

5 November 2011

Industrial Engineering Conference

Peranan Teknik Industri untuk mewujudkan Eko-efisiensi di Industri

(Industrial Engineering Contribution to create Eco-Efficiency in Industry)



PROSIDING SEMINAR NASIONAL - IEC 2011

**PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN
EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI**

5 November 2011



ISBN. 978-979-96854-3-8

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL 'VETERAN'**

YOGYAKARTA

Prosiding Seminar Nasional - Industrial Engineering Conference (IEC) 2011 “PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI”

Terbitan : November 2011

Tim Editor : Ahmad Muhsin, ST., M.Eng.
Yuli Dwi Astanti, ST

Tim Perumus : Agus Ristono, S.T.,M.T.
Laila Nafisah, ST., MT
Tri Wibawa, ST., MT
Trismi Ristyowati, ST., MT

Desain Layout : Wikan Widya Kusuma, ST

Hak Cipta pada :

**Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
UPN ‘Veteran’ Yogyakarta**

Jl. SWK No. 4 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta.

Telp : (0274) 486369, Fax : (0274) 486369

E-mail : *iec.ti@upnyk.ac.id*

ISBN. 978-979-96854-3-8

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, tanpa izin tertulis dari Penerbit

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahamtullah Wabarakatuh

Puji Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri FTI UPN "Veteran" Yogyakarta pada hari Sabtu, 05 November 2011 bertempat di Gedung Seminar Nyi Ageng Serang UPN "Veteran" Yogyakarta Jl SWK 104 Condongcatur Yogyakarta. Prosiding ini memuat makalah-makalah yang telah dikirimkan pada panitia dan dipresentasikan pada Seminar Nasional tersebut.

Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" bertujuan untuk memperkenalkan konsep keefisiensi dalam kerangka pembangunan berkelanjutan sebagai salah satu solusi permasalahan lingkungan, memberikan gambaran instrumen eko-efisiensi, penerapan di dunia industri, dan saling keterkaitan antar berbagai pihak baik pelaku industri - pemerintah - akademisi untuk bersama menjalankan konsep keefisiensi guna mendukung keberhasilan produk ramah lingkungan. Makalah yang diterbitkan dalam prosiding ini diseleksi oleh tim reviewer untuk dinilai kelayakan dan kesesuaian atau relevansinya dengan tema Seminar. Makalah yang terkirim juga harus memenuhi standar penulisan dan disesuaikan dengan format yang telah ditentukan oleh panitia. Secara keseluruhan terdapat 26 makalah yang dapat diterbitkan tim prosiding ini setelah disetujui oleh tim reviewer dan menjalani editing oleh tim editor yang terdiri dari Ahmad Muhsin, S.T., M.Eng., dan Yuli Dwi Dwi Astuti, S.T, adapun desain *lay out* prosiding oleh Wikan Widya Kusuma, S.T.

Tim editor menyampaikan ucapan terimakasih kepada Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta, para Wakil Rektor, Dekan, Wakil Dekan FTI, para pejabat, pembicara, pemakalah, peserta seminar dan HMJ Teknik Industri FTI UPN "Veteran" Yogyakarta yang telah berpartisipasi dan membantu penyelenggaraan acara sehingga dapat tersusun prosiding ini. Harapan kami prosiding ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan manfaat bagi dunia industri dan masyarakat dalam rangka mewujudkan Indonesia yang bersih dan hijau.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 05 November 2011
Tim Editor



SAMBUTAN REKTOR

Dalam Acara

SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI 2011 "PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI"

Gedung Nyi Ageng Serang UPN "Veteran" Yogyakarta
Sabtu, 05 November 2011

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua

Yang saya hormati para nara sumber:

1. Bapak Ir. Polin MW Napitupulu M.Si (Disperindagkop dan UKM DIY)
2. Bapak Safrudin Bakti Negara (PT Sari Husada Yogyakarta)
3. Ibu Ir. Nur Indrianti, M.T., D.Eng. (FTI UPN "Veteran" Yogyakarta)

Bapak dan ibu para pemakalah yang saya hormati
Wakil Rektor I dan Para Pejabat di Lingkungan FTI UPN "Veteran" Yogyakarta
Para peserta seminar yang berbahagia

Puji dan syukur marilah kita panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena atas perkenannya pada hari ini kita dapat berkumpul disini untuk bersama-sama mengikuti acara **Seminar Nasional Teknik Industri 2011** dengan tema "**Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-efisiensi di Industri**".

