



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENURUNAN BIAYA PERSEDIAAN BARANG MRO MENGGUNAKAN  
SISTEM MIN-MAX**

**TESIS**

**Nama : DEIRA TRIMADANIA  
NPM : 0906495803**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENURUNAN BIAYA PERSEDIAAN BARANG MRO MENGGUNAKAN  
SISTEM MIN-MAX**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Industri**

**Nama : DEIRA TRIMADANIA  
NPM : 0906495803**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Deira Trimadania  
NPM : 09060495803  
Tanda tangan :   
Tanggal : Juni 2011

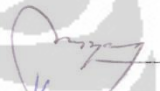


## HALAMAN PENGESAHAN


Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Deira Trimadania  
NPM : 0906495803  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Penurunan biaya persediaan barang MRO menggunakan sistem Min-Max

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


### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Amar Rachman, MEIM (  )

Pembimbing II: Arian Dhini, ST., MT (  )

Penguji : Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSISE, Ph.D. (  )

Penguji : Ir. Isti Surjandari, Ph.D (  )

Penguji : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2011

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tesis ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, rasa terima kasih diucapkan kepada:

- (1) Bapak Ir. Amar Rachman, MEIM, selaku dosen pembimbing I tesis, untuk segala bimbingan, pengajaran, kesabaran, serta kepeduliannya yang sangat dirasakan sehingga setiap rintangan dalam pengerjaan tesis ini dapat dilalui dengan baik
- (2) Arian Dhini, ST., MT, selaku dosen pembimbing II tesis, untuk segala bimbingan, pengajaran, kesabaran, serta kepeduliannya yang sangat dirasakan sehingga setiap rintangan dalam pengerjaan tesis ini dapat dilalui dengan baik
- (3) Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSISE, Ph.D., atas segala kritik, saran dan masukannya yang membangun pada kesempatan pertemuan di seminar 1, seminar 2 dan sidang tesis
- (4) Ir. Isti Surjandari, Ph.D., atas segala kritik, saran dan masukannya yang membangun pada kesempatan pertemuan di seminar 1 dan sidang tesis
- (5) Ir. Akhmad Hidayatno, MBT atas segala kritik, saran dan masukannya yang membangun pada kesempatan pertemuan di sidang tesis
- (6) Prof. Dr. Teuku Yuri Zagoel sebagai ketua jurusan Tekni Industri dan juga atas pengajarannya selama saya belajar di Teknik Industri UI
- (7) Ir. Fauzia Dianawati, Msi., Dr. Ing. Amalia Suzianti, ST, MSc., Ir. Erlinda Muslim, MEE., Ir. M. Dachyar, MSc., Ir. Yadrifil, MSc., dan Bapak-Bapak serta Ibu-Ibu dosen lainnya atas pengajaran yang telah diberikan selama saya belajar di Teknik Industri UI.
- (8) Teman-teman tercinta di kelas Magister Teknik Industri angkatan 2009 ruang 202 Salemba, atas bantuan dan kerja sama selama kuliah hingga tesis ini selesai, pertemanan baik suka maupun duka. Niken K, Prima Fithri (Ima),

- Pawenary, Rina M, Kohar, Victor A, Retno (Hera), Indah, Haryo, Haryman, Willy, Ismail, Singgih D, Susilo (Icus), Ririn, Roni, Intan, Maldy, Jo, Hadi
- (9) Mbak Fatimah, Mas Dodi, Mas Santo atas bantuan-bantuannya selama perkuliahan di TI UI.
- (10) Hendra M. Tambunan, Asa V. R., Enny Widawati atas bantuannya selama saya menyelesaikan tesis.
- (11) Dan yang terpenting adalah kedua orang tua saya, Bambang Irawan Rivai (alm.) dan Dewi Lasmaja, serta adik saya tercinta, Maulydia, terima kasih banyak atas dukungannya. *I can't give any word for all of you, I always love you.*

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan kuliah saya di Teknik Industri Universitas Indonesia. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Juni 2011

Penulis

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

---

---

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

Nama : Deira Trimadania  
NPM : 0906495803  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

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:

**Penurunan Biaya Persediaan Barang MRO Menggunakan Sistem Min- Max**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : Juni 2011  
Yang Menyatakan

  
(Deira Trimadania)

## ABSTRAK

Nama : Deira Trimadania  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul : Penurunan Biaya Persediaan Barang MRO Menggunakan Sistem Min- Max

Pengendalian persediaan di suatu perusahaan adalah penting, persediaan adalah salah satu asset yang sangat mahal dalam suatu perusahaan, biasanya sekitar 40% dari total investasi. Penelitian ini adalah untuk memperoleh model persediaan barang MRO dalam upaya penurunan biaya persediaan menggunakan sistem Min-Max dengan metode peramalan Croston dan *Single Exponential Smoothing*. Metode peramalan Croston diperuntukan bagi permintaan yang berpola lumpy, sedangkan *Single Exponential Smoothing* untuk permintaan yang berpola regular. Hasil dari penelitian ini adalah jumlah pesan ekonomis, reorder point quantity (ROP), persediaan pengaman, serta tingkat persediaan maksimum. Dari 15 barang contoh yang diteliti, diperoleh kenaikan service level rata-rata dari 93% menjadi 96%.

Kata kunci:

Persediaan, Sistem Min-Max, Croston, *Single Exponential Smoothing*, *Service Level*



## ABSTRACT

Name : Deira Trimadania  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : MRO Inventory Reduction using Min-Max System.

Inventory control is one of important thing in company, inventory is expensive asset, usually about 40% of the total investment. This study is to obtain a model MRO inventory in effort to decrease total cost of inventory using Min-Max system with Croston and Single Exponential Smoothing foscase methods. Croston forecasting method intended for lumpy demand pattern, while Single Exponential Smoothing is for a regular demand pattern. The result of this study is the number of economic order quantity, reoder point quantity (ROP), safety stock, and maximum level stock. For the example, 15 items, obtained increasement in average service level from 93% to 96%.

Key words:

Inventory, Min-Max System, Croston, Single Exponential Smoothing, Service Level



## DAFTAR ISI

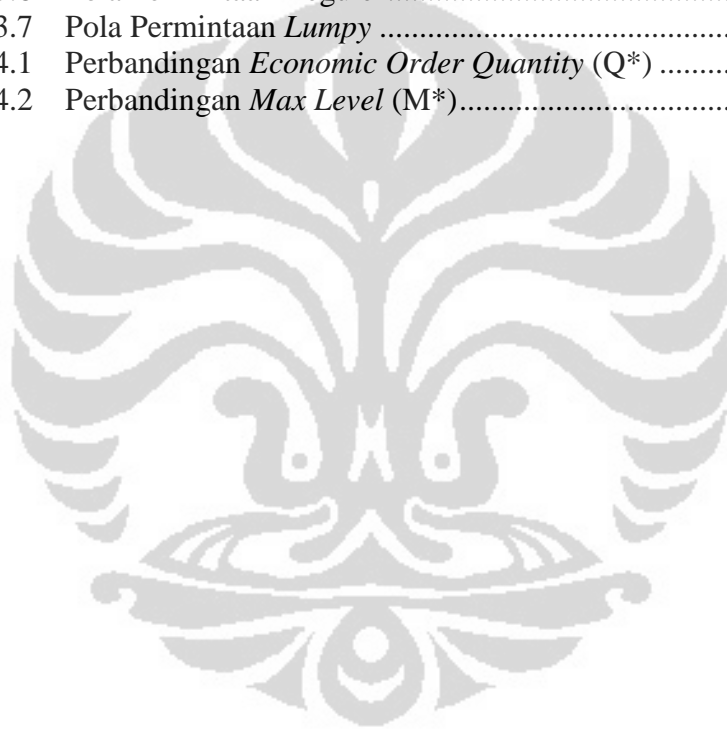
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
1.3 Rumusan Permasalahan.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian .....	5
1.7 Sistematika Penelitian .....	5
<b>2. LANDASAN TEORI</b> .....	8
2.1 Manajemen Inventori .....	8
2.2 Perencanaan dan Pengendalian Persediaan .....	10
2.3 Peramalan Permintaan .....	10
2.3.1 Metode Kualitatif .....	12
2.3.2 Metode Kuantitatif .....	13
2.4 Peramalan Croston.....	16
2.5 Peramalan Exponential Smoothing .....	17
2.6 Pemilihan Nilai Alfa.....	18
2.7 Akurasi Ramalan .....	19
2.8 Biaya Persediaan.. .....	19
2.9 Sistem Min-Max .....	22
2.10 Sistem Pengawasan Persediaan .....	23
<b>3. PENGUMPULAN DATA</b> .....	27
3.1 Profil Perusahaan.....	27
3.1.1 IndoAsia Business Unit (IBU).....	27
3.1.2 Supply Chain Management IndoAsia Business Unit (SCM IBU) .....	27
3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	27
3.2.1 Arus Aliran Proses Pengadaan Persediaan .....	29
3.2.2 Data Pemakaian.....	31
3.2.3 Klasifikasi ABC.....	33
3.2.4 Pola Permintaan.....	35

3.2.5 Peramalan Permintaan .....	36
3.2.6 Biaya dan Lead Time.....	40
3.2.7 Perhitungan Reorder Point (ROP), persediaan pengaman (SS), dan tingkat persediaan maksimum (M) .....	42
<b>4. ANALISIS .....</b>	<b>46</b>
4.1 Analisis Klasifikasi ABC .....	46
4.2 Analisis Pola Permintaan .....	47
4.3 Analisis Peramalan Permintaan.....	48
4.3.1 Peramalan <i>Single Exponential Smoothing</i> .....	48
4.3.2 Peramalan Croston.....	48
4.4 Analisa Hasil Sistem Min-Max .....	50
4.4 Analisa Perbandingan Data Histori Perusahaan dan Peramalan .....	51
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>54</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah .....	4
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	6
Gambar 2.1	Pola Permintaan Tidak Reguler/ <i>Lumpy</i> .....	12
Gambar 2.2	Klasifikasi Metode Peramalan .....	13
Gambar 2.3	Hubungan Biaya Persediaan dengan Jumlah Barang yang Dibeli ..	21
Gambar 2.4	Contoh Grafik Hukum Pareto .....	25
Gambar 3.1	Struktur Organisasi Supply Chain Management IndoAsia Business Unit (SCM IBU) .....	28
Gambar 3.2	Struktur Organisasi Supply Chain Sumatra .....	28
Gambar 3.3	Proses Persediaan ( <i>User dan Warehouse</i> ).....	30
Gambar 3.4	Proses Persediaan dari Persediaan Yang Ada Di Vendor .....	31
Gambar 3.5	Grafik Klasifikasi ABC Dengan Metode Pareto .....	34
Gambar 3.6	Pola Permintaan Reguler .....	37
Gambar 3.7	Pola Permintaan <i>Lumpy</i> .....	37
Gambar 4.1	Perbandingan <i>Economic Order Quantity</i> ( $Q^*$ ) .....	52
Gambar 4.2	Perbandingan <i>Max Level</i> ( $M^*$ ).....	52

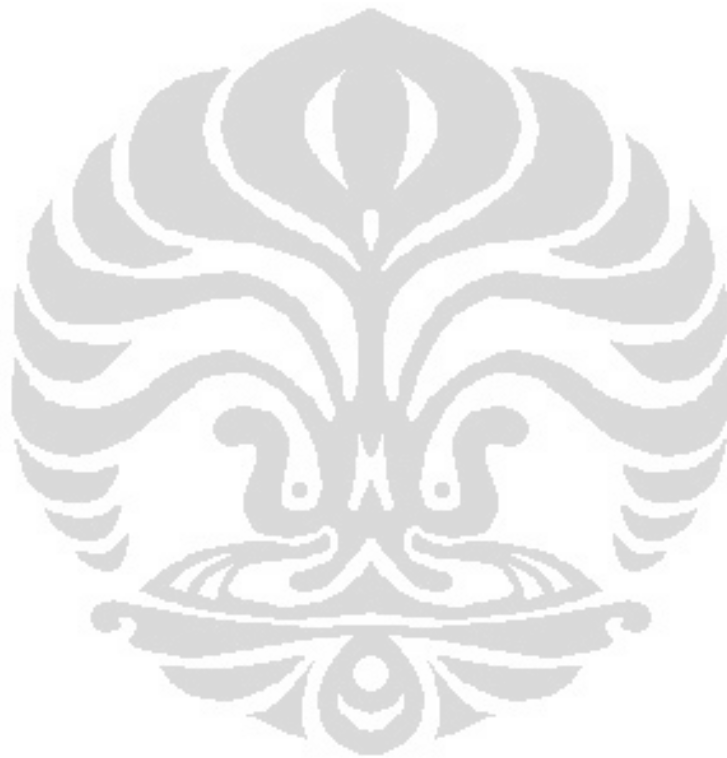


## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Contoh Persediaan .....	9
Tabel 2.2	Nilai <i>Safety Factor</i> .....	24
Tabel 3.1	Data Pemakaian Barang.....	32
Tabel 3.2	Klasifikasi Barang <i>Maintenance, Repair dan Operation</i> .....	33
Tabel 3.3	Klasifikasi Berdasarkan Permintaan .....	34
Tabel 3.4	Barang – Barang <i>Fast Moving</i> .....	35
Tabel 3.5	Data Rata – Rata Permintaan dan Standar Deviasi.....	36
Tabel 3.6	Hasil Peramalan dari Single Exponential Smoothing .....	38
Tabel 3.7	<i>Standard Error of Forecast</i> untuk hasil Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> .....	39
Tabel 3.8	Hasil Peramalan Dari Metode Croston .....	39
Tabel 3.9	<i>Standard Error of Forecast</i> untuk hasil Peramalan Metode Croston.....	40
Tabel 3.10	Biaya Yang Pengaruhi Biaya Penyimpanan .....	42
Tabel 3.11	Lead Time, Permintaan dan Standard Error of Forecast.....	42
Tabel 4.1	<i>Standard error of forecast</i> dari <i>Single Exponential Smoothing</i> .....	49
Tabel 4.2	Hasil Peramalan dari <i>Single Exponential Smoothing</i> .....	49
Tabel 4.3	<i>Standard error of forecast</i> untuk hasil peramalan metode Croston..	49
Tabel 4.4	Hasil Peramalan dari Croston .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Klasifikasi ABC .....
Lampiran 2 Klasifikasi Berdasarkan dari Tingkat Permintaan Barang .....
Lampiran 3 Pola Permintaan .....
Lampiran 4 Peramalan Permintaan yang Lumpy .....
Lampiran 5 Biaya Persediaan .....



## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG PERMASALAH**

Indonesia memiliki sumber daya alam yang beraneka ragam, salah satunya adalah minyak bumi. Minyak bumi diambil dan kemudian diolah menjadi bahan bakar minyak (BBM), minyak tanah dan lain sebagainya.

CPI IndoAsia Business Unit (IBU) merupakan mitra utama dalam perekonomian Indonesia dan anggota aktif dari masyarakat. Melalui anak perusahaan yang dimiliki sepenuhnya oleh CPI IndoAsia Business Unit (IBU), perusahaan memproduksi sekitar 40 persen minyak mentah Indonesia, dan mencari cadangan minyak dan gas dari Sumatera dan lepas pantai Kalimantan Timur. CPI IndoAsia Business Unit (IBU) merupakan produsen minyak Indonesia terbesar, dengan total produksi harian rata-rata 485.000 barel per hari pada tahun 2009. Jumlah rata-rata produksi harian gas alam 611 juta *cubic feet*.

CPI IndoAsia Business Unit (IBU) beroperasi dalam kemitraan dengan Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (BP MIGAS) melalui Production Sharing Contract (PSC) atau juga di sebut Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS). CPI IndoAsia Business Unit (IBU) melakukan berkegiatan eksplorasi dan produksi di Sumatera, provinsi Riau.

Perusahaan dalam melaksanakan kegiatan eksplorasi dan produksi, memerlukan barang persediaan sebagai pendukung. Barang persediaan dapat diartikan sebagai barang-barang yang di simpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang. Secara teknis, persediaan adalah suatu teknik yang berkaitan dengan penetapan terhadap besarnya persediaan bahan yang harus diadakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan operasi produksi, serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah pemesanan barang yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan (Agus Ristono, 2009).

Perusahaan perlu mengontrol jumlah barang persediaan yang disimpan, untuk mengurangi biaya-biaya yang akan ditimbulkan. Barang persediaan yang berlebih dapat menimbulkan biaya penyimpanan dan resiko kerusakan dari barang persediaan tersebut. Dan bukan berarti barang persediaan tidak di persediaan, karena jika barang persediaan kurang maka proses produksi pun akan terhambat,

yang berakibat fatal bagi perusahaan. Perlu adanya keseimbangan antara persediaan dengan kebutuhan kegiatan operasional. Menurut Stratman (2005) memerlukan kerja keras dan disiplin untuk menjaga persediaan dalam pengendalian persediaan suku cadang karena biasanya nilai persediaan adalah 5-10% dari nilai investasi sebuah perusahaan (Mehrotra et al 2001).

Sistem persediaan yang terintegrasi (ERP) telah berlaku di CPI. Sistem yang terintegrasi memudahkan bagian manajemen persediaan mengontrol semua informasi yang diperlukan. Data barang persediaan dapat diperoleh dengan mudah oleh pemakai. Namun sampai dengan tahun 2010, dimana penelitian ini diadakan, adanya informasi bahwa terdapat barang persediaan yang surplus, dan di sisi lain adapula barang persediaan yang tidak dapat dipenuhi saat barang tersebut dibutuhkan (persediaan out). Surplus mengakibatkan biaya persediaan meningkat. Sedangkan persediaan out mengakibatkan proses produksi terganggu.

Perusahaan menetapkan strategi untuk mencapai efisiensi dalam peningkatan pemenuhan ketersediaan barang dan menjaga agar tingkat persediaan tetap optimal. Strategi yang dilakukan antara lain mengembangkan sistem manajemen persediaan dan juga mengembangkan strategi untuk mengurangi tingkat surplus. Manajemen perusahaan melakukan review terhadap sistem manajemen persediaan yang ada saat ini.

Barang persediaan yang ada di perusahaan dibagi menjadi 2 jenis, barang-barang proyek (PCI) dan barang-barang maintenance, repair and operation (MRO). Barang-barang PCI di permintaan oleh pemakai sesuai kebutuh suatu proyek tertentu. Kadang kala (hampir sering terjadi) barang-barang proyek ini tidak habis digunakan dalam proyek tersebut, disebabkan karena prediksi jumlah pemesanan yang salah (berlebih) dan juga mungkin terjadi untuk menghindari kekurangan jumlah barang saat proyek berjalan. Hal ini menyebabkan barang-barang tersebut menjadi barang surplus. Kebutuhan akan barang tertentu suatu proyek tidak/belum tentu sama, hal ini pula yang menyebabkan barang-barang tersebut bisa menumpuk (surplus) di gudang.

Sedangkan untuk barang-barang MRO kebutuhannya dilapangan dapat diramalkan berdasarkan data persediaan sebelumnya, dan juga barang-barang tersebut dapat digunakan diseluruh bagian wilayah kerja. Meskipun barang-



barang tersebut dapat diramalkan namun masih dbarangukan surplus untuk barang MRO. Hal ini yang memicu perusahaan untuk mereview kembali sistem manajemen persediaan yang ada.

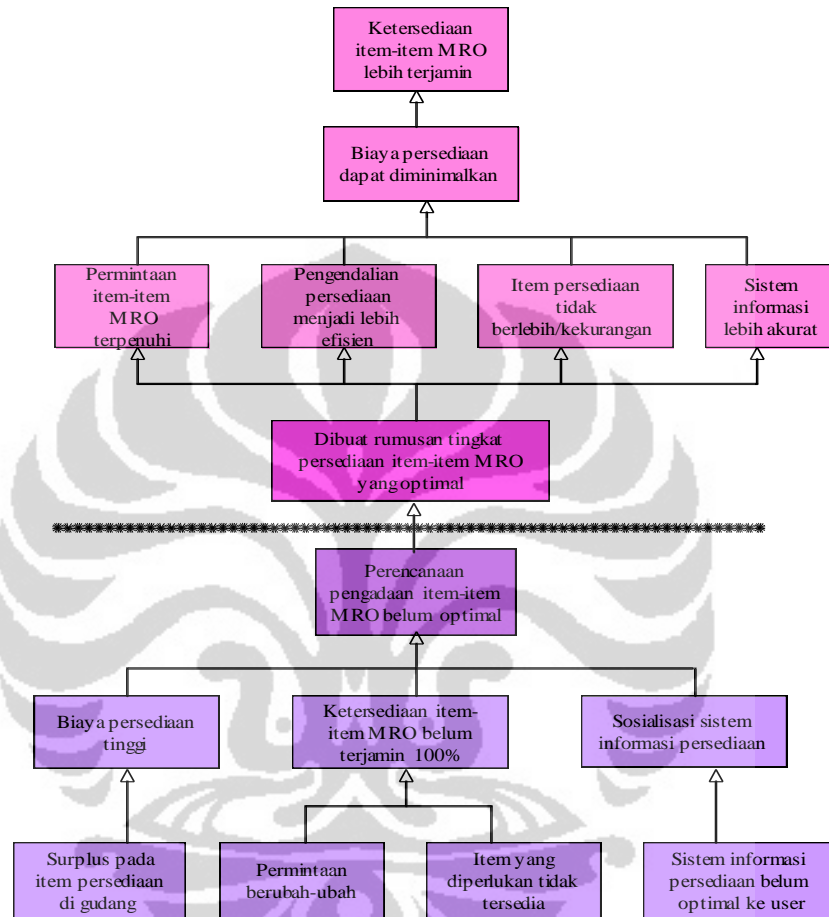
Upaya peningkatan manajemen persediaan dilakukan dengan mengelompokkan barang terbanyak digudang kemudian barang-barang tersebut diklasifikasikan sesuai dengan frekuensi permintaan terbanyak. Berdasarkan jumlah permintaan yang ada dbarangukan pola permintaannya, regular dan lumpy. Kedua pola permintaan ini nantinya digunakan untuk menentukan metode peramalan yang akan digunakan. Pola permintaan lumpy diramalkan dengan metode Croston, sedangkan pola permintaan regular digunakan metode peramalan single exponential smoothing.

Teknik peramalan secara time-series seperti *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Single Moving Average* (SMA) sering digunakan dalam praktek untuk kebutuhan perkiraan suku cadang (Snyder, 1993). Kedua metode telah menunjukkan performa memuaskan dalam data riil. Namun, karena ada potensi berubahnya pola permintaan yang relevan, standar metode perkiraan yang digunakan adalah metode Croston (Croston, 1972). Johnston dan Boylan (1996) menguji kondisi dibawah metode Croston (1972) lebih akurat dibanding *single exponential smoothing* (SES). Distribusi permintaan sebenarnya mungkin tidak cocok dengan distribusi teoritis standar manapun. Hal ini menantang keefektifan pendekatan parametris apapun dan hanya pendekatan non-parametris, yang bergantung pada pembentukan kembali distribusi empiris, akan lebih cocok. Willemain et al. (2004) mengembangkan pendekatan non-parametris untuk merangsang seluruh distribusi untuk permintaan *lead-time* dibandingkan perkiraan tunggal. (A.A. Syntetos and M. Keyes, 2008).

Data peramalan permintaan yang didapat dari perhitungan SES dan Croston, digunakan untuk menghitung waktu pemesanan optimal untuk menjamin ketersediaan barang yang dibutuhkan dalam kegiatan operasi perusahaan. Sedangkan perhitungan persediaan pengaman (*safety stock*), dibutuhkan untuk mengatasi permintaan tidak terduga. Pemesanan tidak terduga dapat terjadi jika dalam suatu kegiatan operasional perusahaan.

## 1.2. DIAGRAM KETERKAITAN PERMASALAH

Latar belakang masalah di atas ditransformasikan menjadi diagram keterkaitan masalah yang dapat menampilkan permasalahan secara visual dan sistematis. Diagram keterkaitan masalah ini ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Diagram Keterkaitan Masalah

## 1.3. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah di atas diketahui bahwa permasalahan yang timbul di perusahaan adalah permintaan dari manajemen perusahaan untuk menurunkan biaya persediaan dan juga agar peningkatan kinerja pada bagian SCM dalam melayani kebutuhan pengguna. Saat ini diketahui bahwa ada barang-barang yang tidak terpakai setelah di beli, hal ini dikarenakan barang tersebut dipesan oleh pengguna tanpa perhitungan yang tepat sebelumnya. Di sisi lain ada beberapa barang yang tidak tersedia pada saat dibutuhkan. Hal ini yang membuat

perusahaan ingin memperbaiki kembali hasil dari perhitungan reorder point, persediaan pengaman dan tingkat persediaan maksimum.

#### **1.4. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian tesis ini adalah memperoleh model persediaan barang MRO dalam upaya penurunan biaya persediaan menggunakan sistem Min-Max dengan metode peramalan SES dan Croston.

#### **1.5. RUANG LINGKUP PENELITIAN**

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah.

1. Penelitian dilakukan pada perusahaan peminyakan yang berada di wilayah Indonesia, CPI IndoAsia Business Unit.
2. Data persediaan yang di teliti adalah barang-barang yang termasuk barang yang dibutuhkan untuk maintenance, repair and operation (MRO).
3. Data yang digunakan sebagai data histori adalah data persediaan bulanan pada tahun 2010.
4. Selain data histori juga dilakukan wawancara untuk mengetahui permasalahan yang timbul di bagian persediaan.
5. Hanya 5 barang yang diambil dari masing-masing klasifikasi ABC yang termasuk barang fast moving..
6. Biaya yang ditimbulkan selama proses persediaan adalah asumsi.

