingkat kebutuhan *safety stock* yang telah diketahui, serta penetapan *service level* yang diharapkan, perusahaan mampu untuk menyeimbangkan produksi sehingga dapat memperoleh laba maksimum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan penelitian, yakni mencari metode peramalan yang terbaik yang untuk industri manufaktur yang memiliki pola permintaan yang bersifat *seasonal* dan menentukan strategi *Safety Stock* berdasarkan metode peramalan terbaik tersebut, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, metode terbaik yang terpilih berdasarkan *error* terkecil adalah kombinasi Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naïve*, yakni dengan MAPE sebesar 20%.
2. Nilai MAPE berdasarkan peramalan yang selama ini diterapkan adalah sebesar 83%, sedangkan nilai MAPE berdasarkan kombinasi Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naïve* adalah sebesar 20%. Sehingga penurunan yang terjadi adalah sebesar 63%.
3. *Service level* berdasarkan peramalan yang selama ini diterapkan adalah sebesar 92,7%, sedangkan *service level* berdasarkan kombinasi Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan *Naïve* adalah sebesar 97,75%. Sehingga mengalami peningkatan sebesar 5,05%.
4. Estimasi perhitungan kebutuhan *safety stock* dengan variasi *service level* yang ditentukan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam penetapan besar *safety stock* adalah sebagai berikut; untuk *service level* 99%, kebutuhan *safety stock* adalah 7778; untuk *service level* 98%, kebutuhan *safety stock* adalah 6867; untuk *service level* 97%, kebutuhan *safety stock* adalah 6288; untuk *service level* 96%, kebutuhan *safety stock* adalah 5853; untuk *service level* 95%, kebutuhan *safety stock* adalah 5500; untuk *service level* 94%, kebutuhan *safety stock* adalah 5198; untuk *service level* 93%, kebutuhan *safety stock* adalah 4934; untuk *service level* 92%, kebutuhan *safety stock* adalah 4698; untuk *service level* 91%, kebutuhan *safety stock* adalah 4483; dan untuk *service level* 90%, kebutuhan *safety stock* adalah 4285.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan ada beberapa perubahan yang harus dilakukan demi tercapainya hasil penelitian yang lebih baik. Saran yang penulis dapat berikan adalah sebaiknya masalah biaya-biaya terkait diperhitungkan, karena bisa jadi pada kenyataannya biaya yang dikeluarkan untuk penyediaan persediaan lebih banyak jika dibandingkan dengan kehilangan penjualan yang dialami.



DAFTAR REFERENSI

- Arnold, J.R. Tony & Chapman, N. Stephen. (2004). *Introduction to material management* (pp. 199-273). New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Ballou, H. Ronald. (2004). *Business logistics management* (5th ed) (pp. 286-389). New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Box, E. P. George & Jenkins, M. Gwilym. (2004). *Time series analysis, forecasting and control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Chase, B. Richard & Jacobs, F. Robert. (2004). *Operation management for competitive advantage*. United States of America: McGraw-Hill Inc.
- Chockalingam, Mark. (2010). *Forecast error and safety stock strategies*. India: Demand Planning LCC.
- Dekker, M., Donselaar, K.V., & Ouwehand, Pim. (2004). How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecasts. *International Journal of Production Economics* 90 (151-167).
- Iriawan, Nur & Astuti, Puji. (2006). *Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: ANDI.
- Montgomery, C. Douglas & Johnson, A. Lynwood. (1998). *Forecasting and time series analysis*. United States of America: McGraw-Hill Inc.
- Narasimhan, L. Seetharama & McLeavey, W. Dennis. (2000). *Production Planning and Inventory Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Nur Bahagia, Senator (2006). *Sistem Inventori*. Bandung : ITB
- Permana, Kusuma & Asdjuredja, Lili. (1990). *Manajemen Produksi*. Bandung : Armico.
- Simamora, Bilson. (2005). *Analisis multivariat pemasaran*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.