Saya selaku Pimpinan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta mengucapkan selamat datang di kampus UPN "Veteran" Yogyakarta, semoga seluruh hadirin mendapatkan nuansa hijau dan nyaman sesuai dengan tema tersebut diatas selama berada disini, dan dapat mengikuti seminar dengan bahagia sampai acara selesai nanti.

Bapak dan ibu sekalian

Kita ketahui bahwa perkembangan industri yang terus meningkat memberikan keuntungan yang signifikan bagi pertumbuhan ekonomi nasional, namun disamping itu juga memberikan dampak efek negatif bagi masyarakat dengan terjadinya pencemaran lingkungan dan terganggunya kesehatan.

Limbah polutan yang dihasilkan Industri mengakibatkan degradasi lingkungan, sementara kesadaran pelaku usaha terhadap upaya pelestarian lingkungan masih rendah, terbukti dengan masih banyaknya tersiar berita yang mengabarkan kalangan industri yang membuang limbah dan sampah sembarangan di sungai, saluran air, dan sembarang tempat.

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan membuat konsep pembangunan berkelanjutan dengan menitikberatkan penekanan pada aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Eko-efisiensi merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan dengan jalan melakukan manajemen lingkungan industri.

Eko-efisiensi mengutamakan adanya efisiensi dalam penggunaan bahan baku, air, dan energi dalam industri sehingga proses produksi yang terjadi berjalan secara efektif dan efisien serta menghasilkan limbah yang minimal bahkan *zero waste*.

Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" bertujuan untuk memperkenalkan konsep eko-efisiensi dalam kerangka pembangunan berkelanjutan sebagai salah satu solusi permasalahan lingkungan, memberikan gambaran instrumen eko-efisiensi, penerapan di dunia industri, dan saling keterkaitan antar berbagai pihak baik pelaku industry - pemerintah - akademisi untuk bersama menjalankan konsep keefisiensi guna mendukung keberhasilan produk ramah lingkungan

Berkaitan dengan hal tersebut di atas saya menyambut gembira dengan diselenggarakannya seminar pada hari ini dengan mendatangkan narasumber yang berkompeten dibidangnya. Semoga materi yang disampaikan memberikan semangat kepada kita semua untuk ikut berperan dalam penerapan eko-efisiensi.

Terima kasih atas kehadiran dan perhatian bapak/ibu sekalian, juga kepada panitia yang sudah bekerja keras mempersiapkan terselenggaranya acara ini. Akhirnya dengan mengucapkan *Bismillahirrohmanirrohim* Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" dengan resmi saya nyatakan dibuka.

Demikianlah yang dapat saya sampaikan. Marilah kita panjatkan doa kehadirat Allah SWT, Semoga Tuhan YME senantiasa memberikan petunjuk dan kekuatan kepada kita semua.

Selamat melaksanakan seminar, terima kasih dan Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 05 November 2011
Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta,