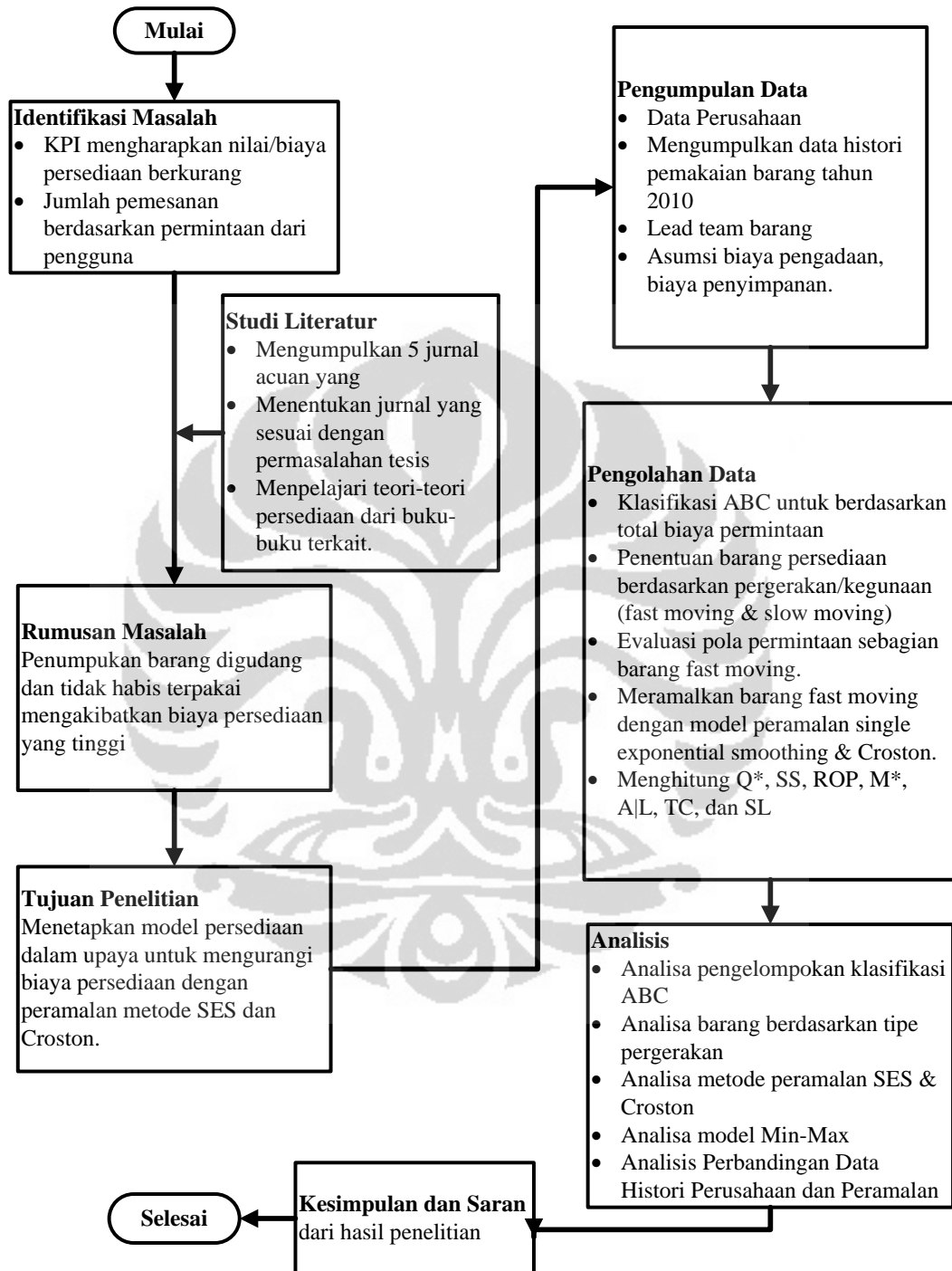
#### **1.6. METODOLOGI PENELITIAN**

Menggambarkan tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Gambar 1.2 merupakan tahapan-tahapan metodologi penelitian.

#### **1.7. SISTEMATIKA PENELITIAN**

Penelitian tesis ini terdiri dari 5 BAB, mengikuti standar ketentuan Pedoman Tugas Akhir Universitas Indonesia, terdiri dari bab pendahuluan hingga bab kesimpulan. Bab pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang dalam merumuskan masalah yang akan digambarkan pada diagram keterkaitan masalah.

Pada bab ini juga dijelaskan tujuan penelitian, ruang lingkup yang menjadi fokus penelitian, dan sistematika penulisan.



**Gambar 1.2.** Diagram Alir Metodologi Penelitian

Bab kedua berisi teori-teori dan metodologi yang digunakan sebagai bahan referensi dalam merancang sistem perencanaan pengadaan barang-barang MRO. Teori-teori yang terkait adalah tentang perencanaan dan pengendalian persediaan, teori peramalan, metode sistem min-max dan pengelompokan barang-barang berdasarkan harga pemakaian.

Bab ketiga berisi profile perusahaan, proses pengadaan perusahaan saat ini dan data histori permintaan sebagai masukan dalam perancangan pengadaan di perusahaan. Di bab ini juga dilakukan pengolahan data peramalan dengan metode SES dan Croston, serta perancangan pengadaan dengan sistem min-max.

Bab keempat dilakukan analisa terhadap hasil pengelompokan barang, peramalan dan juga analisis usulan perencanaan pengadaan dengan sistem min-max dan penerapan dalam aktivitas pengadaan secara rutin.

Setelah pengolahan data dan analisis dari setiap hasil yang didapat, dibuatlah bab kesimpulan. Bab ini berisi kesimpulan penelitian dan rekomendasi perencanaan pengadaan yang sesuai dengan karakter rantai suplai di perusahaan berdasarkan analisis dan pengolahan data.

## **BAB 2** **LANDASAN TEORI**

### **2.1 Manajemen Inventori**

Selama beberapa dekade terakhir pengendalian inventori telah menjadi topik dalam banyak publikasi dan menjadi salah satu literatur klasik operasi (Zomerdijk, L.G. dan Vries, J, 2003). Kebanyakan kontribusi memiliki latar belakang yang mirip, yaitu bidang manajemen operasi dan riset operasi. Hal ini berarti konsep dan teknik utama didasarkan pada asumsi matematika dan pemodelan inventori (Zomerdijk, L.G. dan Vries, J, 2003).

Stok mencakup semua barang dan material yang disimpan oleh suatu organisasi, untuk dipakai di masa depan. Inventori merupakan suatu daftar (*list*) item-item yang terdapat dalam stok (Waters, Donald, 2003). Sistem inventori merupakan suatu set kebijakan dan kontrol yang memonitor level inventori dan menentukan level apa yang seharusnya dipelihara, kapan stok seharusnya ditambah lagi, dan berapa besar ordernya (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004). Suatu sistem inventori menyediakan struktur organisasi dan kebijakan operasi untuk mempertahankan dan mengontrol barang untuk distok. Sistem ini bertanggung jawab dalam memesan dan menerima barang, waktu untuk order, dan menjaga jalur dari apa yang dipesan, berapa banyak, dan dari siapa. Sistem inventori juga harus bisa menjawab pertanyaan seperti apakah pemasok telah menerima order, apakah telah dikirimkan, apakah tanggalnya benar, apakah ada prosedur untuk pesan ulang atau pengembalian barang yang tidak diinginkan (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004).

Stok terbentuk ketika suatu organisasi memperoleh material yang tidak langsung digunakan. Material datang dari supplier dan disimpan dalam stok sampai dibutuhkan. Tahapan penambahan dan pengurangan stok untuk memenuhi permintaan yang diulang terus menerus disebut siklus stok (*stock cycle*). Setiap siklus mempunyai elemen-elemen berikut (Waters, Donald 2003):

1. Organisasi membeli sejumlah unit item dari supplier
2. Pada waktu yang telah ditentukan, item tersebut datang.

3. Kecuali dibutuhkan segera, item tersebut disimpan, ditambahkan pada stok.
4. Pelanggan, baik internal maupun eksternal, membuat permintaan untuk item tersebut.
5. Sejumlah unit item diambil dari stok untuk memenuhi permintaan tersebut.
6. Pada saat yang sama, stok menjadi rendah dan ini waktu organisasi untuk membuat order lagi.

Persediaan adalah akumulasi sumber daya material yang disimpan dalam sistem transformasi. Semua kegiatan memiliki simpanan material, walaupun tipenya berbeda-beda. Tingkat kepentingan jenis persediaan yang disimpan sangat tergantung pada kegiatan utama suatu perusahaan. Tabel 2.1 menunjukkan beberapa contoh persediaan pada perusahaan/institusi yang berbeda.

**Tabel 2.1.** Contoh Persediaan

<i>Operation</i>	<i>Examples of inventory held in operations</i>
Hotel	Food items, drinks, toilet items, cleaning materials
Hospital	Wound dressings, disposable instruments, whole blood, food, drugs, cleaning materials
Retail store	Goods to be sold, wrapping materials
Warehouse	Goods being stored, packaging materials
Automotive parts distributor	Automotive parts in main depot, automotive parts at local distribution points
Television manufacturer	Components, raw materials, part-finished sub-assemblies, finished televisions, cleaning materials
Precious metals refiner	Material (gold, platinum, etc.) waiting to be processed, material partly processed, fully refined material

(Sumber: Slack, Nigel., Chambers, Stuart., Johnston, Robert., 2007)

Persediaan diperlukan karena ada perbedaan waktu atau jumlah suplai dan permintaan. Jika suplai dari setiap barang tersedia tepat ketika ada permintaan, barang tersebut tidak perlu disimpan.

Sistem manajemen persediaan pada umumnya bertujuan untuk menyeimbangkan ketersediaan barang atau pelayanan terhadap konsumen dengan biaya pengadaan barang tersebut. Meminimumkan biaya yang berkaitan dengan pengadaan barang adalah salah satu cara untuk mencapai tingkat ketersediaan barang.

Ketersediaan barang diukur dari probabilitas kemampuan untuk memenuhi permintaan dari jumlah persediaan yang dimiliki. Probabilitas ini disebut *service level*. *Service level* ditunjukkan dengan nilai antara 0 dan 1. *Service level* dicapai dengan mengendalikan jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi.

$$\begin{aligned}
 \text{Service level} &= 1 - \frac{\text{Perkiraan jumlah stockout per tahun}}{\text{Total permintaan per tahun}} \\
 \text{Service level} &= 1 - \frac{D/Q(s'_d \times E(z))}{D} = 1 - \frac{s'_d(E(z))}{Q} \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

$s'_d E(z)$  menunjukkan jumlah persediaan yang akan habis pada jarak waktu antar pengadaan.  $E(z)$  disebut *unit normal loss integral* yang nilainya dibentuk dalam tabel sebagai fungsi dari deviasi normal  $z$ .  $D/Q$  menunjukkan frekuensi pengadaan per satuan waktu. Frekuensi pengadaan dikalikan dengan jumlah persediaan yang akan habis pada jarak waktu antar pengadaan sama dengan jumlah persediaan yang akan habis selama satuan periode waktu.

## 2.2 Perencanaan dan Pengendalian Persediaan

Pada setiap titik dalam sistem persediaan, manajer operasional perlu mengkoordinasikan aktivitas harian untuk menjamin lancarnya sistem. Permintaan akan datang dari konsumen dan mengurangi jumlah persediaan. Pemesanan barang perlu dilakukan untuk menggantikan persediaan yang sudah terpakai untuk memenuhi permintaan. Dalam mengelola sistem ini, tiga jenis keputusan yang perlu diambil adalah:

- Berapa banyak yang akan dipesan? (berkaitan dengan peramalan permintaan dan biaya persediaan)
- Kapan pemesanan barang akan dilakukan? (berkaitan dengan *review model*)
- Bagaimana cara mengontrol sistem persediaan? (berkaitan dengan sistem pengendalian persediaan)

## 2.3 Peramalan Permintaan

Karakteristik permintaan perlu diketahui dengan baik sehingga metode peramalan yang digunakan sesuai dengan karakteristik permintaan tersebut. Peramalan permintaan sangat penting karena menjadi masukan dasar untuk

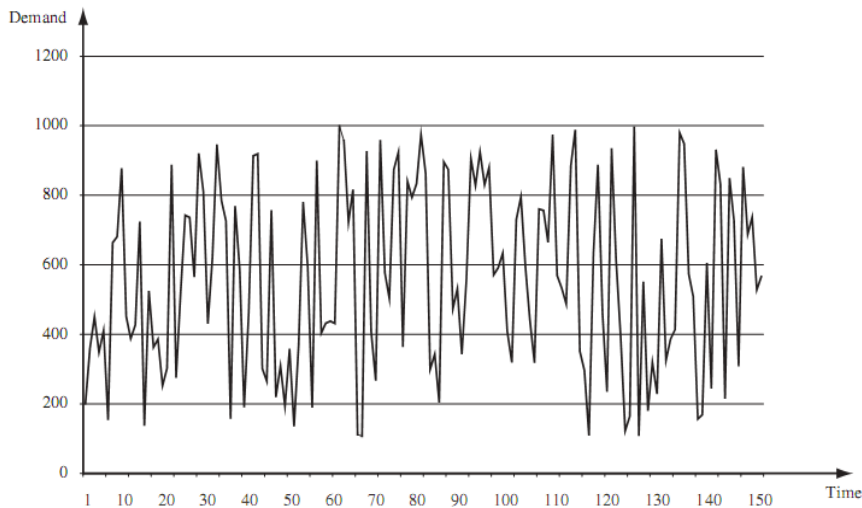


perencanaan dan pengendalian semua area fungsional, seperti logistik, pemasaran, produksi, dan keuangan. Peramalan pada area logistik berkaitan dengan karakter perubahan permintaan dari waktu ke waktu, besar variabilitasnya, dan derajat acak (*degree of randomness*).

Tingkat permintaan dari waktu ke waktu akan membentuk suatu pola. Permintaan akan disebut permintaan reguler jika polanya membentuk salah satu dari tiga pola berikut: pola permintaan acak yang tidak memiliki kecenderungan dan musiman, pola permintaan acak dengan kecenderungan naik/turun namun tidak musiman, atau pola permintaan acak dengan kecenderungan dan musiman. Selama variasinya kecil, peramalan permintaan akan mudah didapatkan dari beberapa prosedur peramalan yang terkenal.

Ketika permintaan tergolong jarang karena rendahnya total permintaan dan tingginya ketidakpastian tentang kapan dan berapa jumlah permintaan, permintaan disebut *lumpy* atau tidak reguler. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pola permintaan yang *lumpy* memiliki ciri-ciri permintaan yang tidak sering dan berjumlah besar. Pada lingkungan pengawasan secara periodik, hal ini ditunjukkan dengan banyaknya periode yang permintaannya 0 (nol) dan ketika ada permintaan, jumlahnya cenderung besar (Schultz, Carl R. (1987). Secara statistik, karakteristik permintaan yang *lumpy* ditunjukkan dengan membandingkan standar deviasi permintaan historis ( $s_d$ ) dan rata-rata permintaan historis ( $d$ ). Ballou (2004) mengatakan "*since  $s_d \geq d$ , the item is believed to have a lumpy demand pattern*" (h. 367). Permintaan dengan pola *lumpy* tidak mudah diramalkan dengan prosedur peramalan yang dipakai secara umum. Namun, karena jenis barang ini umumnya mencapai 50% dari semua jenis persediaan, prosedur peramalannya tetap harus dipertimbangkan dengan baik.

Peramalan adalah usaha yang dilakukan untuk memperkirakan permintaan dari variabel-variabel yang tidak pasti. Perencanaan dan pengendalian persediaan memerlukan prediksi karena adanya perbedaan waktu dalam menyesuaikan suplai dan permintaan. Metode peramalan dikelompokkan menjadi dua kategori besar yaitu kualitatif dan kuantitatif.



**Gambar 2.1.** Pola Permintaan Tidak Reguler/*Lumpy*

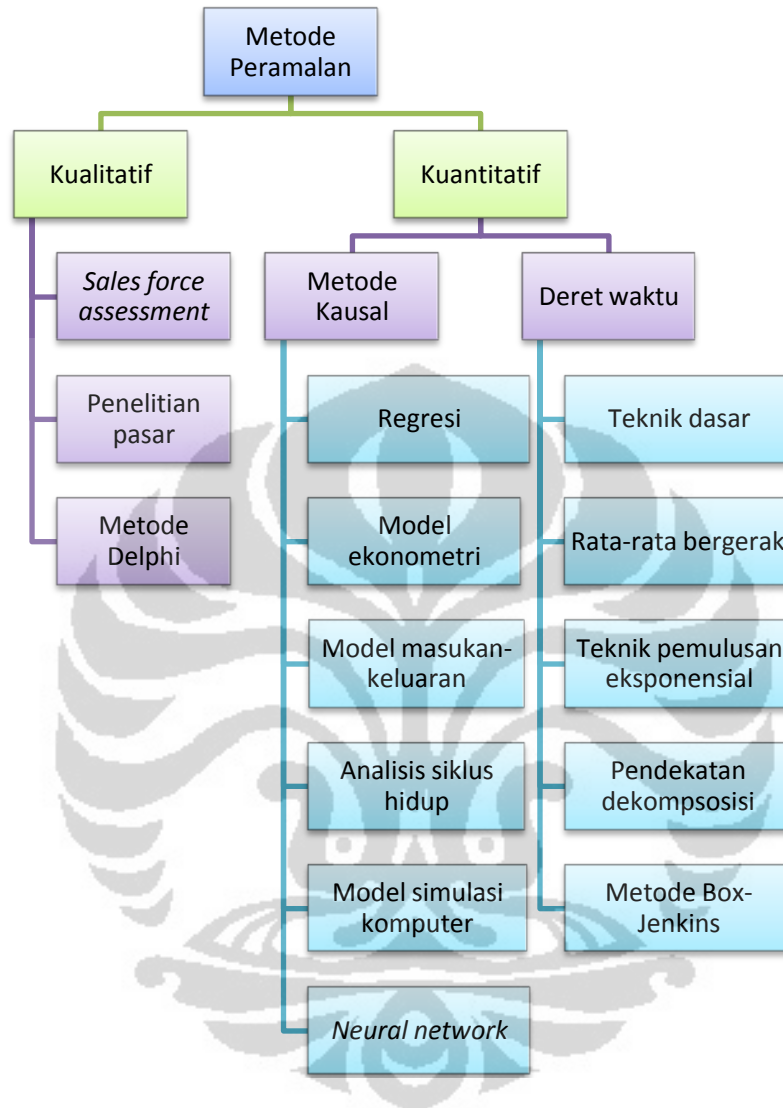
(Sumber: Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R., 2004)

### 2.3.1 Metode Kualitatif

Metode kualitatif menggunakan penilaian, intuisi, survei, atau teknik komparatif yang menghasilkan perkiraan kuantitatif untuk masa yang akan datang. Informasi yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi ramalan biasanya tidak kuantitatif dan subjektif. Data historis tidak tersedia atau hanya sedikit mempengaruhi peramalan permintaan yang akan datang. Karakter metode yang tidak ilmiah ini membuat metode kualitatif sulit untuk distandarisasikan dan divalidasikan akurasinya. Namun, mungkin saja hanya metode ini yang dapat dipakai pada suatu kondisi, misalnya untuk meramalkan penjualan produk baru, perubahan kebijakan pemerintah, atau dampak dari teknologi baru. Metode ini biasanya digunakan untuk peramalan jangka sedang hingga jangka panjang.

Pada pendekatan *sales force assessment*, ramalan permintaan berasal dari divisi *sales*. Dasar pemikirannya adalah divisi *sales* dapat membuat perkiraan yang akurat karena mengetahui perilaku pelanggan. Melalui penelitian pasar, ramalan permintaan didasarkan pada hasil survei pelanggan atau pengguna potensial. Pendekatan ini membutuhkan waktu lama untuk menghasilkan ramalan dan membutuhkan pengetahuan yang baik tentang teori *sampling*. Pada metode Delphi, ramalan dibuat berdasarkan pendapat para ahli yang didapat melalui

kuesioner. Teknik ini biasanya digunakan untuk memperkirakan pengaruh perubahan politik atau ekonomi makro pada permintaan produk tertentu.



**Gambar 2.2.** Klasifikasi Metode Peramalan

(Sumber: Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R., 2004)

### 2.3.2 Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif dapat dipakai secara efektif untuk peramalan jangka pendek jika data historis permintaan tersedia. Dasar dari pemikiran ini adalah membuat asumsi bahwa permintaan pada waktu yang akan datang merupakan replikasi dari permintaan masa lalu. Karakter metode yang kuantitatif ini memungkinkan adanya pemakaian model matematis dan statistik sebagai alat

bantu utama untuk membuat ramalan. Metode ini dibagi dua, yaitu kausal dan deret waktu. Aturan dasar dalam memilih satu dari sekian banyak metode peramalan adalah memilih pendekatan yang sederhana terlebih dahulu karena lebih mudah dimengerti dan dijelaskan, serta dapat memberikan hasil yang sama atau bahkan lebih baik daripada metode yang kompleks (Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. 2004).

Dasar pemikiran model kausal adalah tingkat ramalan permintaan dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Metode ini memerlukan penjabaran hubungan sebab akibat yang baik sehingga dapat mengantisipasi perubahan besar pada pola permintaan dan menjadi pilihan metode peramalan yang akurat untuk jangka menengah hingga jangka panjang. Masalah utama pada pemakaian metode ini adalah sulitnya menentukan variabel kausal. Penentuan variabel ini umumnya akan memerlukan banyak waktu. Gambar 2.2 menunjukkan beberapa teknik yang tergolong metode kausal, namun hanya regresi yang banyak dipakai. Regresi adalah metode statistik yang menghubungkan variabel dependen  $y$  (yang mewakili ramalan permintaan) dengan beberapa variabel kausal  $x_1, x_2, \dots, x_n$  yang nilainya diketahui atau dapat diprediksi. Fungsi  $y$  dirumuskan pada rumus (2.3). Hubungannya mungkin saja linier seperti pada rumus (2.4) atau tidak linier. Karena itulah, data observasi mengenai hubungan variabel kausal dengan variabel dependen harus tersedia.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.2)$$

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + x_n \quad (2.3)$$

Metode deret waktu mengasumsikan bahwa pola permintaan historis sama dengan permintaan yang akan datang. Teknik-teknik dalam metode ini cocok untuk peramalan permintaan jangka pendek hingga sedang karena pada jangka tersebut kemungkinan perubahan sangat kecil.

Dekomposisi deret waktu memakai asumsi bahwa pola permintaan produk disebabkan oleh efek-efek yang diuraikan menjadi: kecenderungan, variasi siklis, variasi musiman, dan variasi jumlah. Teknik dasar adalah pendekatan peramalan permintaan yang dipakai pada kondisi pola permintaan masa lalu yang memiliki

ciri-ciri: tidak menunjukkan efek siklis, tidak menunjukkan pola musiman, dan kecenderungannya konstan. Ramalan permintaan harus dibuat hanya untuk satu periode berikutnya, seperti ditunjukkan pada rumus (2.4).  $p_{T+1}$  menunjukkan ramalan pada periode  $T+1$  dan  $d_T$  menunjukkan permintaan aktual pada periode  $T$ . Hasil ramalan ini cenderung kurang akurat.

$$p_{T+1} = d_T \quad (2.4)$$

Metode rata-rata bergerak memakai rata-rata dari permintaan historis terakhir selama  $r$  bulan sebagai ramalan satu periode berikutnya ( $r \geq 1$ ).  $d_{T+k}$  menunjukkan permintaan aktual pada periode  $T+k$ .

$$p_{T+1} = \sum_{k=0}^{r-1} \frac{d_{T+k}}{r} \quad (2.5)$$

Metode pemulusan eksponensial (atau juga disebut metode Brown) adalah evolusi dari teknik rata-rata bergerak. Ramalan permintaan didapatkan dengan mempertimbangkan semua data historis dan memberi bobot pada data yang lebih lama (*old*). Ramalan permintaan untuk satu periode yang akan datang didapat melalui rumus:

$$p_{T+1} = \alpha d_T + (1 - \alpha)p_T \quad (2.6)$$

di mana  $\alpha \in (0,1)$  adalah konstanta pemulusan.  $p_T$  menunjukkan ramalan permintaan untuk periode  $T$  yang dibuat pada periode  $T-1$  dan  $d_T$  menunjukkan data permintaan aktual periode  $T$ . Pemilihan nilai  $\alpha$  sangat mempengaruhi hasil dari metode pemulusan eksponensial. Nilai  $\alpha$  yang tinggi artinya bobot lebih besar diberikan pada data permintaan aktual periode terbaru sehingga variasi permintaan dapat diikuti dengan cepat. Berbeda dengan itu, nilai  $\alpha$  yang lebih rendah artinya metode peramalan tidak terlalu bergantung kepada fluktuasi acak, tetapi juga tidak dapat menyesuaikan variasi dengan cepat. Biasanya nilai  $\alpha$  yang dipilih adalah antara 0.01 sampai 0.3. Namun, nilai lebih besar juga direkomendasikan untuk pola permintaan yang cepat berubah-ubah.

Metode Box-Jenkins terdiri dari tiga prosedur. Pertama, identifikasi metode peramalan apa saja yang cocok untuk data historis yang ada. Data historis dipakai untuk membangkitkan rangkaian fungsi korelasi, setelah itu dibandingkan satu sama lain. Prosedur kedua yaitu evaluasi parameter. Pada prosedur ini dilakukan pemilihan koefisien metode peramalan yang meminimumkan *mean squared error*. Prosedur terakhir adalah menentukan fungsi autokorelasi kesalahan untuk memverifikasi kelayakan metode yang dipilih. Ketika ada data permintaan baru yang dimasukkan, semua prosedur diulangi kembali.

#### 2.4 Metode Croston

Metode-metode yang sudah dijelaskan di atas kurang dapat diterapkan pada pola permintaan *lumpy*. Permintaan *lumpy* adalah permintaan rendah dan ketidakpastian tentang kapan dan berapa jumlah permintaan sangat tinggi. Metode yang secara umum digunakan untuk membuat ramalan permintaan *lumpy* adalah metode Croston (Shenstone, Lydia & Hyndman, Rob J. 2005). Metode ini terdiri dari metode pemulusan eksponensial tunggal terpisah untuk meramalkan jumlah permintaan dan jarak waktu antar permintaan. Permintaan pada periode  $t$  dilambangkan dengan  $D_t$ . Jika  $D_t > 0$  (ada permintaan), pembaruan peramalan untuk rata-rata jumlah permintaan dan rata-rata jumlah periode antara permintaan yang satu dan permintaan berikutnya ditentukan dengan persamaan:

$$\widehat{D}_t = aD_t + (1 - a)\widehat{D}_{t-j} \quad (2.7)$$

dan

$$\widehat{n}_t = bj + (1 - b)\widehat{n}_{t-j} \quad (2.8)$$

di mana  $a$  dan  $b$  adalah konstanta pemulusan,  $j$  adalah jumlah periode sejak permintaan terakhir,  $\widehat{D}_t$  adalah ramalan jumlah permintaan rata-rata pada akhir periode  $t$ , dan  $\widehat{n}_t$  adalah perkiraan jumlah periode antara rata-rata permintaan yang satu dengan permintaan berikutnya. Jika  $D_t = 0$ , ramalan tidak perlu diperbarui.

## 2.5 Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode *single exponential smoothing* berdasar pada gagasan bahwa data yang lebih tua kurang relevan dan seharusnya diberi bobot yang lebih rendah. Sehingga metode ini memberikan bobot tinggi untuk kebanyakan data baru dan bobot menurun secara eksponensial sesuai umur (Waters, Donald, 2003). Alasan disebut *single exponential smoothing* adalah setiap kenaikan di masa lalu menurun dengan  $(1 - \alpha)$ . *Single exponential smoothing* merupakan teknik peramalan yang paling banyak digunakan. *Single Exponential smoothing* merupakan bagian integral dari program peramalan terkomputerisasi, dan sering digunakan dalam pemesanan inventori do perusahaan retail, *wholesale*, dan agen *service* (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004).