Prof. Dr. H. Didit Welly Udjianto, M.S.
NIP. 19590620 198603 1 001

DAFTAR ISI

	Hlm
Cover Dalam	i
ISBN	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta	iv
Daftar Isi	vi
 <u>MAKALAH:</u>	
Ahmad Muhsin_PEMANFAATAN LIMBAH HASIL PENGOLAHAN PABRIK TEBUBLOTONG MENJADI PUPUK ORGANIK	1-1
Ahmad Muhsin_ANALISA STRATEGIS PENGEMBANGAN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN GUNA MEWUJUDKAN EKONOMI BERAWASAN LINGKUNGAN DI PROVINSI DIY	2-1
A. Soepardi _PENGEMBANGAN MODEL PENJADWALAN <i>PREVENTIVE MAINTENANCE</i> UNTUK MEMINIMASI <i>DOWNTIME</i>	3-1
Tedy Agung Cahyadi _PERANAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DALAM KEGIATAN PELEDAKAN MINERAL DAN BATUBARA	4-1
Cahyono Sigit Pramudyo_ANALISIS PERSEDIAAN MATERIAL MULTI PRODUK MENGUNAKAN <i>MATERIAL REQUIREMENT PLANNING</i> PADA PT. YOGYA INDO GLOBAL	5-1
Jaka Purwanta_DAMPAK USAHA PEMANCINGAN PAKEM SARI TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN DI SEKITARNYA	6-1
Jaka Purnama_MODEL <i>MATERIAL REQUIREMENT PLANNING(MRP)</i> UNTUK MENGOPTIMALKAN OUTPUT PRODUKSI PADA PRODUK CAIR	7-1
Trismi Ristyowati_ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PENGGANTIAN MESIN PRINTING PADA INDUSTRI BATIK AKIBAT ALIH TEKNOLOGI	8-1
Fakhrina Fahma_PENENTUAN PRIORITAS PERBAIKAN LAYANAN KERETA API PRAMBANAN EKSPRESS BERDASARKAN PERSEPSI KONSUMEN DENGAN METODE IPA DAN MODEL KANO	9-1
Irwan Iftadi_PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB UNTUK PENGOLAHAN DATA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (P2M) DI FAKULTAS TEKNIK	10-1
Rahmaniyah Dwi Astuti_PERANCANGAN ALAT PENCETAK LILIN SISTEM PARALLEL CASTING SEBAGAI ALAT BANTU DALAM PERBAIKAN POSTUR KERJA DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PENCETAKAN LILIN STEARINE NONEKONOMI (Studi Kasus: Home Industry "Blue Star" Nusukan)	11-1
Taufiq Rochman_PERBAIKAN FASILITAS FISIK DAN CARA KERJA OPERATOR SPBU BERDASARKAN PENDEKATAN BEBAN KERJA, SIKAP KERJA DAN ANTHROPOMETRI (Studi Kasus di SPBU Begajah Sukoharjo)	12-1
Irwan Soejanto_PENINGKATAN KUALITAS PRODUK SEMEN DENGAN PENERAPAN METODE SIX SIGMA	13-1
Gunawan Madyono Putro_MODEL PERSEDIAAN <i>PERIODIC REVIEW</i> MENGUNAKAN PROGRAM DINAMIS	14-1
Sutrisno_APLIKASI <i>EVOLUTIONARY ALGORITHM</i> DALAM MASALAH PENJADWALAN PRODUKSI	15-1

Yuli Dwi Astanti_PELUANG PENERAPAN KONSEP <i>SUSTAINABLE MANUFACTURING</i> PADA PRODUK <i>MASS CUSTOMIZATION</i>	16-1
Tri Wibawa_PENDEKATAN BIOMEKANIKA UNTUK MENENTUKAN GAYA TEKAN DI PERTEMUAN LUMBAR LIMA DAN SACRUM SATU (L5/S1) PADA PEKERJAAN PENANAMAN PADI	17-1
Mochammad Chaeron_ <i>Reconfigurable Manufacturing Systems</i> : Satu Tinjauan	18-1
Eko Nursubiyantoro_KEBIJAKAN PERSEDIAAN PROBABILISTIK PADA KONDISI <i>LOST SALES</i> DENGAN MEMPERTIMBANGKAN <i>QUANTITY DISCOUNT</i>	19-1
A. Soepardi_Perancangan Alat Bantu Pada Proses Pengepresan Kardus Bekas	20-1
Endah Utami_UPAYA PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN PROSES BELAJAR-MENGAJAR_MENGGUNAKAN METODE <i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i> MELALUI PENDEKATAN <i>IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS</i> (Studi Kasus : di Kampus III Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta)	21-1
Enty Nur Hayati_OPTIMASI ALAT ANGKUT PENGIRIMAN BERAS (Studi Kasus pada PT Umbul Berlian Semarang)	22-1
Yasrin Zabidi _PERANCANGAN SISTEM EVALUASI KINERJA UPT PERPUSTAKAAN SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI ADISUTJIPTO	23-1
Laila Nafisah_PERENCANAAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN PADA SISTEM DISTRIBUSI DUA LEVEL DENGAN KEBIJAKAN PEMESANAN KONGRUENSIAL	24-1
Agus Ristono_ALGORITMA TABU SEARCH UNTUK MASALAH <i>MULTI-DIMENSIONAL KNAPSACK PROBLEM</i> (MDKP)	25-1
Dyah Rachmawati L_ <i>VALUE ENGINEERING</i> SEBAGAI METODE UNTUK MODIFIKASI PERANCANGAN ALAT PERONTOK BULU AYAM	26-1

PERENCANAAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN PADA SISTEM DISTRIBUSI DUA LEVEL DENGAN KEBIJAKAN PEMESANAN KONGRUENSIAL

Oleh:

Laila Nafisah, Rachmad Krisno Aji
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
e-mail : laila.nafisah@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pengendalian persediaan merupakan hal yang penting dilakukan dalam suatu perusahaan, baik yang bergerak dalam bidang manufaktur maupun perdagangan. Pengendalian persediaan diperlukan untuk menjamin kelancaran permintaan, dengan biaya yang ditimbulkan minimal. Pada suatu saluran distribusi juga diperlukan perencanaan persediaan. Pengendalian persediaan pada saluran distribusi perlu terkoordinasi antar komponen pelakunya agar biaya yang dikeluarkan pada setiap level distribusi menjadi minimal.