Teknik *single exponential smoothing* diterima dengan baik untuk enam alasan utama yaitu (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004):

- Model eksponensial lebih akurat.
- Memformulasi model eksponensial relatif mudah.
- Pengguna dapat memahami bagaimana model bekerja.
- Sedikit perhitungan yang dibutuhkan untuk menggunakan model.
- Permintaan penyimpanan komputer kecil karena penggunaan data historis yang terbatas.
- Tes akurasi model mudah untuk dilakukan.

Dalam metode *exponential smoothing* hanya tiga data yang dibutuhkan untuk meramalkan masa depan yaitu :

- Peramalan yang baru saja
- Permintaan aktual yang terjadi dalam periode peramalan
- Konstanta alfa (*smoothing constant alpha,  $\alpha$* )

Konstanta *smoothing* menentukan level penghalusan (*smoothing*) dan kecepatan reaksi terhadap perbedaan antara peramalan dan yang aktual terjadi. Nilai konstanta ditentukan oleh sifat produk dan perasaan manajer terhadap apa yang merupakan tingkat respon yang baik. Misalnya, jika suatu perusahaan memproduksi item standar dengan permintaan yang relatif stabil, tingkat reaksi terhadap perbedaan antara permintaan aktual dan peramalan cenderung kecil, mungkin hanya 5 atau 10 persen. Jika perusahaan mengalami pertumbuhan,

diharapkan mempunyai tingkat reaksi yang lebih tinggi, mungkin 15 sampai 30 persen, untuk memberikan kepentingan yang lebih besar terhadap persen pertumbuhan yang dialami. Semakin cepat pertumbuhan, semakin tinggi pula tingkat reaksi.

Persamaan untuk peramalan dengan *exponential smoothing* adalah :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.9)$$

dimana :

$F_t$  = peramalan yang telah diperhalus secara eksponensial untuk periode t

$F_{t-1}$  = peramalan untuk periode sebelumnya

$\alpha$  = tingkat respon yang diharapkan, atau konstanta *smoothing*

$A_{t-1}$  = permintaan aktual periode sebelumnya

## 2.6 Pemilihan Nilai Alfa

Metode *exponential smoothing* membutuhkan nilai konstanta alfa ( $\alpha$ ) yang berkisar antara 0 dan 1. Jika permintaan stabil, diberikan nilai alfa yang kecil untuk mengurangi pengaruh perubahan jangka pendek atau random. Jika permintaan meningkat atau menurun dengan cepat, diberikan nilai alfa yang besar untuk menjaga perubahan. Akan ideal jika dapat memprediksi alfa yang akan digunakan. Tetapi ada dua kesulitan yang ditemui, yaitu :

- Membutuhkan waktu untuk menentukan alfa yang sesuai dengan data actual
- Karena adanya perubahan permintaan, alfa yang telah dipilih membutuhkan untuk segera direvisi

Sehingga dibutuhkan metode untuk menelusuri dan mengubah nilai alfa.

Ada dua pendekatan untuk mengontrol nilai alfa. Satu dengan menggunakan berbagai nilai alfa, yang lain dengan menggunakan sinyal tracking (*tracking signal*)<sup>1</sup>:

1. Dua atau lebih nilai alfa yang telah ditentukan

---

<sup>1</sup> *ibid.*, hal. 478.



Jumlah kesalahan (*error*) antara permintaan peramalan dan aktual diukur. Nilai alfa yang berbeda-beda digunakan tergantung derajat kesalahan. Jika kesalahan besar, alfa 0,8, jika kesalahan kecil, alfa 0,2.

2. Nilai alfa yang dihitung

Suatu *tracking alpha* menghitung apakah peramalan berada di atas atau di bawah dalam perubahan permintaan (sebagai kebalikan dari perubahan random). Dalam aplikasi ini, *tracking alpha* didefinisikan sebagai kesalahan aktual *exponential smoothing* dibagi dengan kesalahan absolut *exponential smoothing*. Alfa berubah dari periode ke periode dalam rentang dari 0 sampai 1.

### 2.7 Akurasi Ramalan

Masa depan tidak dapat dicerminkan dengan sempurna oleh kejadian di masa lalu. Karena itulah, akurasi ramalan dinilai berdasarkan derajat kesalahan. Derajat kesalahan menunjukkan seberapa tepat ramalan memprediksikan permintaan yang akan datang. Kesalahan ramalan didefinisikan seperti pada rumus (2.8) sedangkan standar deviasi dari ramalan (*standard error of forecast*) diekspresikan pada rumus (2.9). Jika ada beberapa metode peramalan yang dipakai untuk membuat ramalan permintaan yang akan datang, maka metode terbaik adalah metode yang memberikan standar deviasi ramalan terkecil.

$$\text{Kesalahan ramalan} = \text{permintaan aktual} - \text{ramalan permintaan} \quad (2.11)$$

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum_t (A_t - F_t)^2}{N-1}} \quad (2.12)$$

### 2.8 Biaya Persediaan

Biaya yang berkaitan dengan sistem pengadaan persediaan dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu: biaya pengadaan, biaya penyimpanan, biaya *stockout*, dan biaya keusangan. Biaya pengadaan adalah biaya untuk mendapatkan persediaan. Jenis biaya ini dibagi lagi menjadi *common cost* dan *procurement cost*. *Common cost* adalah biaya yang jumlahnya tidak tergantung pada jumlah jenis barang yang dibeli sedangkan *procurement cost*

adalah biaya yang besarnya tergantung pada banyaknya jenis barang yang dibeli. Beberapa contoh bagian dari biaya pengadaan ini adalah:

- *Reorder cost*, yaitu biaya pembuatan dan pengolahan pesanan melalui divisi pembelian dan keuangan (jika barang dibeli), atau biaya pengaturan proses produksi (jika barang dibuat oleh perusahaan itu sendiri)
- *Purchasing cost* atau *manufacturing cost*, tergantung kepada apakah barang dibeli dari pemasok atau dibuat oleh perusahaan
- Biaya penanganan barang pada titik penerimaan

Kategori biaya yang kedua adalah biaya penyimpanan. Biaya penyimpanan muncul ketika barang disimpan dalam jangka waktu tertentu. Jenis biaya ini terdiri dari:

- *Opportunity/capital cost* yang menunjukkan *return on investment* yang akan diperoleh perusahaan jika nilai uang dari persediaan yang disimpan diinvestasikan pada kegiatan ekonomi yang lebih menguntungkan (misalnya pasar saham). Biaya ini umumnya dihitung berdasarkan suku bunga bank.
- *Warehousing cost*. Jika perusahaan memiliki gudang sendiri, maka biaya ini terdiri dari biaya pembangunan ruangan dan perlengkapan, upah karyawan, asuransi persediaan, biaya pemeliharaan, biaya energi, dan pajak bangunan. Jika perusahaan menyewa gudang, biaya pembangunan digantikan dengan biaya sewa gudang tersebut.

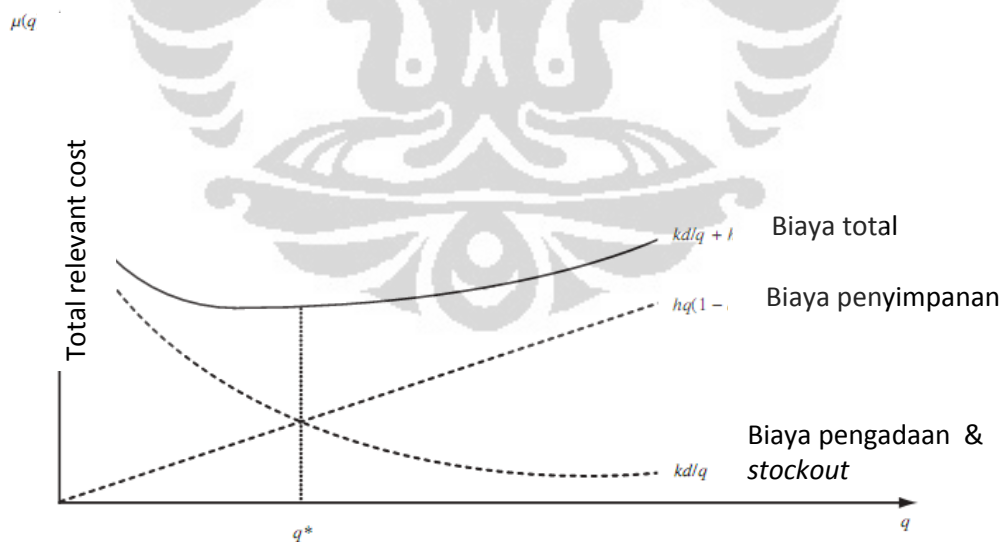
Kategori biaya selanjutnya adalah biaya *stockout*. Biaya *stockout* muncul jika permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi. Biaya ini sangat dipengaruhi oleh perilaku pelanggan dan sulit untuk dievaluasi dengan akurat. Biaya ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Biaya kehilangan penjualan (*lost sales*), yaitu biaya yang muncul jika barang yang tidak dapat dipenuhi permintaannya mudah didapatkan dari pesaing. Biaya kehilangan penjualan adalah keuntungan yang hilang karena permintaan suatu barang tidak dapat dipenuhi dan adanya efek negatif *stockout* terhadap penjualan pada waktu yang akan datang.

- Biaya *backorder*. Ketika barang tidak memiliki substitusi, permintaan yang tidak dapat dipenuhi akan dipenuhi pada waktu yang akan datang. Hal ini akan menimbulkan biaya penalti.

Kategori biaya yang keempat adalah biaya keusangan. Biaya keusangan muncul ketika barang yang disimpan kehilangan sebagian nilainya dari waktu ke waktu. Hal ini terjadi pada persediaan makanan yang semakin membusuk, persediaan pakaian yang akan ketinggalan jaman, atau persediaan koran yang tidak terjual. Barang tersebut memiliki nilai tertentu pada akhir masa hidupnya, disebut dengan *salvage value*.

Biaya pengadaan dan *stockout* akan berbanding terbalik dengan kuantitas barang yang dibeli, sedangkan biaya penyimpanan berbanding lurus dengan kuantitas persediaan. Hubungan antara biaya persediaan dengan kuantitas barang yang dibeli adalah seperti pada Gambar 2.3. Gambar ini menunjukkan bahwa dari waktu ke waktu, biaya total awalnya akan menurun, lalu pada titik perpotongan antara fungsi biaya penyimpanan dan biaya pengadaan pergerakan biaya total menjadi naik. Karena itulah, penetapan kuantitas ini diperlukan untuk mengoptimalkan komponen-komponen biaya yang terkait dengan persediaan.



**Gambar 2.3.** Hubungan Biaya Persediaan dengan Jumlah Barang yang Dibeli

(Sumber: Ballou, R.H, 2004)

## 2.9 Sistem Min-Max

Sistem min-max kontrol persediaan mungkin yang paling populer dari semua prosedur persediaan. Min-max prosedur kontrol persediaan merupakan varian dari model titik pemesanan ulang (ROP), bagaimanapun, ada dua perbedaan. Ketika pesanan ditempatkan, itu untuk jumlah yang ditentukan oleh perbedaan antara jumlah target, M (tingkat maksimal), dan jumlah di tangan, q, ketika tingkat persediaan mencapai titik pemesanan ulang. Jangan bingung kontrol min-max dengan metode *periodic review*.

Tingkat max (M) hanyalah titik pesan kembali (ROP) ditambahkan jumlah pesan ekonomi ditemukan oleh model titik pemesanan ulang. Jumlah pemesanan tidak selalu sama karena jumlah yang diperlukan karena tingkat persediaan sering turun dalam jumlah yang lebih besar daripada unit, karena multiple unit veing item yang diminta dari persediaan antara  $Q^*$  dan ROP yang didekati dari sistem titik pemesanan ulang seperti yang dijelaskan sebelumnya. Meskipun prosedur komputasi yang tepat tersedia for min-max kontrol, ini diperkirakan hasil pendekatan total biaya hanya 3,5 persen di atas rata-rata optimal.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad (2.13)$$

$$ROP = dLT + z(s'_d) \quad (2.14)$$

$Q^*$  adalah jumlah pemesanan ekonomis, sedangkan ROP (reorder point quantity) adalah titik pesan kembali, di mana apabila barang sudah mencapai jumlah tertentu maka barang tersebut harus di pesan kembali. Lalu, titik di mana probabilitas tidak terjadinya *stockout* setara dengan area di bawah kurva distribusi normal adalah sama dengan titik tingkat persediaan maksimum ( $M^*$ ). Jumlahnya dihitung dengan rumus berikut:

$$M^* = ROP + Q^* - ED \quad (2.15)$$

$d$   $LT$  adalah rata-rata distribusi permintaan selama jarak antar periode pengadaan dan *lead time*,  $d$  adalah rata-rata permintaan per periode, dan  $s'_d$  adalah standar deviasi dari distribusi permintaan selama jarak antar periode pengadaan dan *lead time*. Standar deviasi ini dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$s'_d = s_d \sqrt{LT} \quad (2.16)$$

Nilai  $z$  pada  $z(s'_d)$  menunjukkan angka standar deviasi dari rata-rata distribusi permintaan selama *lead time* yang memberikan probabilitas ada persediaan selama periode *lead time* ( $P$ ). Nilai  $z$  didapat dari tabel distribusi normal untuk area di bawah kurva  $P$ . Nilai  $z$  disebut juga faktor keamanan yang menunjukkan *service level* tertentu. Tabel 2.3 menunjukkan beberapa nilai faktor keamanan yang sering digunakan.

Hasil dari sistem min-max dapat ditunjukkan dengan *service level*, dengan penghitungan seperti pada rumus 2.2. Dalam *periodic review model*, M. Eric Johnson, Hau L. Lee, Tom Davis, dan Robert Hall (1995) dalam karyanya *Expressions for Item Fill Rates in Periodic Inventory Systems* menyatakan bahwa perencanaan dapat dikatakan akurat ketika *service level* mencapai lebih dari 90% dan variabilitas permintaan rendah (Ballou, 2004, h. 361).

## 2. 10 Sistem Pengawasan Persediaan

Persediaan memiliki kompleksitas tersendiri dalam pengawasannya. Ribuan jenis persediaan, yang disuplai dari ratusan pemasok berbeda, dengan ribuan pelanggan, memungkinkan terjadinya kompleksitas dalam aktivitas pengawasan persediaan sehari-hari. Untuk mengendalikan kompleksitas ini, pengelola perlu melakukan dua hal. Pertama, harus ada pembedaan jenis-jenis persediaan sehingga dapat diterapkan tingkat pengawasan yang berbeda-beda tergantung pada tingkat kepentingan persediaan. Kedua, perlu dilakukan investasi sistem informasi yang sesuai dengan kondisi rantai suplai persediaan.

**Tabel 2.2.** Nilai *Safety Factor*

<i>Service Level (%)</i>	Faktor Keamanan
50	0.00
75	0.67
80	0.84
85	1.04
90	1.28
94	1.56
95	1.65
96	1.75
97	1.88
98	2.05
99	2.33
99.86	3.00
99.99	4.00

(Sumber Arnold, J. R. Tony & Chapman, Stephen N., 2004)

Jenis persediaan tertentu mungkin saja lebih penting dibandingkan jenis persediaan lainnya. Beberapa jenis barang memiliki tingkat pemakaian yang sangat tinggi sehingga banyak pelanggan yang akan kecewa jika kehabisan persediaan barang tersebut. Jenis barang lainnya memiliki nilai/harga cukup tinggi, sehingga membutuhkan cukup banyak dana untuk menyimpan barang tersebut dalam jumlah banyak. Salah satu cara untuk membedakan persediaan adalah memberi peringkat berdasarkan nilai pemakaian (jumlah yang terpakai/terjual dikalikan dengan nilai/harga satu unit barang). Jenis barang dengan nilai pemakaian tinggi mendapatkan pengawasan penuh, sedangkan jenis barang dengan nilai pemakaian rendah hanya membutuhkan pengawasan yang cukup (lebih jarang dibandingkan jenis barang dengan nilai pemakaian tinggi). Umumnya, sedikit jenis barang memberikan proporsi nilai pemakaian yang besar. Fenomena ini dikenal sebagai hukum Pareto, atau disebut juga dengan aturan 80/20. Hukum Pareto juga disebut aturan 80/20 yang diartikan menjadi 80%

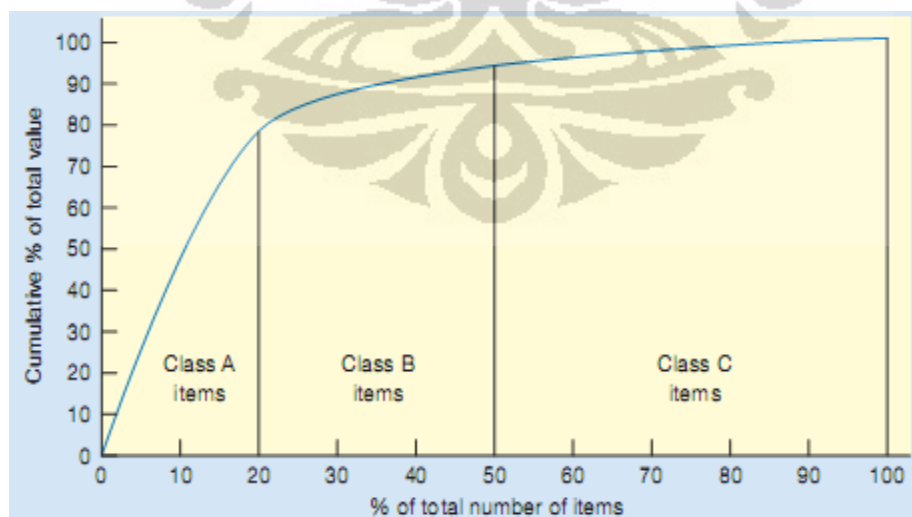
penjualan berasal dari 20% jenis barang. Hukum Pareto juga digunakan pada bidang lain pada manajemen operasional. Dalam konteks pengawasan persediaan, aturan ini dipakai untuk mengklasifikasikan jenis barang berdasarkan nilai pemakaian. Salah satu klasifikasi yang sering dipakai adalah sebagai berikut:

- Kelas A: 20% jenis barang memberikan penjualan sekitar 80%
- Kelas B: 30% jenis barang memberikan penjualan sekitar 15%
- Kelas C: 50% jenis barang memberikan penjualan sekitar 5%

(Arnold, J. R. Tony & Chapman, Stephen N., 2004)

Contoh dari grafik hasil klasifikasi Hukum Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.4. Selain nilai pemakaian, kriteria di bawah ini juga dapat dipakai untuk mengklasifikasikan persediaan:

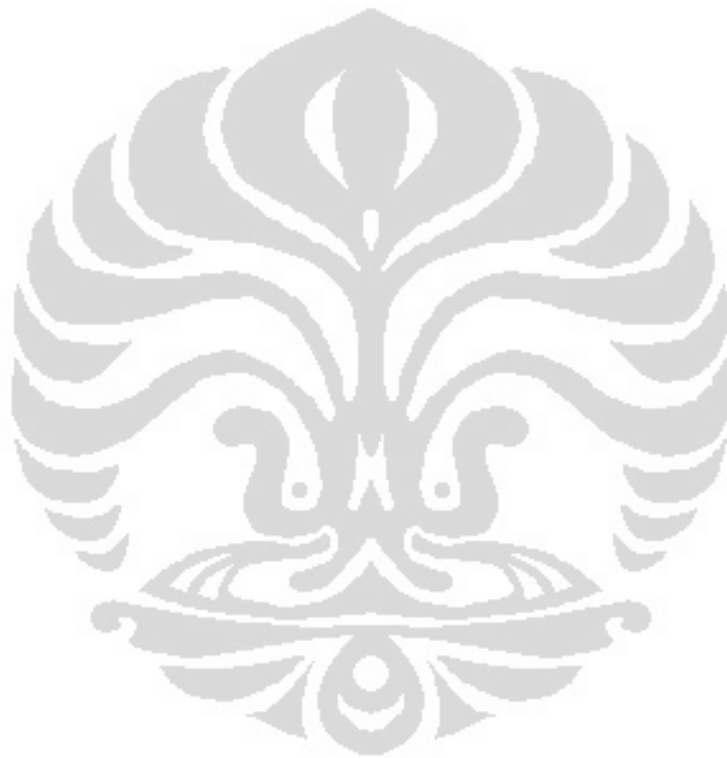
- Konsekuensi *stockout*. Prioritas tinggi diberikan kepada jenis barang yang menyebabkan penundaan atau mengganggu aliran operasional lainnya, atau merugikan pelanggan, jika persediaan habis.
- Ketidakpastian suplai. Beberapa jenis barang, walaupun nilainya rendah, mungkin saja membutuhkan perhatian lebih jika suplai tidak pasti.
- Risiko keusangan atau pembusukan tinggi. Jenis barang yang dapat kehilangan nilainya karena keusangan atau pembusukan mungkin membutuhkan perhatian dan pengawasan ekstra.



**Gambar 2.4.** Contoh Grafik Hukum Pareto

(Sumber: Slack, Nigel., Chambers, Stuart., Johnston, Robert., 2007)

Sistem klasifikasi yang lebih kompleks mungkin memasukkan kriteria-kriteria di atas dengan klasifikasi berbeda untuk setiap kriteria. Misalnya, suatu jenis barang mungkin dikelompokkan sebagai kelas A/B/A yang berarti termasuk kelas A berdasarkan nilai, kelas B berdasarkan konsekuensi *stockout*, dan kelas A berdasarkan risiko keusangan.





## **BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

### **3.1 Profile Perusahaan**

#### **3.1.1 IndoAsia Business Unit (IBU)**

CPI IndoAsia Business Unit (IBU) adalah penghasil minyak terbesar Indonesia, kurang lebih menghasilkan 40% minyak mentah Indonesia. Di tahun 2009, rata-rata total produksi hariannya mencapai 485.000 barel dan 611 juta kubik kaki ( $\text{ft}^3$ ) gas alam. IBU bekerja secara berkelanjutan untuk mengoptimalkan produksi, meningkatkan keuntungan dan reliabilitas dari wilayah yang ada.

Selama 2009, mayoritas produksi berasal dari ladang kontrak (PSC) Rokan di Pulau Sumatra. Ladang produksi terbesar adalah Duri yang merupakan salah satu pengembangan teknologi injeksi uap panas (*steamflood*) terbesar di dunia. Di tahun 2009, injeksi uap panas telah dibuat di 80% luas ladang. Di ladang Minas, usaha terus berlanjut untuk meningkatkan teknik *waterflood* untuk memperpanjang produksi.

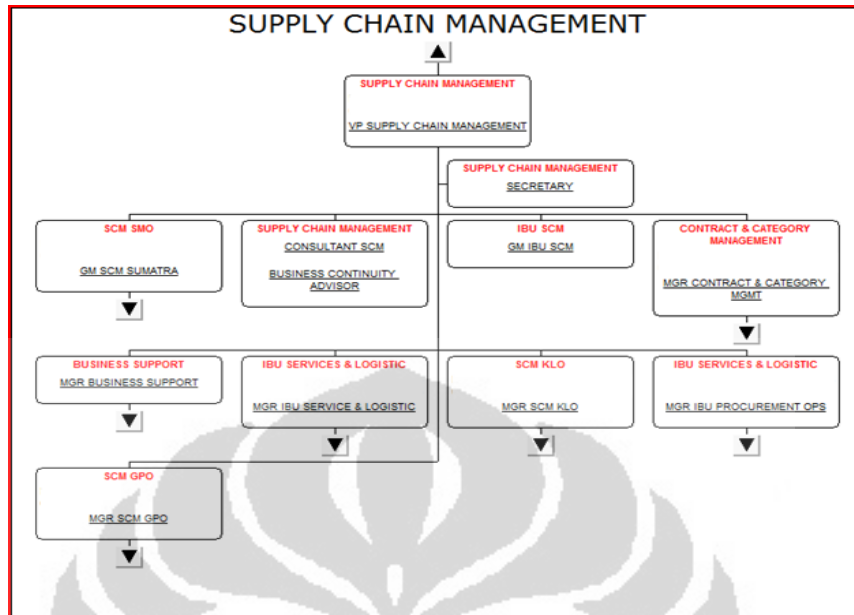
#### **3.1.2 Supply Chain Management IndoAsia Business Unit (SCM IBU)**

Supply Chain Management IndoAsia Business Unit (SCM IBU) termasuk ke dalam *Support Services Group* (SSG) yang menangani area pembelian barang dan jasa (kontrak), manajemen fasilitas (kantor, rumah, pengolahan air bersih, dll), pengendalian biaya, koordinasi peraturan korporat, logistik (transportasi darat/laut/udara), manajemen persediaan, pengembangan dan pelatihan tenaga kerja, dan lain-lain. Pada Gambar 3.1 di bawah ini merupakan struktur organisasi SCM IBU beserta perangkat-perangkatnya.

### **3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data**

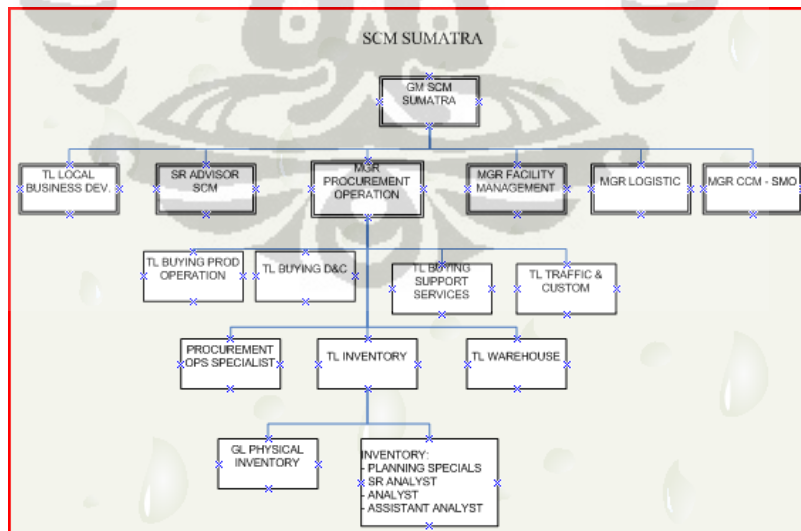
Seperti yang telah disebutkan pada Landasan Teori, diperlukan beberapa data untuk membentuk perencanaan pengadaan. Data yang diperlukan adalah: harga barang, jumlah permintaan barang untuk keperluan analisis Pareto, data historis permintaan, komponen biaya dan *lead time*, serta *service level* saat ini.

Data tersebut di peroleh dari aplikasi JDE, yang merupakan sistem informasi yang ada di perusahaan, serta wawancara dengan bagian persediaan.



**Gambar 3.1** Struktur Organisasi Supply Chain Management IndoAsia Business Unit (SCM IBU)

Sumber: Intranet CPI IndoAsia Business Unit



**Gambar 3.2** Struktur Organisasi Supply Chain Sumatra

Sumber: Intranet CPI IndoAsia Business Unit








### 3. 2.1 Arus Aliran Proses Pengadaan Persediaan

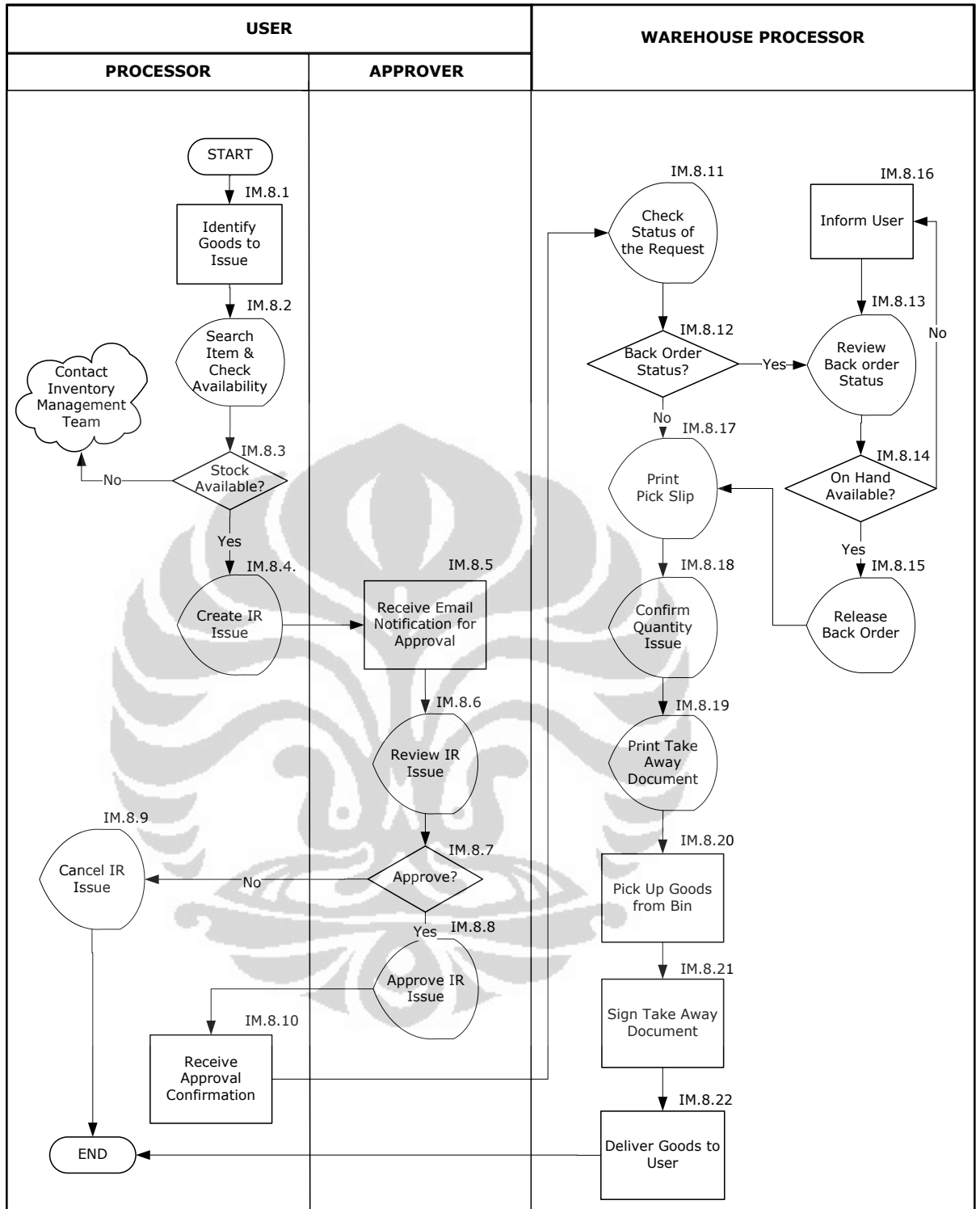
Proses pengadaan persediaan yang ada di CPI menggunakan system aplikasi JDE, eProcurement dan ESAR. Aplikasi JDE dan ESAR di kontrol oleh bagian *inventory management (IM)* dan *Warehouse processor*. eProcurement dipergunkana oleh user, procurement, dan IM untuk request barang.

Proses pemesanan barang (*purchase request*) dibuat oleh user di eProcurement. User menuliskan secara detail barang-barang yang akan diperlukan. Barang nomor yang dibutuhkan ada di dalam aplikasi eProcurement, maka barang-barang tersebut tersedia digudang, namun belum tentu jumlah yang tersedia digudang mencukupi kebutuhan user. IM akan melakukan pemeriksaan jumlah ketersediaan barang yang dibutuhkan user di JDE. Apabila barang-barang yang dibutuhkan tersebut tersedia di gudang maka barang tersebut akan dikeluarkan oleh *warehouse processor* dan dikirimkan ke lapangan oleh *warehouse processor*. Gambar 3.3 menunjukkan alur proses untuk barang yang tersedia di gudang.

Apabila jumlah yang tersedia kurang, maka *procurement* akan melakukan proses pemesanan barang-barang tersebut. Untuk barang baru, barang-barang tersebut harus didaftarkan terlebih dahulu ke system. Pendaftaran barang dilakukan oleh IM di ESAR, untuk mendapatkan barang nomor. Proses pemesanan barang baru ditunjukan pada Gambar 3.4.

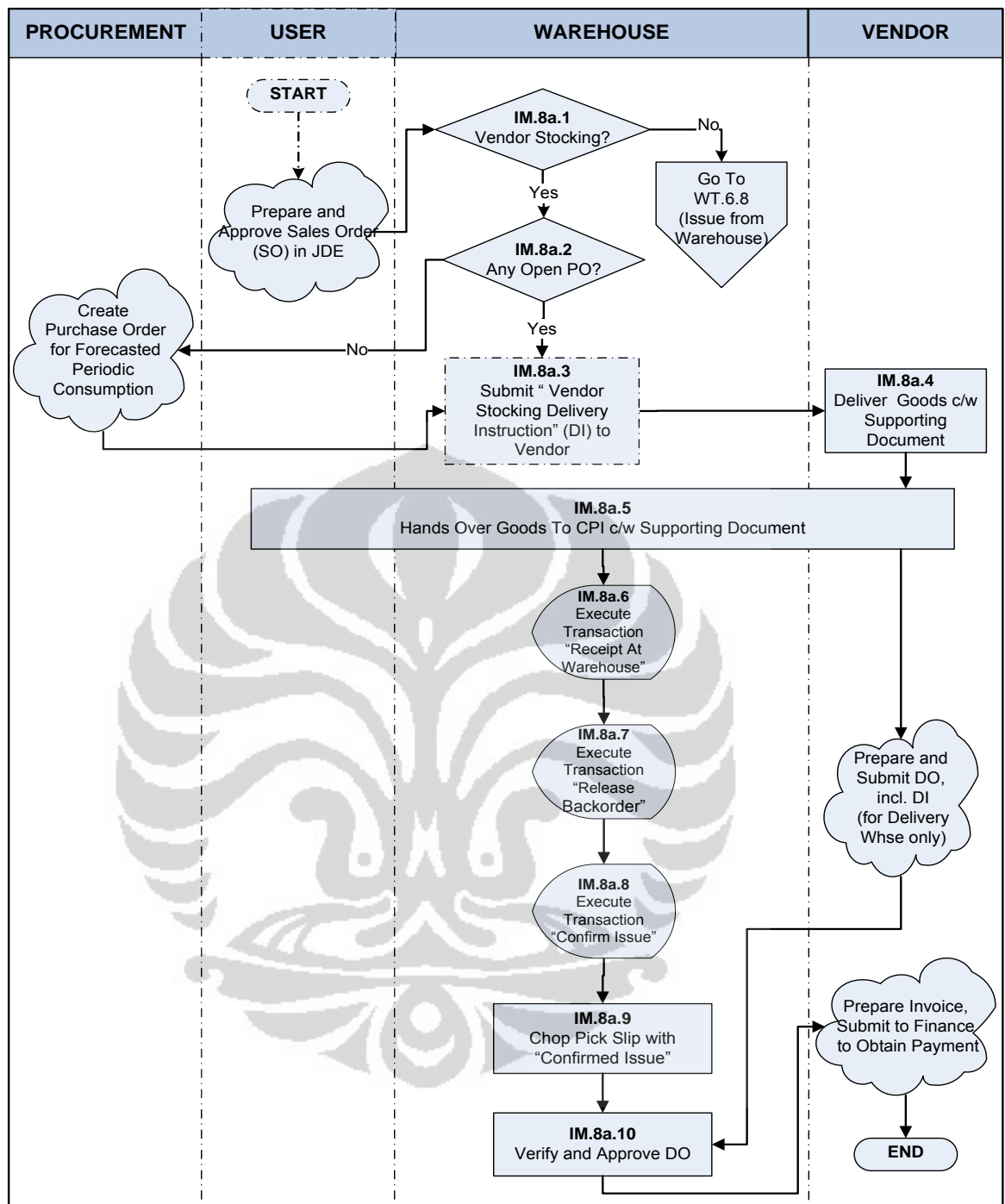
Proses pemesanan barang diatur dalam *Standard Procedure Operation*, dimana SOP ini dijadikan acuan oleh setiap karyawan dalam proses pengadaan persediaan. Berikut keterangan dari simbol-simbol yang digunakan dalam gambar prosedur di bawah ini:

- Document - 
- Proses pendefinisian awal - 
- Proses - 
- Tampilan - 
- Keputusan - 
- Awal / Akhir prose - 
- Tersedia pada SOP proses lain - 



**Gambar 3.3** Proses Persediaan (*User dan Warehouse*)

Sumber: Intranet CPI IndoAsia Business Unit



**Gambar 3.4** Proses Persediaan dari Persediaan yang ada di Vendor.

Sumber: SOP Intranet CPI IndoAsia Business Unit

### 3. 2.2 Data Pemakaian

Pada penelitian ini, barang persediaan yang dijadikan data historis adalah barang-barang persediaan di tahun 2010. Barang-barang tersebut termasuk jenis

barang *maintenance, repair and operation*, dengan 1017 jenis barang. Jumlah nilai barang-barang tersebut adalah \$21,409,002.48. Tabel 3.1 menunjukan sebagian jenis barang MRO yang ada di perusahaan, data selengkapnya dapat dilihat pada CD lampiran.

**Tabel 3.1** Data Pemakaian Barang

No	Kode Barang	Deskripsi	Satuan	Total Pemakaian 2010	Harga per Barang (USD)	Total Nilai (USD)
1	7824	PLATE: STRUCT.QUALITY, ASTM A-36, BLACK, 10 MM X4'X8'	PC	1555	618.285	961433.18
2	7848	GRATING: SERRATED, GALV. 1"X3/16", 36"CROSS, 20'SPAN	PC	1598	457.5	731085
3	32732	REPAIR KIT: MAJOR, 3220/357R FOR IMO PUMP TYPE TA6DBF-312	KI	18	35515.79	639284.13
4	7821	PLATE: STRUCT. QUALITY, BLACK, 6 MM X 1200 MM X 2400 MM	PC	1101	579.18	637677.18
5	29486	POWER: CYLINDER, COOPER GMVA2E7	PC	12	52109.58	625314.96
6	7825	PLATE: STRUCT.QUALITY, ASTM A-36, BLACK, 12 MM X4'X8'	SH	945	643.92	608504.4
...	...	...	...	...	...	...
147	8327	COATING: ALKYD HI-BUILD, BLACK RAL#9005, 20 LR/CN	CN	292	98.76	28837.92
148	34496	BEARING: MAIN, FOR MOD.HP165M/ 100M, WHEATLEY 002024251999	PC	41	698.88	28654.08
149	33561	SLEEVE: ASSY, SLEEVE, MOD.4X11 DAD7, JOHNCRANE 920/SL48 LP	PC	7	4079.445	28556.115
150	13095	BALLAST: LOW HARMONICS HF RAPID START ELECTRONIC	EA	1858	15.33	28483.14
151	9057	WIRE: ARMORED BX, 2/C, 12 AWG 600V, COPPER, 500 FT/RL	FT	41750	0.675	28181.25
152	9277	CABLE: INST, SP-OS, 2 PR, 16 AWG, 300V, COPPER	FT	14559	1.92	27953.28
163	33658	SLEEVE: ASSY, QB3750/ 5A4X, BORGWARNER NPN	PC	14	1779.87	24918.18
...	...	...	...	...	...	...
1011	31493	WASHER: LOCK, BEARING, #382, GOULDS C889100008	PC	2	9.615	19.23
1012	43205	FILTER: AIR, F. GUARD AF331 DONALDSON P181107 (WAS P019327	PC	1	17.37	17.37
1013	34228	KEY: FIG.7024, 3.25X4X6.125" WHEATLEY 148018112220	PC	2	8.46	16.92
1014	6112	GASKET: 150#, 3/4" RF GRAPHITE WITH CS OUTER RING	PC	32	0.48	15.36
1015	11874	COVER: HANDY BOX, RAISED TYPE BLANK, APPLETON 2540	PC	18	0.66	11.88
1016	12908	REFLECTOR: FLOOD LIGHT BULB WESCO PHILIPS 75W 120V	PC	1	5.805	5.805
1017	12074	NUT: LOCK, GALV, RIGID CONDUIT, 1-1/2", APPLETON BL-1	PC	1	0.675	0.675
					Total	21,409,002

### 3. 2.3 Klasifikasi ABC

Jenis barang yang beraneka ragam memerlukan pengawasan yang rumit. Barang-barang tersebut perlu di kelompokkan berdasarkan tingkat kepentingan. Kelompok A adalah barang yang nilainya tinggi sehingga perlu pengawasan yang lebih ketat, jangan sampai perusahaan membeli melebihi permintaan sehingga apabila barang tersebut tidak digunakan nantinya nilai investasi perusahaan juga tidak tinggi, kelompok B adalah barang yang bernilai sedang, dan kelompok C adalah barang yang nilainya rendah.

Pengelompokan barang-barang tersebut menggunakan metode klasifikasi ABC yang menganut asas pareto. Dimana 20% total barang mempengaruhi 80% total biaya persediaan. Perhitungan lengkap mengenai cara pengelompokan berdasarkan metode klasifikasi ABC dapat di lihat pada CD lampiran.

Pengelompokan barang-barang tersebut menggunakan metode klasifikasi ABC. Pengurutan total harga barang dari besar ke kecil. Harga barang adalah jumlah barang dikalikan harga per unit. Pengelompokan ini berdasarkan total harga pemakaian dalam tahun 2010.

Ringkasan dari pengolahan data pemakaian berdasarkan metode klasifikasi ABC dapat di lihat pada Tabel 3.2, sedangkan grafik pemakaian dapat di lihat dari Gambar 3.5. Tabel lengkap perhitungan klasifikasi ABC berdasarkan total harga pemakaian dapat dilihat pada CD lampiran, sedangkan di lampiran 1 hanya sebagian.

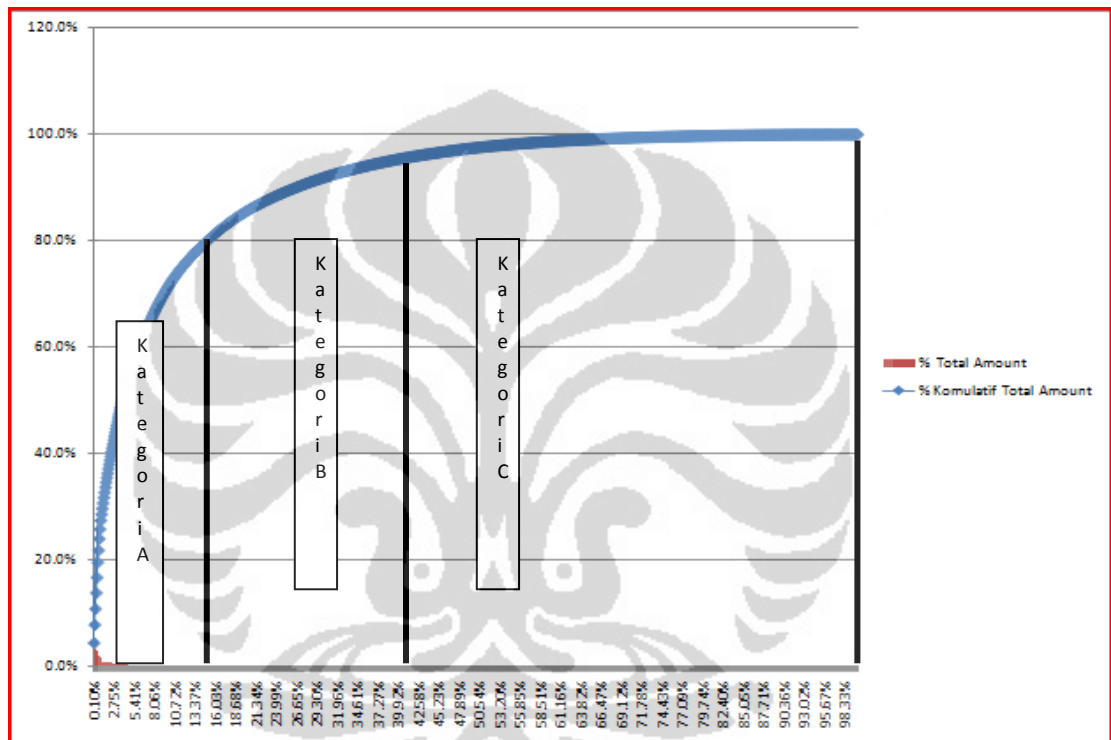
**Tabel 3.2** Klasifikasi Barang Maintenance, Repair and Operation

Kategori	Total Barang	% Total Barang	Total Harga	%Total Harga
A	154	15.14%	17,212,211.09	80.40%
B	256	25.17%	3,227,945.25	15.08%
C	607	59.69%	968,846.15	4.53%
Total	1017	100.00%	21,409,002.48	100.00%

Tahap selanjutnya adalah pengelompokan berdasarkan jumlah barang yang sering digunakan. Semakin banyak barang yang dibutuhkan/digunakan maka

barang tersebut termasuk dalam kategori *fast moving*, sedangkan yang jarang digunakan termasuk ke dalam kategori *slow moving*.

Pengelompokan ini pun menggunakan metode klasifikasi ABC. Sebagian perhitungannya pengelompokan ini dapat dilihat pada lampiran 2, sedangkan perhitungan lengkapnya terdapat pada CD lampiran. Tabel 3.3 menunjukkan ringkasan dari klasifikasi barang-barang MRO berdasarkan dari tingkat permintaan barang.



**Gambar 3.5** Grafik klasifikasi ABC dengan metode Pareto

**Tabel 3.3** Klasifikasi Berdasarkan Permintaan

Kategori	Total Barang	% Total Barang	Total Amount	%Total Amount
<i>Fast Moving</i>	653	64%	17,251,154.12	81%
<i>Slow Moving</i>	364	36%	4,157,848.37	19%
Total	1017	Total	21,409,002.48	

Tabel 3.4 adalah contoh barang yang di pilih pada penelitian ini, dimana barang-barang tersebut adalah barang-barang *fast moving* dari tiap klasifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

**Tabel 3.4** Barang-barang Fast Moving



No	Kode Barang	Jumlah Permintaan	Harga Satuan (USD)	Total biaya(USD)	% Komulatif Total	% Komulatif jumlah Barang	A		B		C	
1	9258	80000	6	480000	2.24%	0.10%	1	480000	0	0	0	0
2	9059	69751	1.2	83701.2	2.63%	0.20%	1	83701.2	0	0	0	0
3	9242	57978	1.395	80879.31	3.01%	0.29%	1	80879.31	0	0	0	0
4	9249	48505	1.44	69847.2	3.34%	0.39%	1	69847.2	0	0	0	0
5	9269	43827	1.725	75601.58	3.69%	0.49%	1	75601.58	0	0	0	0
6	9034	26250	0.285	7481.25	5.21%	0.88%	0	0	1	7481.25	0	0
7	1459	14397	0.54	7774.38	7.59%	1.67%	0	0	1	7774.38	0	0
8	58029	12400	0.165	2046	7.60%	1.77%	0	0	0	0	1	2046
9	2403	10340	2.16	22334.4	7.70%	1.87%	0	0	1	22334.4	0	0
10	1461	10046	1.065	10698.99	7.75%	1.97%	0	0	1	10698.99	0	0
11	13021	9562	2.235	21371.07	7.85%	2.06%	0	0	1	21371.07	0	0
12	1463	7305	0.63	4602.15	8.74%	2.26%	0	0	0	0	1	4602.15
13	9129	7299	0.465	3394.035	8.76%	2.36%	0	0	0	0	1	3394.035
14	9036	3460	0.885	3062.1	11.29%	3.54%	0	0	0	0	1	3062.1
15	1492	3218	1.53	4923.54	11.93%	3.74%	0	0	0	0	1	4923.54

Tahapan pengelompokan berdasarkan pergerakan/jumlah barang yang tersedia digudang adalah:

1. Mengurutkan jumlah barang dari terbesar hingga terkecil, kemudian jumlah tersebut dikalikan dengan harga per satuan.
2. Hitung % komulatif total biaya dan juga komulatif total barang.
3. *Fast moving* adalah barang yang termasuk dalam 80% total biaya komulatif, sedangkan 20% sisanya adalah barang *slow moving*.
4. Kemudian tentukan barang-barang *fast moving* & *slow moving* yang termasuk klasifikasi A,B dan C.

### 3. 2.4 Pola Permintaan

Data permintaan di tahun 2010 yang telah dikelompokkan dengan metode Klasifikasi ABC di pilih 5 barang dari tiap kelas A, B, dan C, dimana barang-barang yang dipilih adalah barang-barang yang termasuk ke dalam kategori *fast moving*.

Dari ke 15 barang yang telah dipilih ditentukan pola permintaannya. Pola permintaan ditentukan dengan cara menghitung standar deviasi dari rata-rata

permintaan dalam tahun 2010. Penentuan pola permintaan dengan cara membandingkan nilai dari rata-rata permintaan ( $\bar{d}$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ). Rumus dari standar deviasi yang digunakan adalah  $\sigma = \sqrt{\sum(X_i - \mu)^2/N}$ .

Pola permintaan dari contoh barang yang di ambil dapat dilihat pada tabel 3.5. Permintaan lumpy adalah apabila  $s_d \geq \bar{d}$  sedangkan permintaan regular adalah saat  $s_d \leq \bar{d}$ .

Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 merupakan contoh dari tiap-tiap pola permintaan. Grafik lengkap ke 15 barang akan ditunjukkan pada lampiran 3. Dari tabel pola permintaan didapatkan bahwa 4 jenis barang memiliki pola permintaa regular dan 11 barang memiliki pola permintaan lumpy.

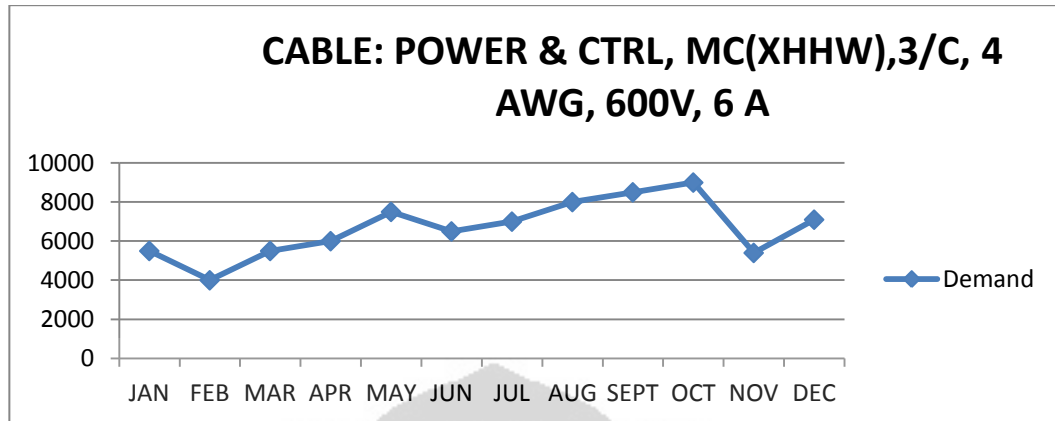
**Tabel 3.5** Data Rata-Rata Permintaan dan Standar Deviasi

No	Kode Barang	Satuan	Jumlah Permintaan	Harga Satuan (USD)	Total (USD)	Kategori	Rata-rata Demand ( $\bar{d}$ )	Standar Deviasi ( $S_d$ )	Pola Permintaan
1	9258	FT	80000	6	480000	A	6666.67	1399.01	REGULAR
2	9059	FT	69751	1.2	83701.2		5812.58	7120.27	LUMPY
3	9242	FT	57978	1.395	80879.31		4831.50	1013.98	REGULAR
4	9249	FT	48505	1.44	69847.2		4042.08	4619.12	LUMPY
5	9269	FT	43827	1.725	75601.575		3652.25	1391.04	REGULAR
6	9034	FT	26250	0.285	7481.25	B	2187.50	2596.64	LUMPY
7	1459	PC	14397	0.54	7774.38		1199.75	1465.17	LUMPY
8	2403	FT	10340	2.16	22334.4		861.67	949.61	LUMPY
9	1461	PC	10046	1.065	10698.99		837.17	103.29	REGULAR
10	13021	PC	9562	2.235	21371.07		796.83	1160.55	LUMPY
11	58029	PC	12400	0.165	2046	C	1033.33	1282.79	LUMPY
12	1463	PC	7305	0.63	4602.15		608.75	623.78	LUMPY
13	9129	FT	7299	0.465	3394.035		608.25	776.07	LUMPY
14	9036	FT	3460	0.885	3062.1		288.33	348.56	LUMPY
15	1492	PC	3218	1.53	4923.54		268.17	328.43	LUMPY

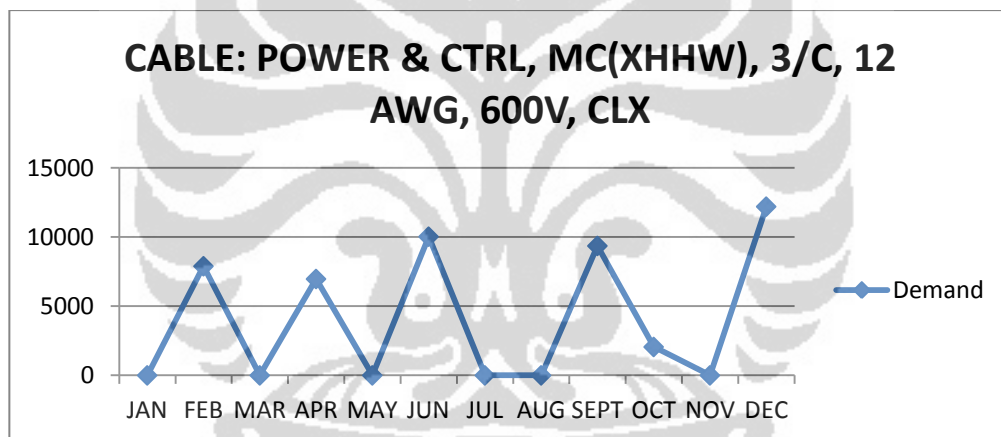
### 3.2.5 Peramalan Pemintaan

Peramalan yang dilakukan menggunakan 2 metode yaitu *Single Exponential Smoothing* dan *Croston Metode*. Pola permintaan regular diramalkan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) sedangkan

untuk pola permintaan lumpy metode peramalan yang digunakan adalah *Croston Metode*.