Dalam penelitian ini diangkat permasalahan bagaimana mengefektifkan dan mengefisienkan pengendalian persediaan produk dalam sistem distribusi dua level, agar total biaya yang ditimbulkan minimal. Salah satu caranya adalah dengan kebijakan pemesanan kongruensial yaitu apabila frekuensi pemesanan yang dilakukan distributor sebanyak m_i kali dalam satu periode, maka tiap retailer melakukan pemesanan sebanyak n_i kali. Penelitian ini dilakukan pada saluran distribusi PT. Sinar Sosro dan retailer-retailernya dengan menerapkan kebijakan pemesanan kongruensial. Untuk mendapatkan total biaya persediaan gabungan yang minimal dalam usahanya untuk memaksimalkan keuntungan perusahaan dengan tetap memperhatikan kelancaran distribusi barangnya dan memenuhi kebutuhan konsumen dengan baik.

Melalui pendekatan kebijakan ini didapatkan jumlah pemesanan yang optimal untuk PT. Sinar Sosro adalah sebanyak 565 karton, sedangkan untuk Indo Grosir, Carrefour, Ramai, Super Indo, Mirota, Matahari berturut – turut adalah 140; 81; 62; 86; 174; dan 23 karton. Dengan waktu siklus pemesanan distributor yaitu selama 11 hari, frekuensi pemesanan yang dilakukan tiap retailer adalah 1 kali dengan waktu siklus 11 hari. Titik pemesanan kembali (reorder point) dicapai pada titik 117 karton untuk PT. Sinar Sosro, pada retailer Indo Grosir, Carrefour, Ramai, Super Indo, Mirota, Matahari berturut – turut adalah 36; 20; 16; 20; 36; dan 6 karton. Sedangkan total biaya persediaan gabungan untuk seluruh level adalah sebesar Rp. 4,181,242.38.

Kata kunci : *Persediaan terintegrasi, sistem distribusi dua level, kebijakan pemesanan kongruensial*

1. PENDAHULUAN

Semakin ketatnya persaingan bisnis di era globalisasi ini menuntut perusahaan untuk menyusun kembali strategi dan taktik bisnis yang selama ini telah berjalan. Karena itulah banyak perusahaan yang berlomba-lomba mencari cara dan strategi yang dapat dijalankan agar mereka dapat tetap bertahan dan bersaing secara sehat dengan perusahaan lain. Strategi yang dipilihpun harus bersifat dinamis, harus senantiasa diupayakan secara terus menerus dan berkesinambungan agar selalu dapat menyesuaikan dengan perkembangan yang ada (Indrajit dkk, 2002).

Perusahaan dalam memasarkan produknya membutuhkan suatu kerjasama, baik dengan distributor maupun retailer. Distributor dan retailer merupakan mata rantai distribusi yang mengikat kerjasama dengan produsen. Mata rantai antara produsen, distributor dan retailer membentuk suatu jaringan yang disebut sebagai saluran distribusi (*supply chain*).

Suatu jaringan kerja pada saluran distribusi memerlukan adanya suatu komunikasi dan koordinasi yang baik antara perusahaan dengan distributor, dan retailer. Tanpa koordinasi yang baik dapat menimbulkan permasalahan keterlambatan dalam pengadaan barang, resiko *lost sales*, penumpukan barang digudang, sehingga banyak menimbulkan pembengkakan biaya dan tidak stabilnya harga produk yang pada akhirnya semua permasalahan tersebut akan berdampak pada pelayanan konsumen. Suatu saluran distribusi yang terpadu dan terkoordinasi akan dapat mengontrol arus barang agar tidak terjadi penimbunan atau kekurangan barang dan melayani konsumen dengan baik, serta memungkinkan pengawasan dan penghematan yang maksimum dari aktivitas pergerakan dan penyimpanan persediaan barang.

Dengan adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, beberapa perusahaan menemukan ide untuk melakukan pengintegrasian secara optimal dari keseluruhan elemen-elemen bisnis (*suppliers, manufacturers, distributor, retailer*, dan konsumen) agar dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas dan kualitas, selain itu juga dapat menciptakan keunggulan kompetitif tertentu bagi perusahaan terkait. Dengan mengintegrasikan keseluruhan proses dari *point of origin* sampai *point of consumption* diharapkan dapat diperoleh keuntungan-keuntungan, diantaranya seperti menurunkan tingkat persediaan, mempercepat perputaran persediaan, memperbaiki waktu pemenuhan permintaan, menaikkan tingkat penjualan, meningkatkan pangsa pasar, meningkatkan keuntungan dan memperbaiki hubungan dengan pelanggan. Strategi semacam ini biasa dikenal dengan istilah *supply chain management*.

Salah satu upaya dalam melakukan pengintegrasian diantara elemen bisnis dalam suatu *supply chain* adalah melakukan pengendalian persediaan secara terkoordinasi. Pengendalian persediaan diperlukan untuk menjamin kelancaran permintaan, dan diharapkan biaya yang ditimbulkan di seluruh elemen bisnis menjadi minimal. Salah satu model kebijakan pengendalian persediaan yang dapat diterapkan untuk mengintegrasikan persediaan pada sistem saluran distribusi adalah model kebijakan pemesanan kongruensial. Model ini merupakan model kebijakan pemesanan yang mengintegrasikan saluran distribusi dalam satu kesatuan yang berhubungan, yaitu apabila frekuensi pemesanan yang dilakukan distributor sebanyak m_i kali dalam satu periode, maka tiap retailer melakukan pemesanan sebanyak n_i kali.

PT. Sinar Sosro Yogyakarta merupakan salah satu distributor resmi PT. Sosro Indonesia yang bergerak di bidang pendistribusian produk minuman untuk wilayah Yogyakarta. Selama ini, kebijakan sistem distribusi yang dilakukan masih belum terkoordinasi dengan baik antara perusahaan, dan beberapa retailer dibawahnya, karena masing-masing masih mempunyai kebijakan internal secara individual, independen dan saling terpisah. Sehingga seringkali terjadi benturan-benturan yang dikarenakan masing-masing mempunyai kepentingan yang sama, yaitu memperoleh keuntungan yang maksimal. Situasi seperti ini dapat berakibat pada timbulnya biaya tak terduga yang berlebihan dan rusaknya pelayanan terhadap konsumen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas, maka pada penelitian ini diterapkan kebijakan pemesanan kongruensial untuk pengendalian persediaan yang terkoordinasi dalam sistem distribusi antara PT. Sinar Sosro dengan retailer – retailernya.

Oleh karena itu perumusan masalahnya adalah bagaimana menentukan suatu kebijakan persediaan yang terintegrasi dalam sistem distribusi antara PT. Sinar Sosro dengan retailer - retailernya agar dapat meminimumkan total biaya persediaan secara keseluruhan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kebijakan persediaan distribusi dalam hal penentuan kuantitas pemesanan yang optimal, penentuan waktu pemesanan yang optimal, penentuan titik pemesanan kembali dan penentuan persediaan pengaman pada PT. Sinar Sosro dan retailernya dengan menggunakan kebijakan pemesanan kongruensial untuk meminimasi total biaya persediaan secara keseluruhan.

Agar penelitian ini lebih terarah pada tujuan yang jelas, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada sistem persediaan di PT. Sinar Sosro dan enam retailer di wilayah D.I.Yogyakarta.
2. Penelitian hanya dilakukan pada persediaan Teh Sosro kemasan kotak (tetrapak).
3. Horison perencanaan adalah 12 bulan kedepan, yaitu bulan April 2011 – Maret 2012

Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Semua biaya – biaya yang digunakan selama penelitian dan 12 bulan berikutnya adalah tetap.
2. Harga produk stabil dan tidak mengalami kenaikan maupun penurunan dalam kurun waktu 12 bulan mendatang.
3. Integrasi dilakukan dengan cara koordinasi antara distributor dan retailernya.
4. Kapasitas gudang dan sarana angkut tidak dipertimbangkan
5. *Lead Time* konstan.
6. Kebutuhan aktual untuk tiap level berdistribusi normal, dan distribusi data aktual sama dengan distribusi data hasil peramalan