**Gambar 3.6** Pola Permintaan Regular



**Gambar 3.7** Pola Permintaan Lumpy

Pola permintaan regular diramalkan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing (SES)* sedangkan untuk pola permintaan lumpy metode peramalan yang digunakan adalah *Croston Metode*. Perbedaan antara SES dan Croston adalah pada Croston diperhitungkan perkiraan jumlah periode antara rata-rata permintan yang satu dengan permintaan berikutnya.

Dalam perhitungan peramalan dengan SES dan Croston, digunakan konstanta pemulusan dalam perhitungan peramalan. Parameter pemulusan yang dipakai dalam penelitian ini adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1.

Hasil ramalan yang dipilih adalah hasil ramalan yang memiliki *standard error of forecast* terkecil.

Pada Croston, hasil peramalan permintaan tidak nol dengan *standard error of forecast* terkecil akan dibagi dengan perkiraan jumlah periode antara rata-rata permintaan dengan *standard error of forecast*. Pada SES hasil ramalan dari *standard error of forecast* terkecil, tidak ada pembagian lagi di hasil ramalan permintaannya.

Pada penelitian ini ada 4 barang yang diramal dengan metode SES Ringkasan hasil perhitungan ramalan dapat dilihat pada tabel 3.6 dan tabel 3.7. Tabel 3.6 merupakan ringkasan dari pengolahan data *Single Exponential Smoothing*. Tabel 3.7 adalah hasil perhitungan *standard error of forecast* dari peramalan *single exponential smoothing*.

**Tabel 3.6** Hasil Peramalan dari *Single Exponential Smoothing*

Kode Barang\ Konstanta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
9258	6,460	6,954	7,126	7,094	6,935	6,698	6,413	6,094	5,754	5,400
9242	5,043	4,830	4,713	4,645	4,606	4,586	4,576	4,569	4,558	4,538
9269	3,785	3,345	3,001	2,746	2,573	2,468	2,414	2,393	2,392	2,400
1461	820	811	804	799	794	788	780	771	762	754

**Tabel 3.7** *Standard error of forecast* untuk hasil peramalan metode *Single Exponential Smoothing*

Kode Barang\ Konstanta	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
9258	1,701.21	1,552.36	1,483.18	1,454.09	1,447.16	1,455.14	1,475.08	1,505.82	1,547.22	1,600.00
9242	1,205.79	1,187.37	1,199.84	1,225.37	1,255.65	1,286.70	1,316.48	1,343.96	1,368.86	1,391.64
9269	1,621.31	1,582.72	1,568.83	1,572.65	1,591.04	1,622.32	1,665.79	1,721.49	1,789.98	1,872.29
1461	119.14	123.16	126.58	129.62	132.52	135.46	138.58	141.93	145.53	149.39

Peramalan dengan metode Croston dilakukan terhadap 11 jenis barang sesuai yang diinformasikan dari tabel 3.5, untuk pola permintaan *lumpy*. Tabel 3.8 merupakan ringkasan perhitungan peramalan dengan metode Croston, sedangkan tabel 3.9 adalah hasil perhitungan dari *standard error of forecast*-nya.

**Tabel 3.8** Hasil Peramalan dari Metode Croston

Kode Barang	Konstanta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	d
9059	Non Zero ( $\hat{D}$ )	13,893	14,494	15,004	15,423	15,749	15,981	16,118	16,159	16,103	15,947	6,371
	Zero ( $\hat{n}$ )	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	
9249	Non Zero ( $\hat{D}$ )	7,545	7,138	6,668	6,138	5,550	4,912	4,232	3,521	2,790	2,056	3,792
	Zero ( $\hat{n}$ )	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
9034	Non Zero ( $\hat{D}$ )	5,354	5,313	5,275	5,238	5,200	5,158	5,109	5,051	4,982	4,900	3,960
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
1459	Non Zero ( $\hat{D}$ )	3,213	2,790	2,428	2,122	1,869	1,660	1,488	1,345	1,219	1,100	626
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2403	Non Zero ( $\hat{D}$ )	1,430	1,519	1,596	1,669	1,744	1,823	1,910	2,003	2,101	2,200	972
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
13021	Non Zero ( $\hat{D}$ )	3,005	2,828	2,670	2,529	2,406	2,301	2,214	2,146	2,095	2,062	529
	Zero ( $\hat{n}$ )	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	
58029	Non Zero ( $\hat{D}$ )	2,221	2,408	2,567	2,704	2,825	2,936	3,043	3,152	3,269	3,400	1,204
	Zero ( $\hat{n}$ )	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1463	Non Zero ( $\hat{D}$ )	1,346	1,299	1,257	1,221	1,190	1,164	1,142	1,125	1,111	1,100	550
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
9129	Non Zero ( $\hat{D}$ )	1,243	1,252	1,243	1,221	1,190	1,154	1,120	1,091	1,072	1,069	914
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
9036	Non Zero ( $\hat{D}$ )	561	612	656	691	720	743	762	777	789	800	267
	Zero ( $\hat{n}$ )	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
1492	Non Zero ( $\hat{D}$ )	573	612	648	679	705	726	741	750	754	750	340
	Zero ( $\hat{n}$ )	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Nilai d adalah pembagian antara peramalan non zero ( $\hat{D}_t$ ) dan zero ( $\hat{n}_t$ ), dimana kedua nilai dipilih berdasarkan hasil error terkecil pada tiap-tiap barang.

**Tabel 3.9** *Standard error of forecast* untuk hasil peramalan metode Croston

Kode Barang\Konstanta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
9059	4,839	5,032	5,225	5,406	5,566	5,697	5,797	5,863	5,895	5,895
9249	4,678	4,926	5,193	5,478	5,780	6,097	6,426	6,764	7,104	7,440
9034	495	511	535	565	601	642	689	742	801	870
1459	2,212	1,989	1,806	1,660	1,551	1,475	1,430	1,412	1,422	1,457
2403	828	804	795	795	801	811	824	839	857	877
13021	1,452	1,266	1,096	941	799	670	551	443	341	246
58029	942	934	956	1,000	1,061	1,136	1,224	1,324	1,438	1,568
1463	342	312	285	261	240	222	207	194	183	174
9129	587	609	644	686	733	782	831	879	924	967
9036	546	526	511	499	491	485	480	477	474	473
1492	257	247	241	239	239	241	245	250	256	263

Hasil ramalan untuk masing-masing barang akan disampaikan pada lampiran 4.

### 3. 2.6 Biaya dan *Lead Time*

Biaya merupakan faktor yang penting dalam manajemen persediaan. Penurunan nilai persediaan adalah yang diharapkan oleh manajemen perusahaan merupakan salah satu penelitian ini dilakukan. Biaya yang mempengaruhi besarnya total biaya persediaan antara lain :

- Biaya pengadaan (procurement cost/S) : \$ 30
- Biaya persediaan yang terdiri dari biaya modal (*capital cost*), biaya gudang (*space cost*), biaya asuransi (*inventory service cost*), dan biaya resiko keusangan barang (*inventory risk costs*). Biaya persediaan tiap jenis barang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi dari harga per unit dan juga jumlah barang yang ada di gudang. Perhitungan biaya persediaan tiap jenis barang dapat dilihat pada lampiran 5.

Adapun asumsi-asumsi untuk biaya lainnya adalah: biaya modal 11% dari biaya satuan barang, biaya asuransi 2% dari biaya satuan barang dan biaya keusangan 6% dari biaya satuan barang. Asumsi biaya ini di informasikan oleh

bagian keuangan. Biaya penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor biaya lainnya yang dapat di lihat pada tabel 3.10. Biaya penyimpanan ini dipengaruhi oleh total biaya barang yang ada di tahun 2010.

**Tabel 3.10** Biaya yang mempengaruhi biaya penyimpanan

Uraian	Nominal (\$.)	Satuan Waktu	Jenis Biaya
Biaya Bangunan	4,000.00	Perbulan	Bangunan
Biaya listrik	1,500.00	Perbulan	Listrik
Biaya tenaga kerja	5,000.00	Perbulan	Pemeliharaan
Kelengkapan alat kebersihan	100.00	Perbulan	Pemeliharaan
Biaya pemeliharaan pendingin ruangan	100.00	Perbulan	Pemeliharaan
Biaya pemeliharaan komputer	50.00	Perbulan	Pemeliharaan
Alat tulis kantor	10.00	Perbulan	Perlengkapan
Total Biaya Penyimpanan	10,760.00		

Hasil perhitungan biaya persediaan untuk masing-masing barang akan di tampilkan pada lampiran 5. Berikut salah satu proses perhitungan biaya persediaan untuk 9258 CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A adalah:

- Hitung persentase biaya = (harga satuan x total permintaan) / total biaya barang  $\rightarrow$   $(\$6 \times 8000 \text{ feet}) / 21,409,002.48 = 2.24\%$
- Hitung biaya satuan barang = % biaya x total biaya penyimpanan  $\rightarrow$   $2.24\% \times 10,760 = \$ 241, 24$
- Hitung biaya gudang = biaya satuan barang / (jumlah permintaan/12)  $\rightarrow$   $\$241,24 / (8000/12) = \$0.04$
- Hitung biaya modal = 11% x harga satuan  $\rightarrow 11\% \times \$6 = \$0.66$
- Hitung biaya asuransi = 2% x harga satuan  $\rightarrow 2\% \times \$6 = \$0.12$
- Hitung biaya keusangan = 6% x harga satuan  $\rightarrow 6\% \times \$6 = \$0.36$
- Total biaya persediaan untuk barang ini adalah  $\$0.04 + \$0.66 + \$0.12 + \$0.36 = \$1.18$

*Lead time* adalah batas waktu yang ditetapkan untuk suatu proses pengadaan barang, sejak barang dipesan sampai dengan barang diterima di

gudang. Pada penelitian ini, data lead time didapatkan dari perusahaan. Lead time tiap barang berbeda-beda sesuai dengan yang ditetapkan oleh perusahaan.

**Tabel 3.11** Lead time, permintaan dan *Standard error of forecast*

No.	Kode Item	Deskripsi	Harga Per Unit	Lead Time (bulan)	d	Sf
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	6.00	5.33	6,935.00	1,447.16
2	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	1.40	2.57	4,830.00	1,187.37
3	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW	1.73	5.43	3,001.00	1,568.83
4	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.00	1.07	7.20	820.00	119.14
5	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	1.20	6.97	6,371.00	4,839.30
6	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	1.44	5.97	3,792.00	4,677.63
7	9034	CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,ST RD,BROWN,250FT/RL	0.29	5.17	3,960.00	494.50
8	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 3.50	0.54	1.97	626.00	1,412.32
9	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	2.16	2.40	972.00	794.96
10	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	2.24	2.80	529.00	245.94
11	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	0.17	1.87	1,204.00	933.83
12	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.50	0.63	6.37	550.00	174.28
13	9129	WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL	0.47	1.37	914.00	587.01
14	9036	CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL	0.89	0.63	267.00	472.86
15	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8"-9X 5.50"	1.53	4.50	340.00	238.80

### 3.2.7 Penghitungan Reorder Point (ROP), Persediaan Pengaman (SS), dan Tingkat Persediaan Maksimum (M)

Tahap proses selanjutnya dalam menentukan penentuan kebijakan pengadaan barang adalah penentuan reorder point (ROP), persediaan pengaman (SS) dan tingkat persediaan maksimum (M). Model yang digunakan untuk perhitungan ketiganya adalah model Min-Max System.

Beberapa masukan yang diperlukan tidak didapat begitu saja melalui observasi di lapangan, wawancara, atau data sekunder, sehingga diperlukan pengolahan data lebih lanjut dengan asumsi-asumsi tertentu. Masukan berupa ramalan permintaan dan *standard error of forecast* sudah diperoleh pada proses sebelumnya yang dijelaskan pada subbab 3.2.5, biaya pengadaan serta persediaan dijelaskan pada subbab 3.2.

Pertama yang dihitung adalah jumlah pemesanan optimal  $Q^*$ , Dimana  $Q^*$  adalah akar kuadrat 2 kali permintaan selama 12 bulan dikalikan biaya pengadaan,



di bagi dengan biaya persediaan. Titik pemesanan kembali (*reorder point*) adalah lead time dikalikan dengan permintaan ditambah persediaan pengaman serta jumlah defisit barang yang diharapkan. Jumlah defisit barang yang diharapkan di asumsikan adalah 10% dari permintaan.

Peluang selama waktu tunggu persediaan di asumsikan sebesar 90% serta diasumsikan bahwa ini adalah distribusi normal sehingga di dapat nilai  $z = 1.28$  dari table Apendix A<sup>2</sup>. Persediaan pengaman adalah perkalian dari nilai distribusi normal dengan standar deviasi. Standar deviasi adalah *standard error of forecast* dikalikan dengan akar kuadrat *lead time*.

Maksimum tingkat pemesanan ( $M^*$ ) adalah penjumlahan *reorder point*, jumlah optimal pemesanan ( $Q^*$ ) dikurangi dengan jumlah defisit barang yang diharapkan. Rata-rata tingkat persediaan ( $A|L$ ) adalah persediaan regular ditambahkan dengan persediaan pengaman.

Tahap akhir adalah perhitungan total biaya persediaan adalah biaya pemesanan ditambah biaya penyimpanan persediaan regular ditambah biaya penyimpanan persediaan pengaman.

Selain biaya yang merupakan variable utama yang diharapkan turun, tingkat pelayanan yang diberikan juga perlu diukur untuk memenuhi kepuasan pengguna barang. Untuk mengetahui apakah perencanaan ini lebih baik dibandingkan perencanaan yang dijalankan saat ini, dilakukan penghitungan *service level*. Semakin tinggi nilai *service level* yang diberikan maka semakin baik pelayanan yang diberikan oleh bagian pengadaan dan gudang.

Hasil perhitungan metode Min-Max, total biaya persediaan dan *service level* dari peramalan yang baru dapat dilihat dari table 3.12.

Sebagai pembandingan metode peramalan yang baru dengan permintaan tahun sebelumnya, maka dilakukan pula perhitungan total biaya persediaan untuk 3 bulan terakhir di tahun 2010, yaitu bulan Oktober, November dan Desember. Tabel 3.13 dapat dilihat total biaya persediaan serta *service level* yang diberikan di 2010.

---

<sup>2</sup> Ballou, R.H. (2004). h. 761

**Tabel 3.12** Perhitungan Metode Min-Max pada Peramalan Permintaan

No.	Kode Item	Deskripsi	Harga Per Unit	Lead Time (LT)	D	Sf	Inventory Carrying Cost (I.C)	Min Max System								
								ED (unit)	Q* (unit)	S'f (unit)	SS (unit)	ROP (unit)	M* (unit)	A L (unit)	TC (USD)	SL
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	6	5.33	6,935	1,447.16	1.18	694	2,060.40	3,341.03	4,276.52	41,933.57	43,300.47	5,306.72	6,342.67	92%
2	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	1.395	2.57	4,830	1,187.37	0.26	483	3,660.66	1,903.50	2,436.47	15,332.57	18,510.24	4,266.81	1,146.88	98%
3	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW	1.725	5.43	3,001	1,568.83	0.32	300	2,594.85	3,655.75	4,679.36	21,274.89	23,569.64	5,976.79	1,952.67	93%
4	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.00	1.065	7.2	820	119.14	0.20	82	1,726.26	319.68	409.19	6,395.19	8,039.44	1,272.31	266.33	99%
5	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	1.2	6.97	6,371	4,839.30	0.22	637	4,533.01	12,776.11	16,353.42	61,396.39	65,292.30	18,619.92	4,198.83	87%
6	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	1.44	5.97	3,792	4,677.63	0.27	379	3,192.47	11,429.14	14,629.30	37,646.74	40,460.00	16,225.53	4,382.21	83%
7	9034	CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,STRD,BROWN,250FT/RL	0.285	5.17	3,960	494.50	0.05	396	7,333.29	1,124.39	1,439.21	22,308.41	29,245.70	5,105.86	286.91	99%
8	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 3.50	0.54	1.97	626	1,412.32	0.10	63	2,118.18	1,982.29	2,537.33	3,833.15	5,888.74	3,596.43	370.15	96%
9	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	2.16	2.4	972	794.96	0.40	97	1,319.71	1,231.54	1,576.37	4,006.37	5,228.88	2,236.23	920.67	96%
10	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	2.235	2.8	529	245.94	0.42	53	957.11	411.54	526.77	2,060.87	2,965.08	1,005.33	434.58	98%
11	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	0.165	1.87	1,204	933.83	0.03	120	5,314.28	1,276.99	1,634.55	4,006.43	9,200.31	4,291.69	138.53	99%
12	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.50	0.63	6.37	550	174.28	0.12	55	1,838.17	439.87	563.04	4,121.54	5,904.70	1,482.12	182.68	99%
13	9129	WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL	0.465	1.37	914	587.01	0.09	91	2,758.16	687.07	879.45	2,223.03	4,889.80	2,258.54	205.31	99%
14	9036	CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL	0.885	0.63	267	472.86	0.16	27	1,080.58	375.32	480.41	675.32	1,729.21	1,020.71	175.46	98%
15	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8" -9X 5.50"	1.53	4.5	340	238.80	0.28	34	927.40	506.58	648.42	2,212.42	3,105.82	1,112.12	327.54	97%
Total														21,331.40	96%	

**Tabel 3.13** Perhitungan Metode Min-Max pada Permintaan 3 bulan terakhir 2010

No	Kode Item	Deskripsi	Satuan	Lead Time	Harga Satuan (USD)	Rata-rata Demand (d)	Standar Deviasi (Sd)	IC	ED	Q*	S'd (unit)	SS (unit)	ROP (unit)	M* (unit)	A L (unit)	TC (USD)	SL
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	FT	5.33	6.00	7,166.67	2,546.31	1.18	254.63	2,094.53	5,880.46	11,055.26	49,532.11	51,372.01	12,102.52	14,337.47	87%
3	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	FT	2.57	1.40	4,242.33	789.16	0.26	78.92	3,430.75	1,264.30	2,376.88	13,344.45	16,696.28	4,092.25	1,099.09	98%
5	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW	FT	5.43	1.73	2,413.33	135.54	0.32	13.55	2,326.95	315.93	593.95	13,719.95	16,033.35	1,757.43	595.08	99%
9	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.00	PC	7.20	1.07	820.67	77.81	0.20	7.78	1,726.96	208.78	392.50	6,309.08	8,028.26	1,255.98	263.10	99%
2	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	FT	6.97	1.20	8,515.67	8,976.23	0.22	897.62	5,240.73	23,692.26	44,541.44	104,764.88	109,107.99	47,161.81	10,577.02	79%
4	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	FT	5.97	1.44	4,752.00	6,952.76	0.27	695.28	3,573.80	16,983.33	31,928.66	60,977.54	63,856.07	33,715.57	9,071.78	77%
6	9034	CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,ST RD,BROWN,250FT/RL	FT	5.17	0.29	1,716.67	3,964.47	0.05	396.45	4,828.30	9,011.36	16,941.37	26,207.26	30,639.11	19,355.51	1,036.87	91%
7	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 3.50	PC	1.97	0.54	732.33	846.06	0.10	84.61	2,291.03	1,186.50	2,230.61	3,755.48	5,961.90	3,376.13	348.74	98%
8	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	FT	2.40	2.16	833.33	1,924.50	0.40	192.45	1,221.96	2,981.42	5,605.08	7,797.53	8,827.03	6,216.06	2,518.24	88%
10	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	PC	2.80	2.24	1,354.00	1,572.80	0.42	157.28	1,531.24	2,631.79	4,947.77	8,896.24	10,270.21	5,713.39	2,402.04	92%
11	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	PC	1.87	0.17	666.67	1,539.60	0.03	153.96	3,954.45	2,103.50	3,954.57	5,352.98	9,153.46	5,931.79	187.13	97%
12	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.50	PC	6.37	0.63	656.67	801.83	0.12	80.18	2,008.52	2,023.19	3,803.60	8,064.56	9,992.89	4,807.85	573.29	95%
13	9129	WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL	FT	1.37	0.47	666.67	1,539.60	0.09	153.96	2,355.60	1,799.86	3,383.74	4,448.81	6,650.45	4,561.54	403.08	96%
14	9036	CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL	FT	0.63	0.89	266.67	615.84	0.16	61.58	1,079.91	490.10	921.39	1,151.86	2,170.18	1,461.34	248.00	98%
15	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8" -9X 5.50"	PC	4.50	1.53	216.67	500.37	0.28	50.04	740.33	1,061.45	1,995.52	3,020.55	3,710.85	2,365.68	682.12	93%
Total																44,343.06	93%

## **BAB IV ANALISIS**

### **4.1 Analisa Klasifikasi ABC**

Barang MRO yang akan di jadikan bahan penelitian berkisar 1017 jenis, dengan total biaya barang untuk keseluruhan adalah \$21,409,002. Untuk mengatasi situasi di mana barang yang harus dikendalikan jumlahnya sangat banyak, adalah bijaksana kalau keputusan pengendalian dimana dengan membuat klasifikasi atas barang yang ada. Berdasarkan data pemakaian yang ada di perusahaan saat ini, barang-barang tersebut di kelompokkan dengan metode klasifikasi ABC. Pengelompokan berdasarkan biaya barang yang ada digudang. Klasifikasi ABC dilakukan Barang-barang tersebut diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil.

Kategori A adalah barang persediaan nilai tinggi, berjumlah 15% dari total barang yang ada digudang, menghabiskan sekitar 80.40% dari total biaya persediaan dalam setahun. Kategori B adalah barang persediaan nilai sedang dengan jumlah sekitar 25.17% dari total barang persediaan dan menghabiskan dana 15.08% dari total biaya persediaan. Kategori C adalah barang persediaan nilai rendah dengan jumlah sekitar 59.69% dari total barang persediaan dan hanya menghabiskan dana sekitar 4.53% dari total biaya persediaan.

Barang dengan kategori A terdapat 154 jenis barang dengan total harga \$17,212,211.09. Kategori B terdapat 256 jenis barang dengan total harga \$3,227,945.25 dan yang terakhir adalah kategori C sebanyak 607 jenis barang dengan total harga \$968,846.15 .

Barang-barang tersebut juga di kelompokkan berdasarkan pergerakan pemakaian, dikategorikan dalam 2 kategori yaitu *fast moving* dan *slow moving*. Kategori *fast moving* terdapat 653 barang dari 1017 barang, dimana jumlah total biaya persediaan yang dihabiskan adalah \$17,251,154.12. Total barang *fast moving* sekitar 64% dari total barang persediaan yang ada, sedangkan total biaya persediaan yang dihabiskan adalah 81% dari total biaya persediaan.

Barang kategori A yang termasuk kategori *fast moving* sejumlah 114 jenis barang dengan total biaya \$14,560,964.37. Kategori B yang termasuk *fast moving*

sejumlah 160 jenis barang dengan total biaya persediaan sebesar \$ 2,053,202.43. Barang dengan kategori C yang termasuk kategori *fast moving* sebanyak 379 jenis barang dengan total biaya persediaan sebesar \$636,987.32.

Barang dengan kategori *slow moving* terdapat 364 jenis dengan total biaya persediaan \$4,157,848.37. Total barang *slow moving* sekitar 36% dari total barang persediaan yang ada, sedangkan total biaya persediaan yang dihabiskan adalah 19% dari total biaya persediaan.

Barang kategori A yang termasuk kategori *slow moving* sejumlah 40 jenis barang dengan total biaya \$2,651,246.72. Kategori B yang termasuk *slow moving* sejumlah 96 jenis barang dengan total biaya persediaan sebesar \$ 1,174,742.82. Barang dengan kategori C yang termasuk kategori *slow moving* sebanyak 228 jenis barang dengan total biaya persediaan sebesar \$331,858.83.

#### 4.2 Analisa Pola Permintaan

Telah di terangkan sebelumnya bahwa hanya 5 barang dari masing-masing kategori yang dijadikan contoh penelitian. Rata-rata permintaan ( $\bar{d}$ )  $\leq$  standar deviasi (sd) maka pola permintaan *lumpy*, sedangkan rata-rata permintaan ( $\bar{d}$ )  $\geq$  standar deviasi (sd) maka pola permintaan regular. Permintaan *lumpy* adalah ketika permintaan untuk barang adalah intermiten, karena volume yang rendah dan tingkat tinggi ketidakpastian keseluruhan kapan dan apa yang tingkat permintaan akan terjadi

Barang-barang kategori A, dimana terdiri dari kabel dengan kode 9258, kabel dengan kode 9242, kabel dengan kode 9269 memiliki pola permintaan regular. Kawat dengan kode 9059 dan kabel dengan kode 9249 mempunyai pola permintaan *lumpy*.

Barang-barang kategori B, dimana terdiri dari kabel dengan kode 9034, baut dengan kode 1459, tambang dengan kode 2403 dan lampu dengan kode 13021 memiliki pola permintaan regular. Baut dengan kode 1461 memiliki pola permintaan *lumpy*.

Barang-barang kategori C, dimana terdiri dari formulir dengan kode 58029, baut dengan kode 1463, kawat dengan kode 9129, kabel dengan kode 9036 dan baut dengan kode 1492 memiliki pola permintaan *lumpy*.

Barang dengan nilai rendah dan tergolong barang *fast moving* memiliki pola permintaan *lumpy*, sedangkan barang dengan nilai tinggi dan tergolong barang *fast moving* rata-rata memiliki pola permintaan regular. Barang bernilai sedang dan tergolong *fast moving* memiliki pola permintaan yang rata-rata sama antara permintaan regular dan *lumpy*.