2. LANDASAN TEORI

Semakin ketatnya persaingan bisnis di era globalisasi ini menuntut perusahaan untuk menyusun kembali strategi dan taktik bisnis yang selama ini telah berjalan. Terjadinya perubahan dan perkembangan dalam sifat, intensitas, ketergantungan, dan tuntutan konsumen mengakibatkan perusahaan dituntut untuk dapat menghasilkan produk dan/atau jasanya lebih murah, lebih baik, dan lebih cepat dibandingkan dengan pesaing bisnisnya. Karena itulah banyak perusahaan yang berlomba-lomba mencari cara dan strategi yang dapat dijalankan agar mereka dapat tetap dapat bertahan dan bersaing secara sehat dengan perusahaan lain. Strategi yang dipilih harus bersifat dinamis, dalam arti harus senantiasa diupayakan secara terus menerus dan berkesinambungan agar selalu dapat menyesuaikan dengan perkembangan yang ada.

Biasanya perusahaan yang berorientasi pada konsumen (*the name of the game*) akan lebih bertahan lama bahkan berkembang dibandingkan dengan perusahaan yang tidak memperdulikan keinginan konsumen. Meskipun demikian tidaklah mudah bagi perusahaan dalam mengimplementasikan strategi ini. Hal ini disebabkan adanya tiga hal pokok yang perlu diperhatikan perusahaan dalam memenuhi keinginan konsumen, yaitu harga, mutu/kualitas, dan pelayanan yang diberikan (kecepatan, kemudahan, dan lain sebagainya).

Jika dilihat dari segi harga, jelas untuk mendapatkan mutu produk dengan harga yang kompetitif perusahaan harus menjalankan serangkaian proses produksinya secara efektif dan efisien. Tetapi jaminan mutu dengan harga yang kompetitif pun tidaklah cukup jika tingkat pelayanan yang diberikan perusahaan tidak memberikan kepuasan bagi konsumen yang membutuhkan produk tersebut.

Beberapa tahun yang lalu, banyak analisis mengatakan bahwa untuk menaikkan tingkat pelayanan dan menurunkan tingkat persediaan barang tidak dapat dicapai pada waktu yang bersamaan. Dalam teori persediaan klasiknya digambarkan bahwa untuk menaikkan tingkat pelayanan maka perusahaan harus meningkatkan kuantitas persediaan, yang berarti juga menaikkan ongkos. Kemudian sekitar tahun 1980-an, beberapa perusahaan menemukan strategi dan teknologi perusahaan yang baru yang dapat menurunkan ongkos dan dapat bersaing lebih baik dalam pasar yang berbeda, seperti *Just in Time*, *Kanban*, *Lean Manufacturing*, *Total Quality Management*, dan masih ada beberapa lagi yang lain. Ternyata strategi ini belum cukup untuk membuat perusahaan merasa nyaman dalam bersaing terhadap produk yang ditawarkannya.

Berdasarkan fenomena tersebut diatas, ternyata kuncinya terletak pada kemampuan perusahaan dalam bekerjasama dengan para mitra bisnisnya, dalam hal ini adalah *supplier*, *manufacturers*, *distributor*, *retailer*, dan konsumen tu sendiri. Bisa jadi hubungan antar elemen-elemen tersebut sebenarnya sudah sekian lama terjalin dengan baik, hanya saja dalam mengatur pendistribusian barangnya antara elemen satu dengan elemen yang lainnya masih mempunyai kebijakan internal secara individual, independen dan saling terpisah. Sehingga seringkali terjadi benturan-benturan antar elemen bisnis yang dikarenakan setiap perusahaan mempunyai kepentingan yang sama, yaitu memperoleh keuntungan yang maksimal. Situasi seperti ini dapat berakibat pada timbulnya biaya tak terduga yang berlebihan dan rusaknya pelayanan terhadap konsumen. Bahkan walaupun masing-masing elemen bisnis tersebut cocok satu sama lain tetap saja akan timbul biaya untuk kelancaran pendistribusian barang sebagai akibat dari adanya upaya-upaya yang berganda (*duplicated effort*). Akibat yang lebih jauh lagi adalah arus

informasi kebutuhan barang antar elemen kurang cepat atau bahkan kadang-kadang terjadi miskomunikasi yang merugikan mereka sendiri.