### **4.3 Analisa Peramalan Permintaan**

#### **4.3.1 Peramalan Single Exponential Smoothing**

Pola permintaan regular diramalkan dengan metode peramalan *Single Exponential Smoothing*, dimana perlu adanya konstanta pemulusan yang dihitung adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1. Penggunaan konstanta pemulusan pada semua level untuk mendapatkan hasil perhitungan peramalan yang paling akurat, dimana dengan *standard error of forecast* terkecil. Tabel 3.7 *standard error of forecast* untuk hasil peramalan metode SES, menunjukkan bahwa pada tiap barang memiliki konstanta pemulusan yang berbeda-beda. Metode SES nilai *standard error of forecast* terkecil dibawah 0.6.

Barang kategori B dengan kode barang 1461 baut nilai *standard error of forecast* terkecil di konstanta pemulusan 0.1. Untuk kategori A barang jenis kabe nilai *standard error of forecast* terkecil di konstanta pemulusan 0.2, 0.3, dan 0.5.

Pola permintaan *lumpy* diramalkan dengan metode peramalan Croston, sama seperti SES, Croston juga memerlukan konstanta pemulusan untuk peramalannya. Konstanta pemulusan yang diperhitungkan adalah 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, dan 1. Tabel 4.1 menampilkan nilai *standard error of forecast* pada setiap konstanta pemulusan di metode peramalan SES. Hasil perhitungan dengan peramalan SES dapat dilihat pada tabel 4.2.

#### **4.3.2 Peramalan Croston**

Pada metode croston karakteristik data permintaan yang ada lebih fluktuatif, *standard error of forecast* terkecil pada tiap barang terdapat di hampir semua range konstanta pemulusan. Kategori A, barang kode 9059 dan 9249 jenis kabel nilai konstanta pemulusannya 0.1.

**Tabel 4.1** Standard error of forecast dari Single Exponential Smoothing

Kode Barang\Konstanta	Kategori	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
9258	A	1,701.21	1,552.36	1,483.18	1,454.09	1,447.16	1,455.14	1,475.08	1,505.82	1,547.22	1,600.00
9242	A	1,205.79	1,187.37	1,199.84	1,225.37	1,255.65	1,286.70	1,316.48	1,343.96	1,368.86	1,391.64
9269	A	1,621.31	1,582.72	1,568.83	1,572.65	1,591.04	1,622.32	1,665.79	1,721.49	1,789.98	1,872.29
1461	A	119.14	123.16	126.58	129.62	132.52	135.46	138.58	141.93	145.53	149.39

**Tabel 4.2** Hasil Peramalan dari Single Exponential Smoothing

No.	Kode Item	Deskripsi	Kategori	Harga Per Unit	Lead Time (bulan)	d	sf
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	A	6.00	5.33	6,935.00	1,447.16
2	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	A	1.40	2.57	4,830.00	1,187.37
3	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW	A	1.73	5.43	3,001.00	1,568.83
4	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.00	B	1.07	7.20	820.00	119.14

**Tabel 4.3** Standard error of forecast untuk hasil peramalan metode Croston

Kode Barang\Konstanta	Kategori	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
9059	A	4,839	5,032	5,225	5,406	5,566	5,697	5,797	5,863	5,895	5,895
9249	A	4,678	4,926	5,193	5,478	5,780	6,097	6,426	6,764	7,104	7,440
9034	B	495	511	535	565	601	642	689	742	801	870
1459	B	2,212	1,989	1,806	1,660	1,551	1,475	1,430	1,412	1,422	1,457
2403	B	828	804	795	795	801	811	824	839	857	877
13021	B	1,452	1,266	1,096	941	799	670	551	443	341	246
58029	C	942	934	956	1,000	1,061	1,136	1,224	1,324	1,438	1,568
1463	C	342	312	285	261	240	222	207	194	183	174
9129	C	587	609	644	686	733	782	831	879	924	967
9036	C	546	526	511	499	491	485	480	477	474	473
1492	C	257	247	241	239	239	241	245	250	256	263

UNIVERSITAS INDONESIA

Kategori B memiliki konstanta pemuluan 0.1, 0.3, 0.8 dan 1. Jenis barang kategori B yang termasuk permintaan lumpy antara lain kabel, baut dan tambang. Kategori C memiliki konstanta pemuluan 0.1, 0.2, 0.4 dan 1.

Hasil perhitungan standard error of forecast untuk metode Croston dapat dilihat pada tabel 4.3, sedangkan hasil ringkasan hasil perhitungan peramalan dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Peramalan dari Croston

No.	Kode Item	Deskripsi	Kategori	Harga Per Unit	Lead Time (bulan)	d	Sf
5	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	A	1.20	6.97	6,371.00	4,839.30
6	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	A	1.44	5.97	3,792.00	4,677.63
7	9034	CORD: SPT-1, 2/C, 18AWG, 300V, STRD, BROWN, 250FT/RL	B	0.29	5.17	3,960.00	494.50
8	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 3.50	B	0.54	1.97	626.00	1,412.32
9	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	B	2.16	2.40	972.00	794.96
10	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	B	2.24	2.80	529.00	245.94
11	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	C	0.17	1.87	1,204.00	933.83
12	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.50	C	0.63	6.37	550.00	174.28
13	9129	WIRE: 4AWG, ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS, 1000FT/RL	C	0.47	1.37	914.00	587.01
14	9036	CORD: SO, 3/C, 14 AWG, 600 V, STRAND, SUE-1060, 1000 FT/RL	C	0.89	0.63	267.00	472.86
15	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8" -9X 5.50"	C	1.53	4.50	340.00	238.80

#### 4.4 Analisis Hasil Sistem Min-Max

Pengendalian pengadaan persediaan yang populer dari semua kendali pengadaan persediaan adalah sistem min-max. Dengan adanya model persediaan min-max bagian manajemen persediaan tidak perlu memantau setiap saat jumlah persediaan yang ada di gudang. Pengendalian pengadaan barang dapat dilakukan apabila barang tersebut sesudah mencapai batas minimum yang harus tersedia di gudang. Di mana batas minimum di system min-max dapat dilihat dari perhitungan ROP, pada barang mencapai titik pesan kembali maka bagian pengadaan harus segera melakukan proses pembelian. Disamping jumlah minimum yang sebaiknya perlu di simpan, ada hal lain perlu di perhitungkan.

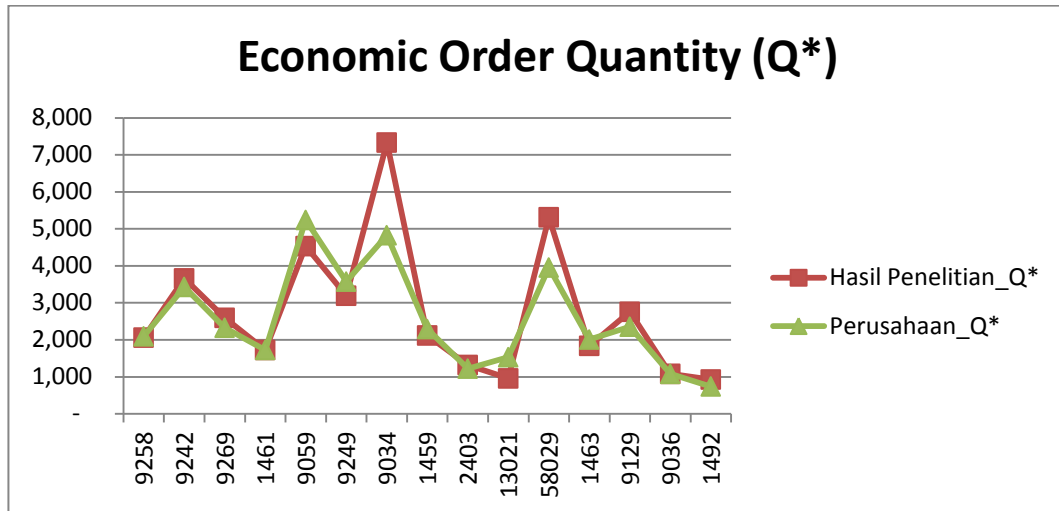


Setiap barang wajib juga menentukan menentukan persediaan pengaman yang wajib di perhitungkan, hal ini untuk proses pengadaan. Setiap barang yang ada di gudang memiliki batas maximum jumlah yang harus di simpan, hal ini untuk menghindari tingginya angka persediaan. Total biaya persediaan dari system min-max dari peramalan yang diusulkan menghasilkan nilai yang lebih rendah dari 3 bulan pemakaian di jadikan contoh. Total biaya persediaan untuk peramalan yang diusulkan adalah sebesar \$21,331.40, sedangkan total biaya persediaan untuk peramalan adalah 44,343.06.

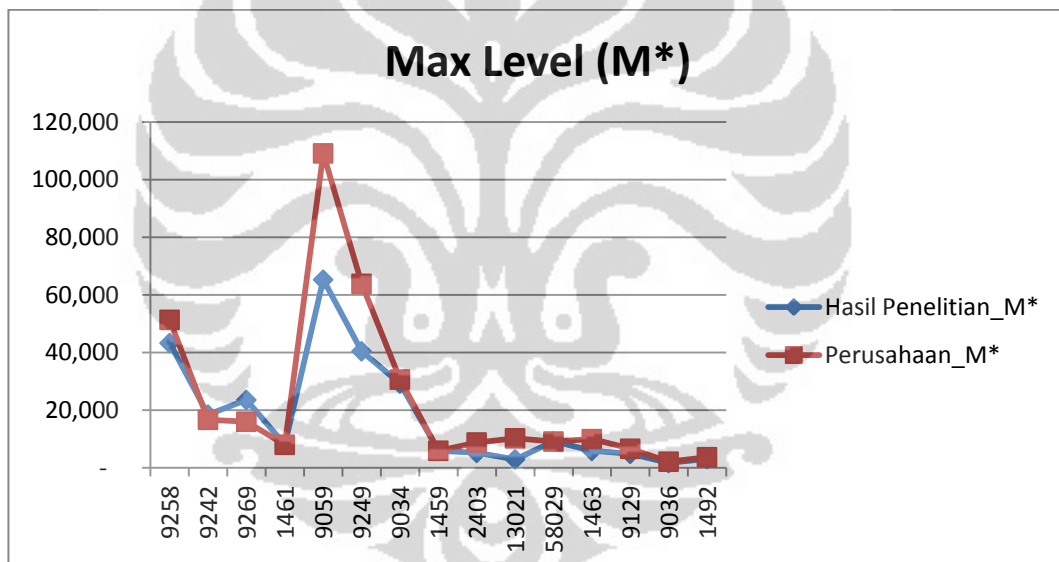
Sistem min-max diharapkan dapat meningkatkan *service level* dibandingkan dengan permintaan tahun 2010. Semua permintaan regular mempunyai nilai *service level* di atas 90%, sedangkan di tahun 2010 yang *service level* yang di peroleh 87%, 98% dan 99%. Permintaan lumpy nilai *service level*-nya untuk kategori A dibawah 90%, meningkat dibandingkan dengan data permintaan tahun 2010, *service level* di bawah 80%. Namun untuk rata-rata *service level* permintaan hasil ramalan 96%, meningkat dibandingkan data histori tahun 2010, rata-rata *service level*-nya 93% .

#### **4.5 Analisis Perbandingan Data Histori Perusahaan dan Peramalan**

Peramalan persediaan pada penelitian ini menghasilkan penurunan total biaya persediaan yang signifikan, kurang lebih sekitar 52%. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan antara jumlah pemesanan ekonomis yang dilakukan. Grafik perbandingan jumlah pemesanan ekonomis yang dilakukan saat ini dengan peramalan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Disini terlihat sebenarnya perbedaan jumlah pemesanan ekonomisnya tidak terlalu berbeda jauh, namun biaya persediaannya terpengaruh sangat signifikan. Jumlah pemesanan maximum merupakan pengaruh dari jumlah pemesanan ekonomis.  $M^*$  (maximum level) dapat di lihat pada Gambar 4.2. Pola grafik di gambar 4.1 memiliki pola yang lebih bergelombang sedangkan gambar 4.2 terlihat lebih stabil.



Gambar 4.1 Perbandingan *Economic Order Quantity* (Q\*)



Gambar 4.2 Perbandingan *Max Level* (M\*)

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.6 Kesimpulan

Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap sejumlah barang dari kategori A, B, dan C dengan metode klasifikasi ABC. Masing-masing kategori di pilih 5 barang yang akan dijadikan contoh penelitian dari 1017 jenis barang yang ada di perusahaan.

Metode persediaan yang dilakukan adalah menggunakan sistem Min-Max, baik pada pengendalian persediaan yang lama maupun baru, namun proses pengadaan persediaan yang dilakukan saat ini di perusahaan lebih mengutamakan permintaan dari lapangan. Proses pengadaan persediaan yang baru menggunakan peramalan persediaan berdasarkan peramalan *single exponential smoothing* untuk permintaan regular dan peramalan Croston untuk permintaan *lumpy*.

Hasil penelitian yang dilakukan terjadi penurunan biaya persediaan pada sistem Min-Max yang lama terjadi adala \$44,343.06 sedangkan sistem Min-Max yang baru menjadi \$21,331.40.

Suatu peningkatan service level terjadi pada sistem Min-Ma, pada peramalan dengan metode SES *service level* meningkat dari 95% menjadi 96%, sedangkan *service level* untuk peramalan Croston meningkat dari 91% menjadi 95%.

### 4.7 Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan pada penelitian-penelitian berikutnya:

- Peramalan dengan metode *Neural Network* dapat digunakan untuk metode peramalan permintaan *lumpy*, namun metode kausal ini membutuhkan data historis dari rentang waktu yang besar agar hasil ramalannya lebih akurat.
- Model perancangan persediaan lainnya yang dapat di aplikasikan *Multi-Echelon Control*, *periodic review model* dan lain sebagainya yang bisa lakukan mungkin bisa diterapkan untuk penelitian selanjutnya.

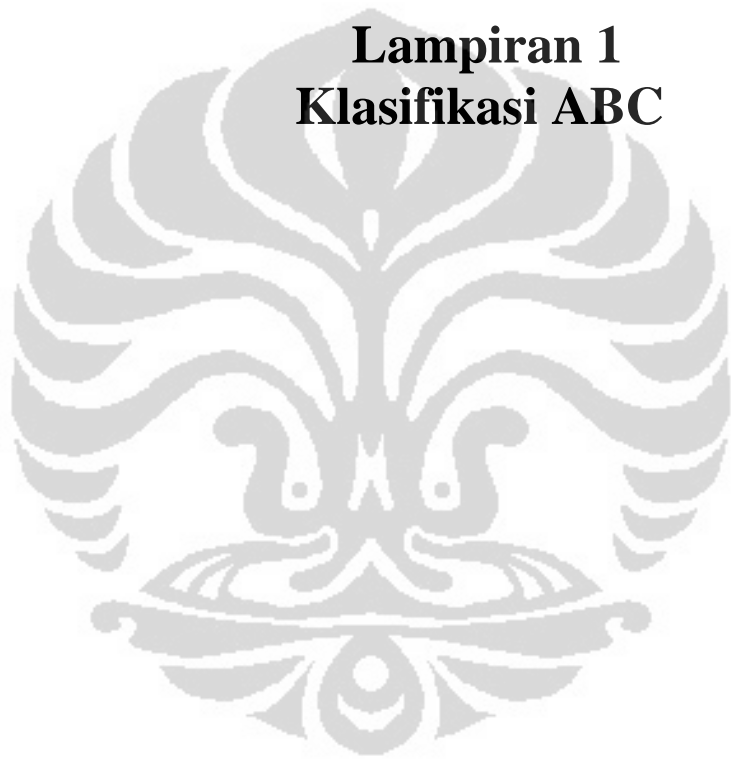
## DAFTAR REFERENSI

- Arnold, J. R. Tony & Chapman, Stephen N. (2004). *Introduction to materials management* (5th ed.). Pearson Prentice Hall: New Jersey.
- Ballou, R.H. (2004). *Business logistics/supply chain management* (5th ed.). New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- G. J. Bailey, M. M. HELMS. (2007). *MRO inventory reduction - challenge and management: a case study of the Tennessee Valley Authority*. Production Planning & Control, Vol. 18 No. 3, pp 261–270
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Johnston F. R. & Boylan, J. E. (1996). Forecasting intermittent demand: a comparative evaluation of croston's method. comment. *International Journal of Forecasting*, 12, 297-298
- Ristono, Agus. (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Taha, Hamdy A. (2003). *Operations research: an introduction* (7<sup>th</sup> ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Talluri, Srinivas; Cetin, Kemal and A.J. Gardner. (2004). *Integrating Demand and Supply Variability Into Safety Stock Evaluation*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 34 No. 1, pp 62-69
- Schultz, Carl R. (1987). Forecasting and inventory control for sporadic demand under periodic review. *The Journal of The Operation Research Society*, 38, 453-458.
- Shenstone, Lydia & Hyndman, Rob J. (2005). *Research: Stochastic models underlying croston's method for intermittent demand forecasting*. February 2, 2005. Monash University.
- Slack, Nigel., Chambers, Stuart., Johnston, Robert. (2007). *Operations management* (7<sup>th</sup> ed.). Essex: Pearson Education Limited.
- Syntetos, A.A. and M.Z, M. Keyes., Babai. (2009). *Demand categorization in a European spare parts logistics network*. International Journal of Operations & Production Management Vol. 29 No. 3, pp. 292-316

Ye Chena, Kevin W. Lib, D. Marc Kilgourc, Keith W. Hipela. (2006). *A case based distance model for multiple criteria ABC analysis*. Elsevier Ltd. Computers & Operations Research.



**Lampiran 1**  
**Klasifikasi ABC**

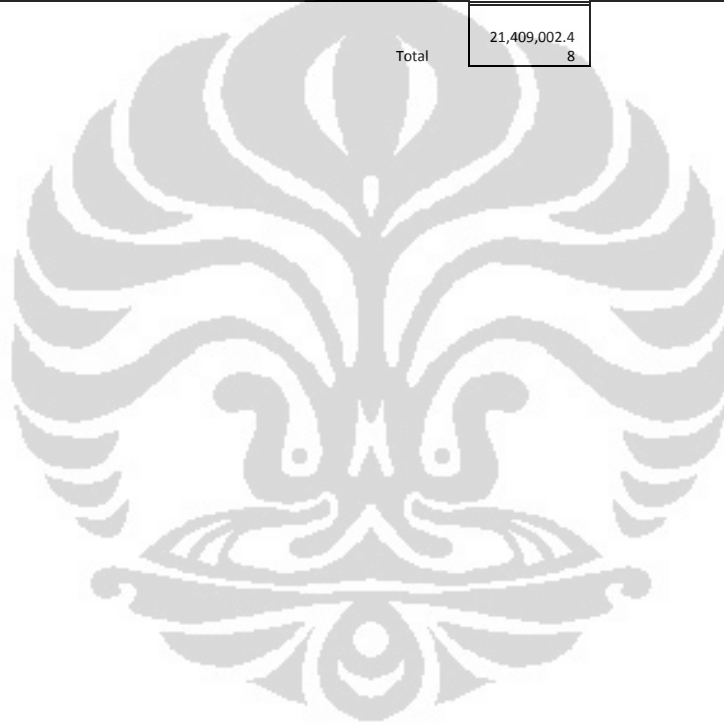


No	Kode Item	Deskripsi	Satuan	Jumlah Permitta-an	Harga Satuan (USD)	Total Biaya (USD)	Kumulatif Total Biaya	% Total Biaya	% Komulatif Total Biaya	% Total Barang	% Komulatif Total Barang	Kategori
1	7824	PLATE: STRUCT.QUALITY, ASTM A-36, BLACK, 10 MM X4'X8'	PC	1555	618.29	961,433.18	961,433.18	4.49%	4.49%	0.10%	0%	A
2	7848	GRATING: SERRATED, GALV. 1"X3/16", 36"CROSS, 20'SPAN	PC	1598	457.50	731,085.00	1,692,518.18	3.41%	7.91%	0.10%	0.20%	
3	32732	REPAIR KIT: MAJOR, 3220/357R FOR IMO PUMP TYPE TA6DBF-312	KI	18	35,515.79	639,284.13	2,331,802.31	2.99%	10.89%	0.10%	0.29%	
4	7821	PLATE: STRUCT. QUALITY, BLACK, 6 MM X 1200 MM X 2400 MM	PC	1101	579.18	637,677.18	2,969,479.49	2.98%	13.87%	0.10%	0.39%	
5	29486	POWER: CYLINDER, COOPER GMVA2E7	PC	12	52,109.58	625,314.96	3,594,794.45	2.92%	16.79%	0.10%	0.49%	
6	7825	PLATE: STRUCT.QUALITY, ASTM A-36, BLACK, 12 MM X4'X8'	SH	945	643.92	608,504.40	4,203,298.85	2.84%	19.63%	0.10%	0.59%	
7	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	FT	80000	6.00	480,000.00	4,683,298.85	2.24%	21.88%	0.10%	0.69%	
8	3020724	LINER: ALLOY STEEL, FOR MODEL 535, WHEATLEY 07594300HP	PC	213	2,177.07	463,715.91	5,147,014.76	2.17%	24.04%	0.10%	0.79%	
9	3020722	ROD: PISTON, FOR MODEL 535, WHEATLEY 002-001454-E24	PC	238	1,631.00	388,176.81	5,535,191.57	1.81%	25.85%	0.10%	0.88%	
10	34017	PACKING: SET STUFF BOX 60, I.R CPN60633054	PC	558	630.78	351,975.24	5,887,166.81	1.64%	27.50%	0.10%	0.98%	
11	3020723	PISTON ASSY: POLYURETHANE, FOR MOD. 535, WHEATLEY 012100112	PC	230	1,060.58	243,932.25	6,131,099.06	1.14%	28.64%	0.10%	1.08%	
12	33452	SEAL: BASIC, ASSY, FOR MECH. SEAL SL5000, 4.250", DURA	PC	12	19,080.29	228,963.42	6,360,062.48	1.07%	29.71%	0.10%	1.18%	
13	9248	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),37/C, 14 AWG, 600V, C	FT	28519	7.85	223,731.56	6,583,794.03	1.05%	30.75%	0.10%	1.28%	
14	68940	FITTING: STOPPLE, 24 IN-300LBS WILLIAMSON 0688072430	PC	4	55,494.00	221,976.00	6,805,770.03	1.04%	31.79%	0.10%	1.38%	
152	9277	CABLE: INST, SP-OS, 2 PR, 16 AWG, 300V, COPPER	FT	14559	1.92	27,953.28	17,156,548.04	0.13%	80.14%	0.10%	14.95%	
153	71420	SEAL: BASIC, ASSY, CBR 2.125" IR2EF/VVV, 2A-51290, DURA NPN	PC	6	4,643.91	27,863.46	17,184,411.50	0.13%	80.27%	0.10%	15.04%	
154	3323	VALVE: BALL,CS,THREADED, ANSI 900, 1/2"	PC	1198	23.21	27,799.59	17,212,211.09	0.13%	80.40%	0.10%	15.14%	
155	33817	VALVE: DISCHARGE, STAINLESS STEEL, G.DENVER 204TDE482	PC	15	1,852.62	27,789.30	17,240,000.39	0.13%	80.53%	0.10%	15.24%	
156	65051	PLUNGER: 41/4 COLMONOY MOD. TAE, 300GPM, G.DENVER 8TA538	PC	16	1,733.99	27,743.76	17,267,744.15	0.13%	80.66%	0.10%	15.34%	
157	8330	COATING: OLEORESINOUS, ALUM.PIGMENTED RAL#9006,20 LR/	CN	179	150.45	26,930.55	17,294,674.70	0.13%	80.78%	0.10%	15.44%	
158	9765	TAPE: SPLICING, BUTYL RUBBER, 0.030" X 1-1/2" X 30FT/RL	RL	1369	19.41	26,572.29	17,321,246.99	0.12%	80.91%	0.10%	15.54%	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	B
409	10328	CIRC. BREAKER: 3PL,400A,600V, STD INTERRUPT, MOLD CASE	PC	7	809.91	5,669.37	20,434,535.30	0.03%	95.45%	0.10%	40.22%	
410	12290	CONNECTOR: COPPER, FLEXIBLE BRAID 190A, 12" LG,24 MM WD	PC	222	25.32	5,621.04	20,440,156.34	0.03%	95.47%	0.10%	40.31%	

(lanjutan)

No	Kode Item	Deskripsi	Satuan	Jumlah Permittaan	Harga Satuan (USD)	Total Biaya (USD)	Kumulatif Total Biaya	% Total Biaya	% Kumulatif Total Biaya	% Total Barang	% Kumulatif Total Barang	Kategori
411	33512	GLAND: PLATE ASSY, JOHNCRANE 984/GP48MP	PC	2	2,792.48	5,584.95	20,445,741.29	0.03%	95.50%	0.10%	40.41%	C
412	9466	CLAMP: HOTLINE, FOR 336.4 ACSR W/ARMOR,TAP 266.8-6 ACSR	PC	103	53.85	5,546.55	20,451,287.84	0.03%	95.53%	0.10%	40.51%	
413	57866	DEFLECTOR: DISC, FOR 6X8X11E DB34D-4STG, D.BROWN 3190	PC	2	2,743.95	5,487.90	20,456,775.74	0.03%	95.55%	0.10%	40.61%	
414	11793	TERMINAL: DISCONNECTABLE T-TAP, W/PAD, 4/0 AWG, BURNDY	PC	94	58.29	5,479.26	20,462,255.00	0.03%	95.58%	0.10%	40.71%	
415	77201	RECEPTACLE: U-LINE AND COVER ASSEMBLY C/W PLUG, 20A, 125V	ST	14	387.00	5,418.00	20,467,673.00	0.03%	95.60%	0.10%	40.81%	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
1014	6112	GASKET: 150#, 3/4" RF GRAPHITE WITH CS OUTER RING	PC	32	0.48	15.36	21,408,984.12	0.00%	100.00%	0.10%	99.71%	
1015	11874	COVER: HANDY BOX, RAISED TYPE BLANK, APPLETON 2540	PC	18	0.66	11.88	21,408,996.00	0.00%	100.00%	0.10%	99.80%	
1016	12908	REFLECTOR: FLOOD LIGHT BULB WESCO PHILIPS 75W 120V	PC	1	5.81	5.81	21,409,001.81	0.00%	100.00%	0.10%	99.90%	
1017	12074	NUT: LOCK, GALV, RIGID CONDUIT, 1-1/2", APPLETON BL-1	PC	1	0.68	0.68	21,409,002.48	0.00%	100.00%	0.10%	100.00%	