Dengan adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi baru-baru ini, beberapa perusahaan menemukan ide untuk melakukan pengintegrasian secara optimal dari keseluruhan elemen-elemen bisnis (*suppliers, manufacturers, distributor, retailer*, dan konsumen) tersebut agar dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas dan kualitas, selain itu juga dapat menciptakan keunggulan kompetitif tertentu bagi perusahaan terkait. Dengan mengintegrasikan keseluruhan proses dari *point of origin* sampai *point of consumption* diharapkan dapat diperoleh keuntungan-keuntungan, diantaranya seperti menurunkan tingkat persediaan, mempercepat perputaran persediaan, memperbaiki waktu pemenuhan permintaan, menaikkan tingkat penjualan, meningkatkan pangsa pasar, meningkatkan keuntungan dan memperbaiki hubungan dengan pelanggan. Strategi semacam ini biasa dikenal dengan istilah *supply chain management* atau *supply chain optimization* (Pujawan, 2005).

2.1. Arti dan Fungsi Persediaan

Pada prinsipnya persediaan merupakan sumberdaya yang menganggur yang menunggu proses lebih lanjut. Proses lebih lanjut disini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti dijumpai pada sistem distribusi, atau kegiatan konsumsi seperti dijumpai pada sistem rumah tangga (Bahagia, 1993). Persediaan juga dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa yang akan datang.

Sebagai sumberdaya yang menganggur, keberadaan persediaan dapat dikategorikan sebagai modal kerja yang berbentuk barang dan dianggap sebagai beban (*liability*) karena merupakan pemborosan (*waste*), karena dengan adanya persediaan berarti timbul biaya yang lebih tinggi. Oleh karena itu keberadaannya perlu dieliminasi. Bila tidak memungkinkan untuk dieliminasi, keberadaannya harus diminimalkan. Disisi lain, jika persediaan tidak tersedia atau tersedia dalam jumlah yang terlalu sedikit, maka peluang terjadinya kekurangan pada saat dibutuhkan akan semakin besar. Dengan terjadinya kekurangan persediaan, mengakibatkan adanya konsekuensi biaya atau keuntungan yang hilang. Oleh karenanya, keberadaan persediaan dalam unit usaha perlu diatur sedemikian rupa sehingga pemakai dapat terpenuhi kebutuhannya tetapi biaya yang ditimbulkan sekecil mungkin. (Bahagia, 2006)

Keberadaan persediaan dalam kegiatan usaha hampir selalu tidak dapat dihindarkan. Salah satu penyebabnya adalah kebutuhan suatu barang tidak dapat diperoleh secara instan, tetapi untuk memperolehnya memerlukan tenggang waktu, yang dapat dimulai dari waktu pemesanan, waktu memproduksi, ataupun waktu pengiriman.

2.2. Struktur Sistem Persediaan

Ditinjau dari aspek struktural, sistem persediaan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu sistem persediaan tunggal (*single inventory system*), yang merupakan sistem persediaan yang terdiri dari satu fasilitas pelayanan dan sistem persediaan multi level (*multi echelon inventory system*), yang merupakan sistem persediaan yang terdiri dari beberapa gudang dan fasilitas pelayanan, beberapa *supplier*, dan beberapa konsumen dengan suatu tatanan dan mekanisme interaksi tertentu.

2.3. Manajemen Persediaan Distribusi

Distribusi menurut Gasperz dalam Elissandy (2004) di definisikan sebagai ilmu dan seni dari perolehan, produksi dan distribusi material dan produk dalam kuantitas dan tempat yang tepat. Sistem distribusi merupakan kunci keberhasilan bagi suatu perusahaan dalam membangun mata rantai pelayanan terhadap konsumen yang memerlukan produknya.

Distribusi barang mengacu pada hubungan antara titik produksi dan pelanggan akhir, yang terdiri dari beberapa macam persediaan yang harus dikelola. Obyek dari manajemen persediaan distribusi adalah menempatkan persediaan dalam tempat dan waktu yang tepat dengan biaya yang sesuai sehingga dapat mencapai tingkat pelayanan yang diinginkan oleh pelanggan. Keputusan-keputusan dari distribusi akan mempengaruhi fasilitas, transportasi,

investasi inventori, frekuensi kehabisan stok, manufaktur, serta komunikasi dan pemrosesan data

Strategi dan kebijakan distribusi adalah bagian yang terintegrasi dengan strategi perusahaan. Keputusan yang akan dibuat oleh bagian perusahaan, masalah keuangan dan produksi haruslah terkait, sehingga keputusan yang diambil suatu bagian akan sangat berpengaruh pada bagian lain. Oleh karena itu dalam memasarkan dan mendistribusikan produknya, biasanya produsen akan menetapkan kebijakan-kebijakan yang dianggap paling tepat dan menguntungkan secara ekonomis. Kebijakan tersebut diantaranya adalah menetapkan pilihan saluran distribusi, menentukan jumlah perantara yang akan digunakan, dan mengatur distribusi fisik yang melalui saluran distribusi yang dipilih.