Total 21,409,002.48







**Lampiran 2**  
**Klasifikasi Berdasarkan dari Tingkat**  
**Permintaan Barang.**

No	Kode Item	Deskripsi	Satuan	Jumlah Permintaan	Harga Satuan (USD)	Total Biaya (USD)	Kumulatif Total Biaya	% Total Biaya	% Kumulatif Total Biaya	% Total Barang	% Kumulatif Total Barang	Kategori	A		B		C		
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	FT	80000	6.00	480,000.00	480,000.00	2.24%	2.24%	0.10%	0.10%	Fast moving	1	480,000.00	0	-	0	-	
2	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	FT	69751	1.20	83,701.20	563,701.20	0.39%	2.63%	0.10%	0.20%		1	83,701.20	0	-	0	-	
3	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	FT	57978	1.40	80,879.31	644,580.51	0.38%	3.01%	0.10%	0.29%		1	80,879.31	0	-	0	-	
4	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	FT	48505	1.44	69,847.20	714,427.71	0.33%	3.34%	0.10%	0.39%		1	69,847.20	0	-	0	-	
5	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW	FT	43827	1.73	75,601.58	790,029.29	0.35%	3.69%	0.10%	0.49%		1	75,601.58	0	-	0	-	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...
9	9034	CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,STRD,BROWN,250FT/RL	FT	26250	0.29	7,481.25	1,114,382.10	0.03%	5.21%	0.10%	0.88%		0	-	1	7,481.25	0	-	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...
17	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 3.50"	PC	14397	0.54	7,774.38	1,624,688.88	0.04%	7.59%	0.10%	1.67%		0	-	1	7,774.38	0	-	
18	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	PC	12400	0.17	2,046.00	1,626,734.88	0.01%	7.60%	0.10%	1.77%		0	-	0	-	1	2,046.00	
19	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	FT	10340	2.16	22,334.40	1,649,069.28	0.10%	7.70%	0.10%	1.87%		0	-	1	22,334.40	0	-	
20	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.00"	PC	10046	1.07	10,698.99	1,659,768.27	0.05%	7.75%	0.10%	1.97%		0	-	1	10,698.99	0	-	
21	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	PC	9562	2.24	21,371.07	1,681,139.34	0.10%	7.85%	0.10%	2.06%		0	-	1	21,371.07	0	-	
22	9702	INSULATOR: BALL & SOCKET SUSPENSION, 10"DIA C9071003	PC	7721	24.02	185,419.82	1,866,559.16	0.87%	8.72%	0.10%	2.16%		1	185,419.82	0	-	0	-	
23	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.50"	PC	7305	0.63	4,602.15	1,871,161.31	0.02%	8.74%	0.10%	2.26%		0	-	0	-	1	4,602.15	
24	9129	WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL	FT	7299	0.47	3,394.04	1,874,555.34	0.02%	8.76%	0.10%	2.36%		0	-	0	-	1	3,394.04	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...
36	9036	CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL	FT	3460	0.89	3,062.10	2,417,256.77	0.01%	11.29%	0.10%	3.54%		0	-	0	-	1	3,062.10	
37	7964	RAIL: TOP FENCE, GALV.PIPE, 1.25"DIA, 3 MT LG	PC	3362	39.09	131,420.58	2,548,677.35	0.61%	11.90%	0.10%	3.64%		1	131,420.58	0	-	0	-	
38	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8" -9X 5.50"	PC	3218	1.53	4,923.54	2,553,600.89	0.02%	11.93%	0.10%	3.74%		0	-	0	-	1	4,923.54	
39	9756	TAPE: ELECT, PLASTIC,STRETCHY0.007" T X 3/4"WD X 66FT LG	PC	3140	3.44	10,785.90	2,564,386.79	0.05%	11.98%	0.10%	3.83%		0	-	1	10,785.90	0	-	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...
653	29486	POWER: CYLINDER, COOPER GMVAZE7	PC	12	52,109.58	625,314.96	12,529,527.71	2.92%	80.58%	0.10%	64.21%		1	625,314.96	0	-	0	-	

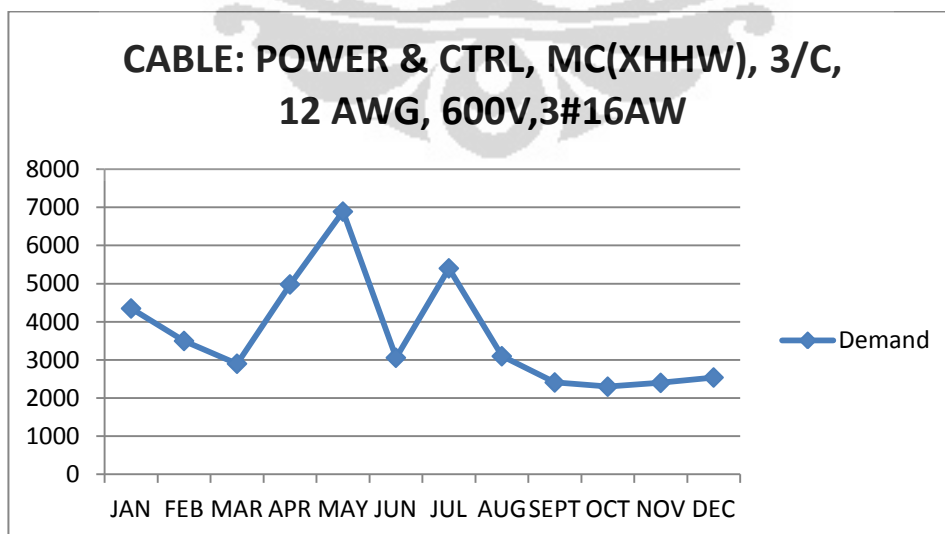
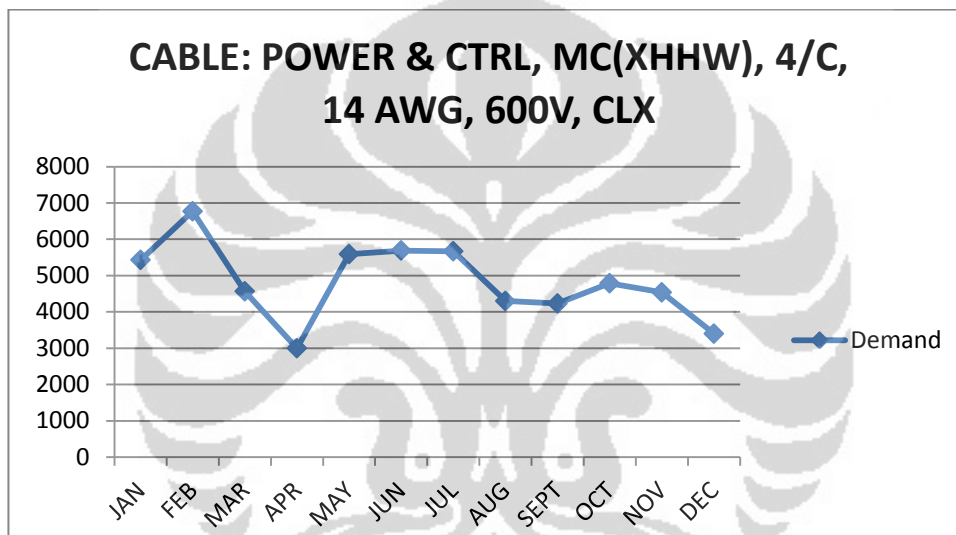
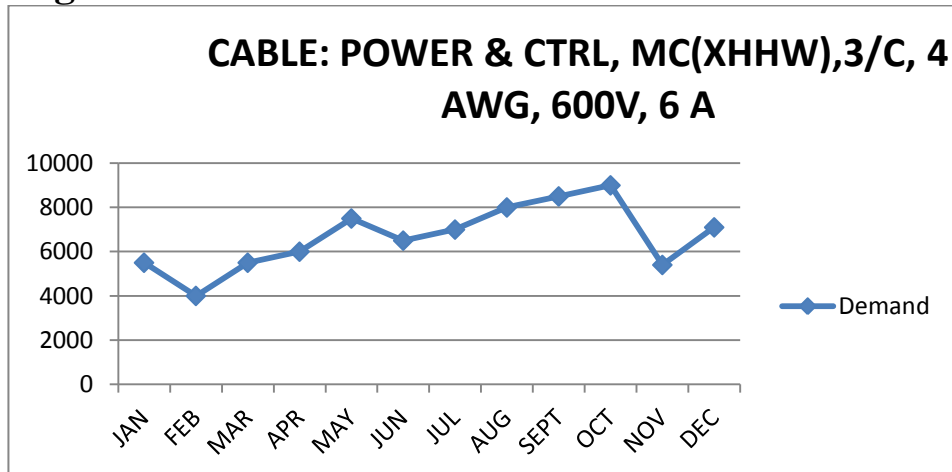
(lanjutan)

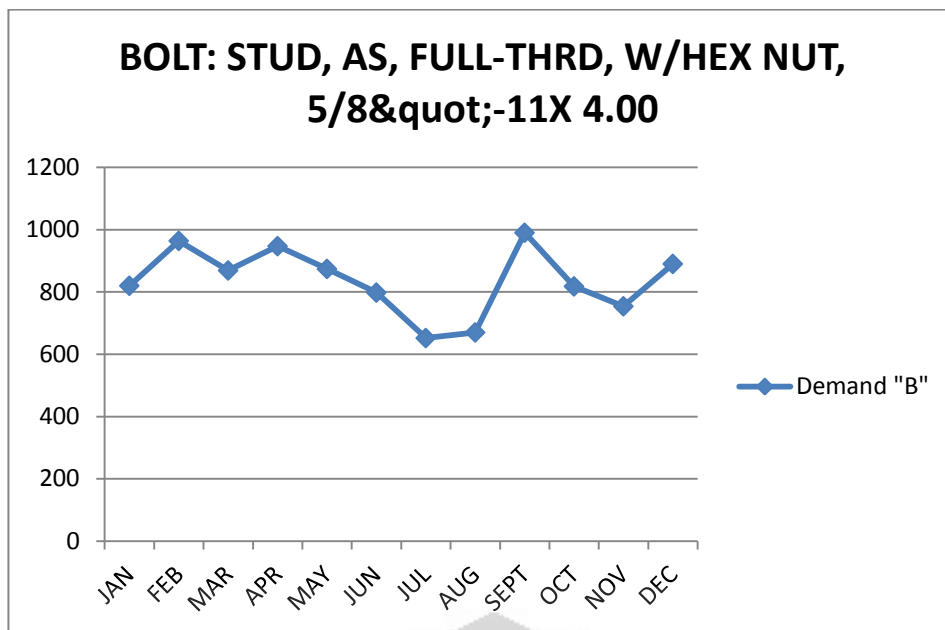
No	Kode Item	Deskripsi	Satuan	Jumlah Permintaan	Harga Satuan (USD)	Total Biaya (USD)	Kumulatif Total Biaya	% Total Biaya	% Kumulatif Total Biaya	% Total Barang	% Kumulatif Total Barang	Kategori	A		B		C	
654	33452	SEAL: BASIC, ASSY, FOR MECH. SEAL SL5000, 4.250", DURA	PC	12	19,080.29	228,963.42	12,758,491.13	1.07%	81.65%	0.10%	64.31%	Slow moving	1	228,963.42	0	-	0	-
655	31672	BOWL: WEARING, MOD. VIT-FF, GOULDS B55250F0031003	PC	12	2,900.03	34,800.30	12,793,291.43	0.16%	81.81%	0.10%	64.41%		1	34,800.30	0	-	0	-
656	33822	PACKING: ASSY, 41/2" PLUNGER, G.DENVER 20STAE224	PC	12	2,003.64	24,043.68	12,817,335.11	0.11%	81.92%	0.10%	64.50%		0	-	1	24,043.68	0	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...
1017	12074	NUT: LOCK, GALV, RIGID CONDUIT, 1-1/2", APPLETON BL-1	PC	1	0.68	0.68	16,687,376.07	0.00%	100.00%	0.10%	100.00%		0	-	0	-	1	0.68
						Total	21,409,002.48											



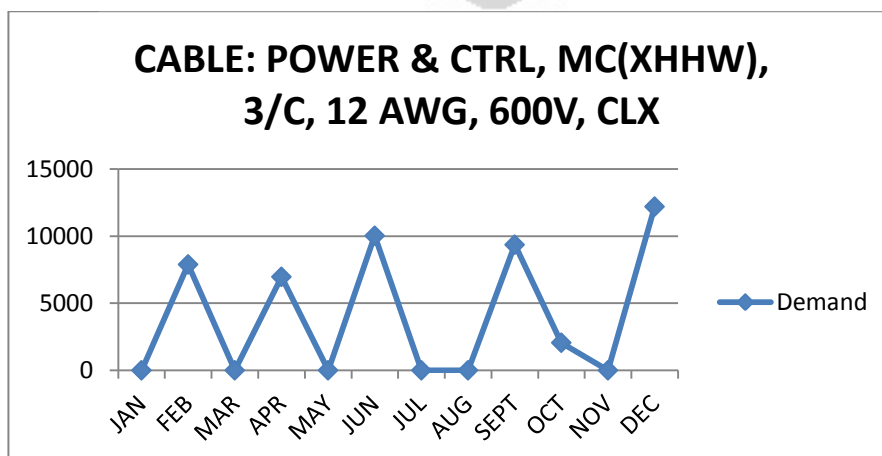
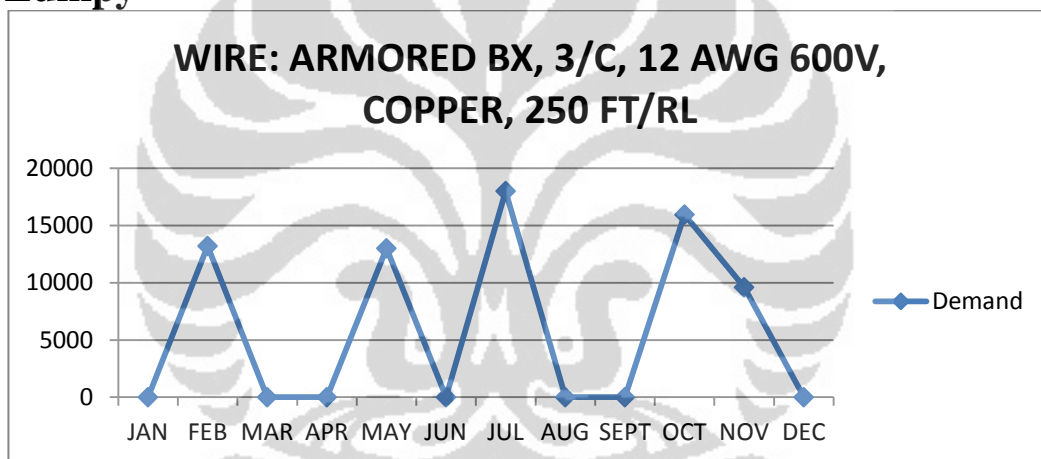
**Lampiran 3**  
**Pola Permintaan**

## Regular

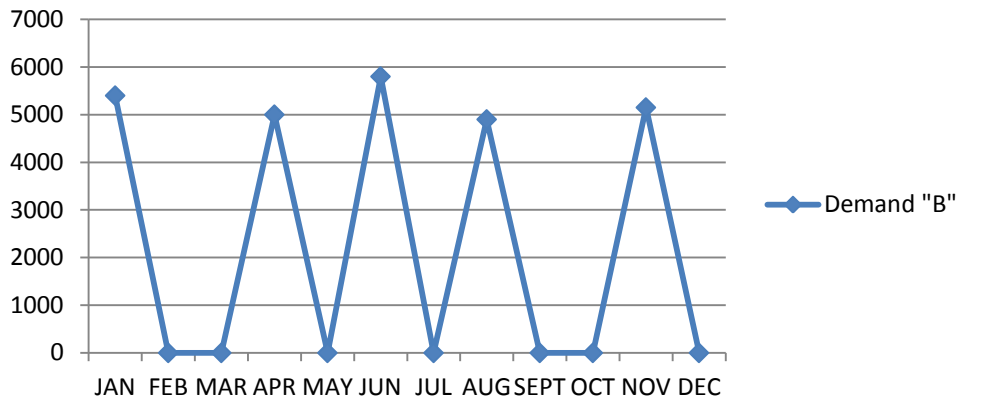




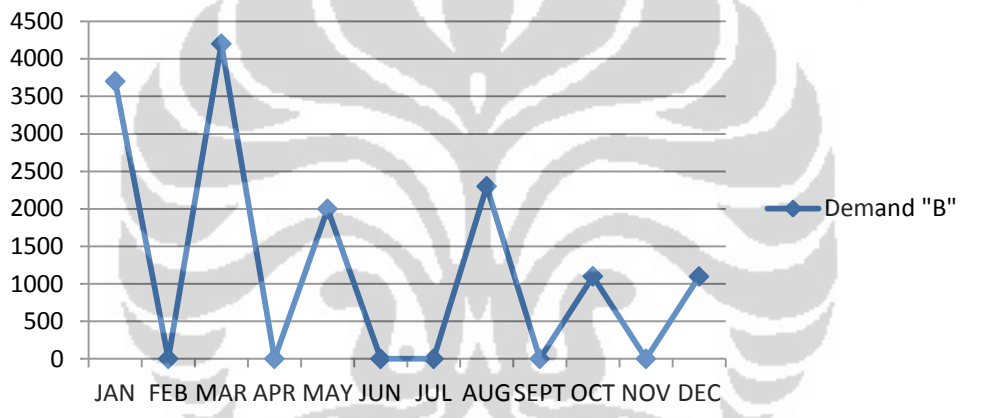
**Lumpy**



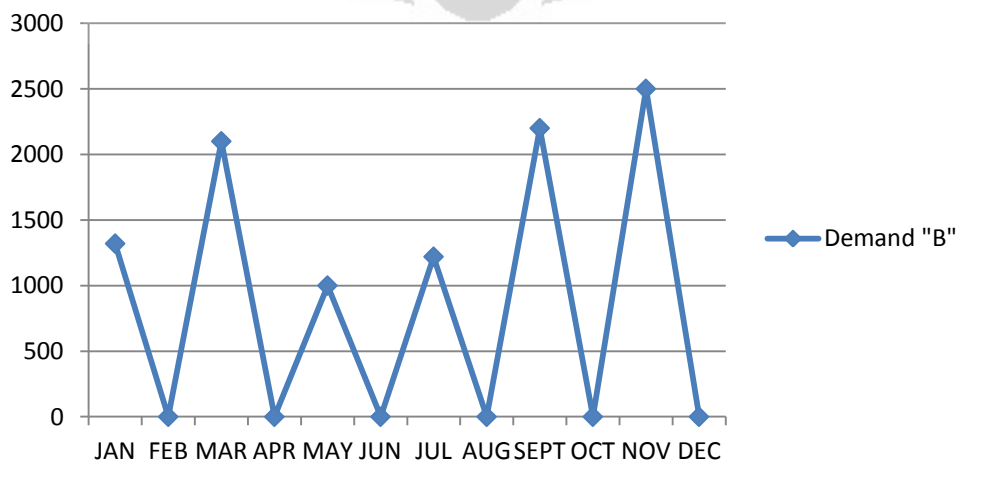
**CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,ST  
RD,BROWN,250FT/RL**



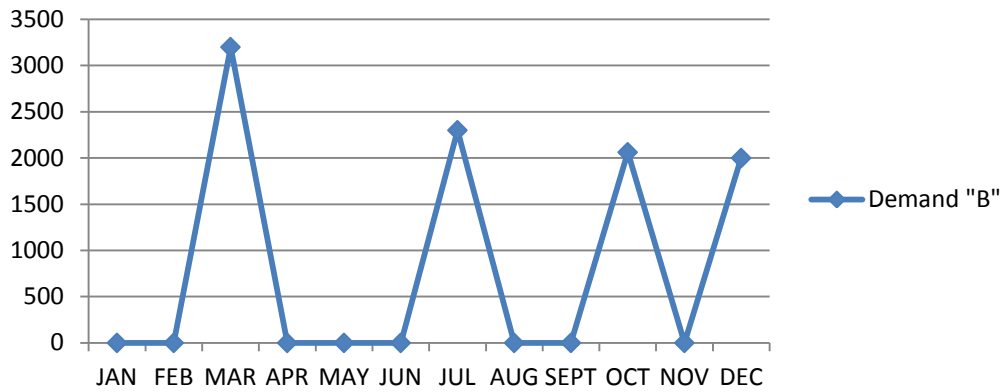
**BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT,  
5/8" -11X 3.50**



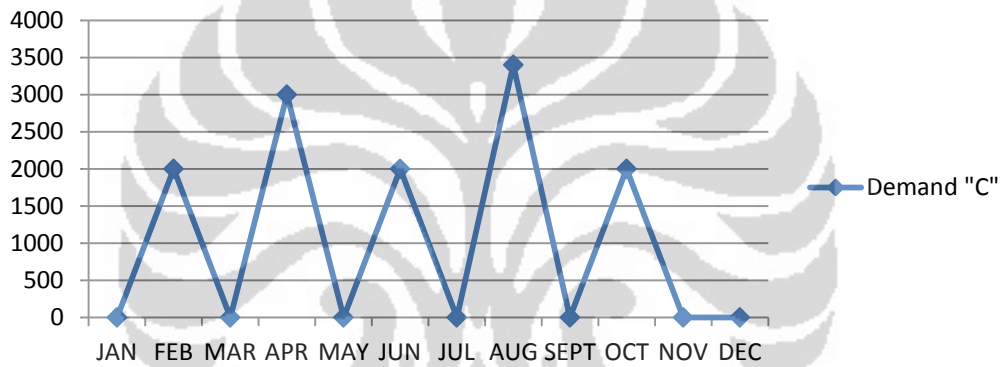
**ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS  
UNCOATED 6X25, 3/4"**



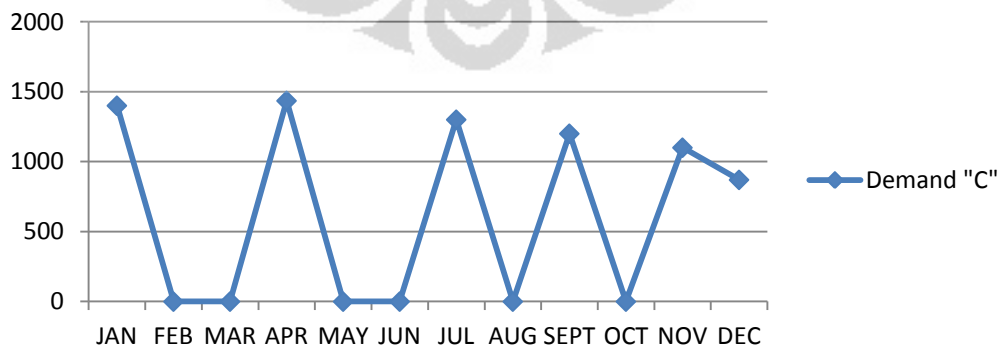
**LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED  
BIPIN BASE, RAPID**



**CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW  
COLOR, "DANGER"**

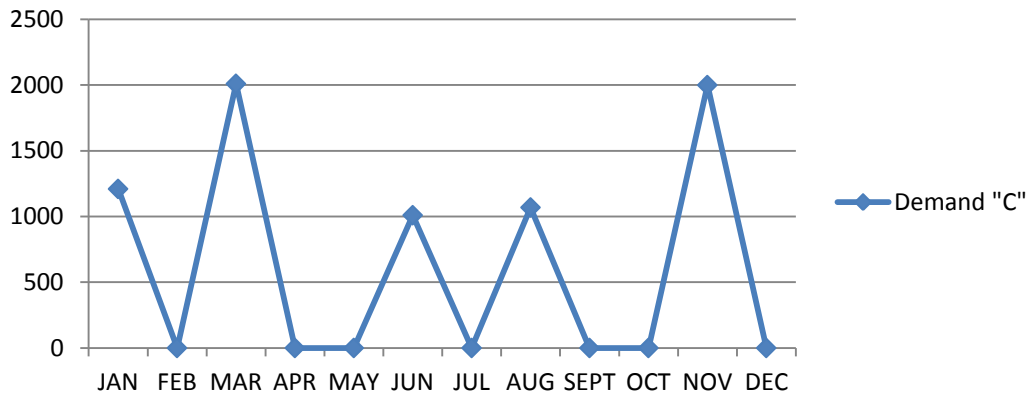


**BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT,  
5/8" -11X 4.50**

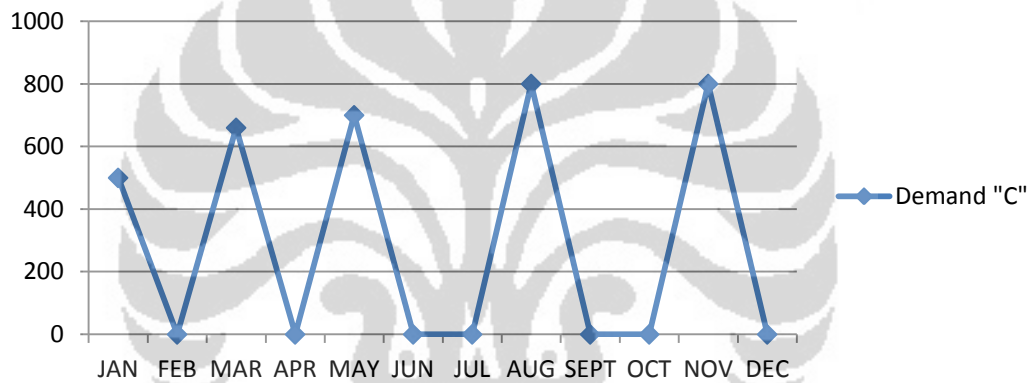




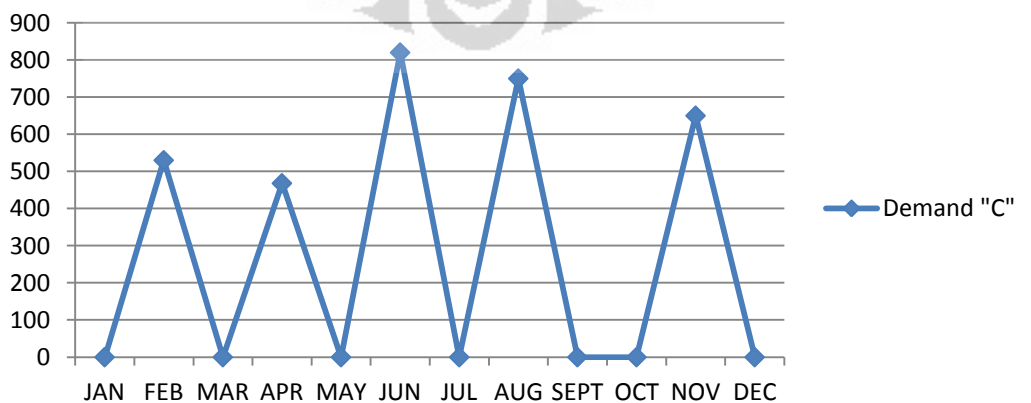
**WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH  
333LBS,1000FT/RL**



**CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-  
1060,1000 FT/RL**



**BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT,  
7/8" - 9X 5.50"**





# Peramalan *Single Exponential Smoothing*

d = 6,935

1

9258; CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A

Aktual\Parameter	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
5,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,000	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500
5,500	5,350	5,200	5,050	4,900	4,750	4,600	4,450	4,300	4,150	4,000
6,000	5,365	5,260	5,185	5,140	5,125	5,140	5,185	5,260	5,365	5,500
7,500	5,429	5,408	5,430	5,484	5,563	5,656	5,756	5,852	5,937	6,000
6,500	5,636	5,826	6,051	6,290	6,531	6,762	6,977	7,170	7,344	7,500
7,000	5,722	5,961	6,185	6,374	6,516	6,605	6,643	6,634	6,584	6,500
8,000	5,850	6,169	6,430	6,625	6,758	6,842	6,893	6,927	6,958	7,000
8,500	6,065	6,535	6,901	7,175	7,379	7,537	7,668	7,785	7,896	8,000
9,000	6,308	6,928	7,381	7,705	7,939	8,115	8,250	8,357	8,440	8,500
5,400	6,578	7,342	7,866	8,223	8,470	8,646	8,775	8,871	8,944	9,000
7,100	6,460	6,954	7,126	7,094	6,935	6,698	6,413	6,094	5,754	5,400

standard error of forecast

	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
1	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000	2,250,000
2	22,500	90,000	202,500	360,000	562,500	810,000	1,102,500	1,440,000	1,822,500	2,250,000
3	403,225	547,600	664,225	739,600	765,625	739,600	664,225	547,600	403,225	250,000
4	4,291,112	4,376,464	4,286,970	4,064,256	3,753,906	3,400,336	3,043,280	2,715,904	2,444,532	2,250,000
5	747,101	453,737	201,915	43,932	977	68,854	227,195	449,436	711,745	1,000,000
6	1,633,067	1,079,272	663,484	391,576	234,619	156,057	127,453	133,897	172,752	250,000
7	4,623,031	3,352,942	2,465,470	1,891,879	1,543,030	1,341,001	1,225,674	1,151,724	1,084,855	1,000,000
8	5,929,766	3,860,766	2,557,207	1,756,350	1,256,851	927,767	692,441	510,706	365,005	250,000
9	7,244,711	4,292,797	2,622,421	1,677,450	1,124,760	783,725	561,959	413,356	314,066	250,000
10	1,386,647	3,773,208	6,083,266	7,968,773	9,423,221	10,535,782	11,391,356	12,050,719	12,559,641	12,960,000
11	409,851	21,322	702	39	27,270	161,319	472,612	1,011,467	1,810,651	2,890,000
Total	28,941,011	24,098,107	21,998,160	21,143,855	20,942,759	21,174,440	21,758,694	22,674,809	23,938,972	25,600,000
SF	1,701	1,552	1,483	1,454	1,447	1,455	1,475	1,506	1,547	1,600

d = 4,830

2 9242; CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX										
Aktual\Parameter	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
5,432										
6,769	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432	5,432
4,567	5,566	5,699	5,833	5,967	6,101	6,234	6,368	6,502	6,635	6,769
3,000	5,466	5,473	5,453	5,407	5,334	5,234	5,107	4,954	4,774	4,567
5,591	5,219	4,978	4,717	4,444	4,167	3,894	3,632	3,391	3,177	3,000
5,691	5,256	5,101	4,979	4,903	4,879	4,912	5,003	5,151	5,350	5,591
5,670	5,300	5,219	5,193	5,218	5,285	5,379	5,485	5,583	5,657	5,691
4,300	5,337	5,309	5,336	5,399	5,477	5,554	5,614	5,653	5,669	5,670
4,231	5,233	5,107	5,025	4,959	4,889	4,802	4,694	4,571	4,437	4,300
4,789	5,133	4,932	4,787	4,668	4,560	4,459	4,370	4,299	4,252	4,231
4,538	5,099	4,903	4,788	4,716	4,674	4,657	4,663	4,691	4,735	4,789
3,400	5,043	4,830	4,713	4,645	4,606	4,586	4,576	4,569	4,558	4,538

standard error of forecast										
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
1	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569	1,787,569
2	997,402	1,282,330	1,603,009	1,959,440	2,351,622	2,779,556	3,243,241	3,742,677	4,277,865	4,848,804
3	6,080,318	6,115,333	6,018,534	5,793,071	5,446,389	4,990,220	4,440,587	3,817,803	3,146,473	2,455,489
4	138,200	375,357	763,371	1,315,315	2,028,132	2,881,330	3,836,972	4,840,950	5,825,547	6,713,281
5	188,858	348,255	506,371	621,138	659,446	606,809	472,857	291,647	116,528	10,000
6	136,989	203,496	227,642	204,190	148,249	84,444	34,334	7,571	173	441
7	1,075,145	1,018,315	1,073,331	1,207,528	1,386,469	1,571,922	1,727,679	1,829,522	1,873,302	1,876,900
8	1,004,411	767,889	630,773	530,458	432,625	325,476	214,669	115,274	42,382	4,761
9	118,324	20,459	4	14,642	52,500	108,767	175,563	240,194	288,813	311,364
10	314,255	133,537	62,282	31,826	18,615	14,180	15,700	23,403	38,911	63,001
11	2,697,891	2,045,878	1,723,167	1,550,120	1,454,961	1,405,724	1,382,011	1,365,617	1,340,329	1,295,044
Total	14,539,361	14,098,418	14,396,054	15,015,298	15,766,577	16,555,996	17,331,181	18,062,227	18,737,892	19,366,654
SF	1,206	1,187	1,200	1,225	1,256	1,287	1,316	1,344	1,369	1,392

d = 3,001.00

9269; CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V,3#16AW										
Aktual\Parameter	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
4,350										
3,498	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350
2,901	4,265	4,180	4,094	4,009	3,924	3,839	3,754	3,668	3,583	3,498
4,980	4,128	3,924	3,736	3,566	3,413	3,276	3,157	3,054	2,969	2,901
6,890	4,214	4,135	4,109	4,132	4,196	4,298	4,433	4,595	4,779	4,980
3,058	4,481	4,686	4,944	5,235	5,543	5,853	6,153	6,431	6,679	6,890
5,402	4,339	4,360	4,378	4,364	4,301	4,176	3,986	3,733	3,420	3,058
3,098	4,445	4,569	4,685	4,779	4,851	4,912	4,977	5,068	5,204	5,402
2,410	4,310	4,275	4,209	4,107	3,975	3,823	3,662	3,492	3,309	3,098
2,300	4,120	3,902	3,669	3,428	3,192	2,975	2,786	2,626	2,500	2,410
2,400	3,938	3,581	3,259	2,977	2,746	2,570	2,446	2,365	2,320	2,300
2,540	3,785	3,345	3,001	2,746	2,573	2,468	2,414	2,393	2,392	2,400

standard error of forecast										
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
1	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904	725,904
2	1,859,950	1,634,818	1,424,204	1,228,107	1,046,529	879,469	726,927	588,903	465,397	356,409
3	725,188	1,115,389	1,546,591	1,999,622	2,457,056	2,903,207	3,324,131	3,707,627	4,043,236	4,322,241
4	7,163,235	7,589,452	7,731,369	7,609,035	7,256,289	6,716,142	6,036,682	5,267,502	4,456,650	3,648,100
5	2,025,556	2,650,655	3,555,586	4,739,029	6,175,846	7,814,145	9,578,469	11,376,989	13,110,860	14,684,224
6	1,130,185	1,084,792	1,048,702	1,077,115	1,213,165	1,502,704	2,003,717	2,786,910	3,927,970	5,494,336
7	1,814,970	2,163,174	2,519,067	2,826,754	3,073,995	3,289,365	3,531,926	3,881,370	4,434,431	5,308,416
8	3,611,853	3,476,803	3,236,436	2,879,053	2,448,100	1,997,881	1,567,010	1,170,776	807,448	473,344
9	3,313,997	2,565,426	1,875,001	1,272,534	796,236	456,146	235,750	106,540	39,943	12,100
10	2,366,659	1,395,602	737,048	332,744	119,827	28,952	2,085	1,205	6,402	10,000
11	1,548,918	648,161	212,484	42,479	1,094	5,175	15,952	21,592	21,904	19,600
Total	26,286,416	25,050,176	24,612,392	24,732,376	25,314,041	26,319,090	27,748,552	29,635,318	32,040,147	35,054,674
SF	1,621	1,583	1,569	1,573	1,591	1,622	1,666	1,721	1,790	1,872

d = 820

1461; BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8" -11X 4.00										
Aktual\Parameter	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
820										
964	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820
869	834	849	863	878	892	906	921	935	950	964
947	838	853	865	874	881	884	885	882	877	869
874	849	872	890	903	914	922	928	934	940	947
798	851	872	885	892	894	893	890	886	881	874
652	846	857	859	854	846	836	826	816	806	798
670	827	816	797	773	749	726	704	685	667	652
990	811	787	759	732	709	692	680	673	670	670
818	829	828	828	835	850	871	897	927	958	990
754	828	826	825	828	834	839	842	840	832	818
890	820	811	804	799	794	788	780	771	762	754

standard error of forecast										
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
1	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736	20,736
2	1,197	408	34	74	529	1,399	2,683	4,382	6,496	9,025
3	11,912	8,866	6,734	5,306	4,422	3,974	3,901	4,194	4,892	6,084
4	636	5	242	858	1,580	2,283	2,944	3,606	4,357	5,329
5	2,841	5,496	7,550	8,757	9,192	9,047	8,515	7,746	6,823	5,776
6	37,623	42,152	42,776	40,863	37,612	33,873	30,166	26,766	23,796	21,316
7	24,514	21,388	16,072	10,668	6,236	3,093	1,163	217	7	324
8	32,072	41,210	53,480	66,578	78,689	88,657	95,957	100,524	102,565	102,400
9	117	92	102	295	1,008	2,798	6,252	11,792	19,593	29,584
10	5,438	5,138	5,053	5,522	6,379	7,252	7,695	7,348	6,084	4,096
11	4,849	6,187	7,438	8,356	9,228	10,391	12,031	14,127	16,435	18,496
Total	141,935	151,679	160,216	168,014	175,611	183,503	192,043	201,436	211,783	223,166
SF	119	123	127	130	133	135	139	142	146	149

# Peramalan *Croston*

## 1 9059 WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL

Non Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	13204										
2	13000										
3	18000	13,184	13,163	13,143	13,122	13,102	13,082	13,061	13,041	13,020	13,000
4	15947	13,665	14,131	14,600	15,073	15,551	16,033	16,518	17,008	17,502	18,000
5	9600	13,893	14,494	15,004	15,423	15,749	15,981	16,118	16,159	16,103	15,947

d  
= 6,371.00

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1	2										
2	3										
3	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
4	3	2.09	2.18	2.27	2.36	2.45	2.54	2.63	2.72	2.81	2.90
5	1	2.18	2.34	2.49	2.62	2.73	2.82	2.89	2.94	2.98	3.00

	standard error of forecast										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	23,197,709	23,394,634	23,592,392	23,790,982	23,990,404	24,190,659	24,391,745	24,593,665	24,796,416	25,000,000	
2	5,206,429	3,299,454	1,814,517	763,107	156,816	7,334	326,452	1,126,061	2,418,149	4,214,809	
3	18,433,421	23,949,748	29,203,994	33,905,745	37,810,201	40,720,428	42,489,643	43,023,524	42,282,558	40,284,409	
Sum	46,837,559	50,643,837	54,610,903	58,459,834	61,957,421	64,918,421	67,207,841	68,743,250	69,497,124	69,499,218	
Sf	4,839	5,032	5,225	5,406	5,566	5,697	5,797	5,863	5,895	5,895	

Non Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	7890										
2	6969										
3	10030	7,798	7,706	7,614	7,522	7,430	7,337	7,245	7,153	7,061	6,969
4	9360	8,021	8,171	8,339	8,525	8,730	8,953	9,195	9,455	9,733	10,030
5	2056	8,155	8,409	8,645	8,859	9,045	9,197	9,310	9,379	9,397	9,360
6	12200	7,545	7,138	6,668	6,138	5,550	4,912	4,232	3,521	2,790	2,056

d  
= 3792

Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1	2									
2	2									
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
6	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1

standard error of forecast										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	4,982,270	5,401,906	5,838,506	6,292,071	6,762,600	7,250,095	7,754,554	8,275,978	8,814,367	9,369,721
2	1,792,626	1,414,577	1,043,278	697,292	397,215	165,682	27,360	8,957	139,211	448,900
3	37,197,789	40,354,409	43,415,092	46,280,482	48,844,374	50,996,509	52,625,986	53,625,274	53,894,847	53,348,416
4	21,668,102	25,623,747	30,599,604	36,750,443	44,216,681	53,108,041	63,484,035	75,332,234	88,545,633	102,900,736
Sum	65,640,788	72,794,638	80,896,481	90,020,288	100,220,871	111,520,326	123,891,935	137,242,444	151,394,058	166,067,773
Sf	4,678	4,926	5,193	5,478	5,780	6,097	6,426	6,764	7,104	7,440



3

**9034; CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,ST RD,BROWN,250FT/RL**

Non Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	5400										
2	5000										
3	5800	5,360	5,320	5,280	5,240	5,200	5,160	5,120	5,080	5,040	5,000
4	4900	5,404	5,416	5,436	5,464	5,500	5,544	5,596	5,656	5,724	5,800
5	5150	5,354	5,313	5,275	5,238	5,200	5,158	5,109	5,051	4,982	4,900

d = 3960

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1										
2	3										
3	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
4	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
5	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2

standard error of forecast

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	193,600	230,400	270,400	313,600	360,000	409,600	462,400	518,400	577,600	640,000
2	254,016	266,256	287,296	318,096	360,000	414,736	484,416	571,536	678,976	810,000
3	41,453	26,504	15,675	7,815	2,500	58	1,697	9,761	28,090	62,500
Sum	489,069	523,160	573,371	639,511	722,500	824,394	948,513	1,099,697	1,284,666	1,512,500
Sf	495	511	535	565	601	642	689	742	801	870

Non Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	3700										
2	4200										
3	2000	3,750	3,800	3,850	3,900	3,950	4,000	4,050	4,100	4,150	4,200
4	2300	3,575	3,440	3,295	3,140	2,975	2,800	2,615	2,420	2,215	2,000
5	1100	3,448	3,212	2,997	2,804	2,638	2,500	2,395	2,324	2,292	2,300
6	1097	3,213	2,790	2,428	2,122	1,869	1,660	1,488	1,345	1,219	1,100

d  
= 626

Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1									
2	2									
3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
4	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2
5	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3
6	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2

standard error of forecast

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	3,062,500	3,240,000	3,422,500	3,610,000	3,802,500	4,000,000	4,202,500	4,410,000	4,622,500	4,840,000
2	1,625,625	1,299,600	990,025	705,600	455,625	250,000	99,225	14,400	7,225	90,000
3	5,510,756	4,460,544	3,596,712	2,903,616	2,363,906	1,960,000	1,675,730	1,498,176	1,419,672	1,440,000
4	4,476,398	2,864,895	1,770,363	1,051,445	595,598	316,969	153,155	61,405	14,921	9
Sum	14,675,279	11,865,039	9,779,601	8,270,661	7,217,629	6,526,969	6,130,610	5,983,981	6,064,318	6,370,009
Sf	2,212	1,989	1,806	1,660	1,551	1,475	1,430	1,412	1,422	1,457

5

2403; ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"

	Non Zero										
	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1320										
2	2100										
3	1000	1,398	1,476	1,554	1,632	1,710	1,788	1,866	1,944	2,022	2,100
4	1220	1,358	1,381	1,388	1,379	1,355	1,315	1,260	1,189	1,102	1,000
5	2200	1,344	1,349	1,337	1,316	1,288	1,258	1,232	1,214	1,208	1,220
6	2500	1,430	1,519	1,596	1,669	1,744	1,823	1,910	2,003	2,101	2,200

d  
= 972

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1										
2	2										
3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
5	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
6	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2

	standard error of forecast										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	158,404	226,576	306,916	399,424	504,100	620,944	749,956	891,136	1,044,484	1,210,000	
2	19,099	25,857	28,157	25,345	18,225	9,063	1,584	973	13,877	48,400	
3	732,086	724,814	743,975	782,305	832,656	887,213	937,140	972,669	983,628	960,400	
4	1,145,024	962,534	816,815	690,043	571,914	458,015	348,593	247,256	159,343	90,000	
Sum	2,054,613	1,939,780	1,895,863	1,897,116	1,926,895	1,975,235	2,037,274	2,112,034	2,201,331	2,308,800	
Sf	828	804	795	795	801	811	824	839	857	877	

Non Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	3200										
2	2300										
3	2062	3,110	3,020	2,930	2,840	2,750	2,660	2,570	2,480	2,390	2,300
4	2000	3,005	2,828	2,670	2,529	2,406	2,301	2,214	2,146	2,095	2,062

d  
= 529

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	3										
2	4										
3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
4	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

		standard error of forecast									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1		1,098,304	917,764	753,424	605,284	473,344	357,604	258,064	174,724	107,584	56,644
2		1,010,427	686,247	448,364	279,629	164,836	90,721	45,967	21,199	8,987	3,844
	Sum	2,108,731	1,604,011	1,201,788	884,913	638,180	448,325	304,031	195,923	116,571	60,488
	Sf	1,452	1,266	1,096	941	799	670	551	443	341	246

7

**58029; CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"**

Non Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	2000										
2	3000										
3	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000
4	3400	2090	2160	2210	2240	2250	2240	2210	2160	2090	2000
5	2000	2221	2408	2567	2704	2825	2936	3043	3152	3269	3400

d = 1204

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	2										
2	2										
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

		standard error of forecast									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	10,000	40,000	90,000	160,000	250,000	360,000	490,000	640,000	810,000	1,000,000	
2	1,716,100	1,537,600	1,416,100	1,345,600	1,322,500	1,345,600	1,416,100	1,537,600	1,716,100	1,960,000	
3	48,841	166,464	321,489	495,616	680,625	876,096	1,087,849	1,327,104	1,610,361	1,960,000	
Sum	1,774,941	1,744,064	1,827,589	2,001,216	2,253,125	2,581,696	2,993,949	3,504,704	4,136,461	4,920,000	
Sf	942	934	956	1,000	1,061	1,136	1,224	1,324	1,438	1,568	

8 1463; BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.50

Non Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	1400										
2	1435										
3	1300	1,404	1,407	1,411	1,414	1,418	1,421	1,425	1,428	1,432	1,435
4	1200	1,393	1,386	1,377	1,368	1,359	1,348	1,337	1,326	1,313	1,300
5	1100	1,374	1,348	1,324	1,301	1,279	1,259	1,241	1,225	1,211	1,200
6	870	1,346	1,299	1,257	1,221	1,190	1,164	1,142	1,125	1,111	1,100

d  
= 550

Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1	1										
2	3										
3	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
4	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
5	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
6	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

standard error of forecast

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	10,712	11,449	12,210	12,996	13,806	14,641	15,500	16,384	17,292	18,225
2	37,307	34,447	31,453	28,359	25,202	22,023	18,865	15,775	12,803	10,000
3	74,986	61,742	50,241	40,417	32,175	25,396	19,939	15,655	12,391	10,000
4	227,006	183,856	149,693	122,937	102,200	86,286	74,181	65,037	58,144	52,900
Sum	350,011	291,494	243,597	204,709	173,383	148,345	128,485	112,852	100,631	91,125
Sf	342	312	285	261	240	222	207	194	183	174

9

9129; WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL

Non Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1210										
2	2010										
3	1010	1,290	1,370	1,450	1,530	1,610	1,690	1,770	1,850	1,930	2,010
4	1069	1,262	1,298	1,318	1,322	1,310	1,282	1,238	1,178	1,102	1,010
5	2000	1,243	1,252	1,243	1,221	1,190	1,154	1,120	1,091	1,072	1,069

d  
= 914

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1										
2	2										
3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
5	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

standard error of forecast

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	78,400	129,600	193,600	270,400	360,000	462,400	577,600	705,600	846,400	1,000,000
2	37,249	52,441	62,001	64,009	58,081	45,369	28,561	11,881	1,089	3,481
3	573,503	559,205	572,595	607,153	656,910	715,378	774,928	826,645	860,627	866,761
Sum	689,152	741,246	828,196	941,562	1,074,991	1,223,147	1,381,089	1,544,126	1,708,116	1,870,242
Sf	587	609	644	686	733	782	831	879	924	967

10

9036; CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL

Non Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	500									
2	660									
3	700	516	532	548	564	580	596	612	628	644
4	800	534	566	594	618	640	658	674	686	694
5	800	561	612	656	691	720	743	762	777	789

d = 267

Zero

Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	1									
2	2									
3	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
4	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2
5	3	1	2	2	2	2	2	3	3	3

standard error of forecast										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600	435,600
1	33,856	28,224	23,104	18,496	14,400	10,816	7,744	5,184	3,136	1,600
2	70,543	54,943	42,601	32,979	25,600	20,051	15,977	13,087	11,151	10,000
3	57,140	35,164	20,874	11,872	6,400	3,208	1,438	523	112	-
Sum	597,139	553,931	522,179	498,947	482,000	469,675	460,759	454,395	449,999	447,200
Sf	546	526	511	499	491	485	480	477	474	473



11 1492; BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8" -9X 5.50"

Non

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	530										
2	468										
3	820	524	518	511	505	499	493	487	480	474	468
4	750	553	578	604	631	660	689	720	752	785	820
5	650	573	612	648	679	705	726	741	750	754	750

d  
= 340

Zero

	Aktual\Parameter	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1	2										
2	2										
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

		standard error of forecast									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1		87,734	91,446	95,234	99,099	103,041	107,060	111,156	115,328	119,578	123,904
2		38,644	29,556	21,322	14,132	8,190	3,706	901	4	1,255	4,900
3		5,917	1,409	5	822	2,998	5,723	8,280	10,083	10,721	10,000
Sum		132,295	122,411	116,561	114,054	114,229	116,489	120,337	125,417	131,554	138,805
Sf		257	247	241	239	239	241	245	250	256	263



Lampiran 5  
Biaya Persediaan

No	Kode Barang	Deskripsi	Satuan	Harga Satuan (USD)	Kategori	Jumlah Permintaan	Total Biaya	% Biaya	Biaya Barang	Biaya Gudang (USD)	Biaya Modal (USD)	Biaya Asuransi (USD)	Biaya Keusangan (USD)	Biaya Persediaan I.C (USD)
1	9258	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW),3/C, 4 AWG, 600V, 6 A	ft	6.00	A	80000	480000	2.24%	\$ 241.24	\$ 0.04	\$ 0.66	\$ 0.12	\$ 0.36	\$ 1.18
2	9059	WIRE: ARMORED BX, 3/C, 12 AWG 600V, COPPER, 250 FT/RL	ft	1.20		69751	83701.2	0.39%	\$ 42.07	\$ 0.01	\$ 0.13	\$ 0.01	\$ 0.07	\$ 0.22
3	9242	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 4/C, 14 AWG, 600V, CLX	ft	1.40		57978	80879.31	0.38%	\$ 40.65	\$ 0.01	\$ 0.15	\$ 0.01	\$ 0.08	\$ 0.26
4	9249	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V, CLX	ft	1.44		48505	69847.2	0.33%	\$ 35.10	\$ 0.01	\$ 0.16	\$ 0.01	\$ 0.09	\$ 0.27
5	9269	CABLE: POWER & CTRL, MC(XHHW), 3/C, 12 AWG, 600V.3#16AW	ft	1.73		43827	75601.58	0.35%	\$ 38.00	\$ 0.01	\$ 0.19	\$ 0.02	\$ 0.10	\$ 0.32
6	9034	CORD: SPT-1, 2/C,18AWG,300V,ST RD,BROWN,250FT/RL	ft	0.29		26250	7481.25	0.03%	\$ 3.76	\$ 0.00	\$ 0.03	\$ 0.00	\$ 0.02	\$ 0.05
7	1459	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 3.50	pc	0.54		14397	7774.38	0.04%	\$ 3.91	\$ 0.00	\$ 0.06	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 0.10
8	2403	ROPE: WIRE, FC, R.H.REG.LAY, IPS UNCOATED 6X25, 3/4"	ft	2.16		10340	22334.4	0.10%	\$ 11.23	\$ 0.01	\$ 0.24	\$ 0.02	\$ 0.13	\$ 0.40
9	1461	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.00	pc	1.07		10046	10698.99	0.05%	\$ 5.38	\$ 0.01	\$ 0.12	\$ 0.01	\$ 0.06	\$ 0.20
10	13021	LAMP: FLUORESCENT, 40W, 120V 48" MED BIPIN BASE, RAPID	pc	2.24		9562	21371.07	0.10%	\$ 10.74	\$ 0.01	\$ 0.25	\$ 0.02	\$ 0.13	\$ 0.42
11	58029	CPI FORM: F.039 OPERATOR, LIGHT YELLOW COLOR, "DANGER"	pc	0.17	12400	2046	0.01%	\$ 1.03	\$ 0.00	\$ 0.02	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.03	
12	1463	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 5/8"-11X 4.50	pc	0.63	7305	4602.15	0.02%	\$ 2.31	\$ 0.00	\$ 0.07	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 0.12	
13	9129	WIRE: 4AWG,ROUND BARE ALUM STRENGTH 333LBS,1000FT/RL	ft	0.47	7299	3394.035	0.02%	\$ 1.71	\$ 0.00	\$ 0.05	\$ 0.00	\$ 0.03	\$ 0.09	
14	9036	CORD: SO,3/C,14 AWG,600 V,STRAND,SUE-1060,1000 FT/RL	ft	0.89	3460	3062.1	0.01%	\$ 1.54	\$ 0.01	\$ 0.10	\$ 0.01	\$ 0.05	\$ 0.16	
15	1492	BOLT: STUD, AS, FULL-THRD, W/HEX NUT, 7/8"-9X 5.50"	pc	1.53	3218	4923.54	0.02%	\$ 2.47	\$ 0.01	\$ 0.17	\$ 0.02	\$ 0.09	\$ 0.28	

Asumsi :

Total Biaya Barang: 21,409,002.48

Biaya Modal: 11%

Biaya Asuransi: 2%

Biaya Keusangan: 6%