2.4. Model Persediaan Dua Tingkat dengan Kebijakan Kongruensial

Kebijakan kongruensial adalah kebijakan dimana frekuensi pemesanan atau pengadaan yang dilakukan gudang sentral sebanyak m_i kali dalam satu periode, dan tiap gudang retailer melakukan pemesanan sebanyak n_i kali, sehingga dalam model yang dikembangkan oleh Pasaribu (1989) dapat dinyatakan :

$$n_i T = \frac{n_i Q_o}{D_o} = \frac{m_i Q_i}{D_i} = m_i T_i \quad (1)$$

dimana :

- n_i : Frekuensi pesan gudang sentral
- m_i : Frekuensi pemesanan retailer ke- i selama gudang sentral melakukan pemesanan sebanyak n_i kali untuk tiap retailer.
- Q_i : Besar pemesanan oleh retailer ke- i untuk tiap kali pesan
- Q_o : Besar pemesanan gudang sentral untuk tiap kali pesan
- D_i : Besar kebutuhan pada retailer ke- i selama satu tahun
- D_o : Besar kebutuhan pada gudang sentral selama satu tahun
- T : Waktu siklus pada gudang sentral
- T_i : Waktu siklus pada retailer ke- i

Formulasi model dengan kebijakan kongruensial untuk minimum total biaya (Q,R,m,n) sebagai berikut : C

$$\begin{aligned} \text{Min } C(Q_o, R, m, n) = & \sum_{i=1}^N \frac{D_i}{Q_i} \{A_i + P_i B(R_i)\} + \sum_{i=1}^N H_i \left(\frac{Q_i}{2} + S_i \right) + \\ & \frac{H_o}{T} \sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{n_i} \left\{ \frac{m_i(m_i+1)}{2} T_i - m_i L_i - T \sum_{i=1}^m \left[\frac{kT_i - L_i}{T} \right]^- \right\} + \frac{H_o D_o}{Q_o} + H_o S_o \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{dimana : } T = \frac{Q_o}{D_o} = \frac{m_i Q_i}{D_i} = m_i T_i \quad (3)$$

- $n_i, m_i \geq 1$, bilangan bulat positif
- A_o = Biaya pesan oleh gudang sentral
- A_i = Biaya pesan oleh retailer ke- i
- H_o = Biaya simpan per unit, persatuan waktu pada gudang sentral
- H_i = Biaya simpan per unit, persatuan waktu pada retailer ke- i
- L_o = Lead time dari sumber ke gudang sentral
- L_i = Lead time dari sumber ke retailer ke- i
- P_i = Biaya akibat kehilangan penjualan (lost sales) retailer ke- i
- S_o = Besarnya cadangan penyangga (safety stock) pada gudang sentral
- S_i = Besarnya cadangan penyangga (safety stock) pada retailer ke- i
- R_o = Titik pemesanan kembali (reorder point) pada gudang sentral
- R_i = Titik pemesanan kembali (reorder point) pada retailer ke- i

Dengan mensubstitusi persamaan (3) ke dalam fungsi tujuan persamaan (2), maka diperoleh fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Min}(Q_o, R, m, n) = & \frac{D_o}{Q_o} \sum_{i=0}^N \frac{m_i}{n_i} U_i + \frac{Q_o}{2D_o} \sum_{i=1}^N \frac{n_i D_i H_i}{m_i} + \sum_{i=0}^N H_i S_i + \frac{H_o Q_o}{2D_o} \sum_{i=0}^N D_i n_i - \\ & \frac{H_o Q_o}{D_o} \sum_{i=1}^N \frac{D_i}{m_i} F(m_i, n_i) - H_o \sum_{i=1}^N D_i L_i \end{aligned} \quad (4)$$

dimana : $n_i, m_i \geq 1$, bilangan bulat positif

$$U_i = A_i + P_i B(R_i); \quad H'_i = H_i + H_o; \quad m_o = n_o = 1; \quad P_o = 0$$

k = konstanta m_i untuk nilai pertama

$[x]$ = bilangan bulat terkecil dari pembulatan ke bawah

$$F(m_i, n_i) = \sum_{k=1}^{m_i} \left[\frac{k \cdot n_i}{m_i} - \frac{L_i \cdot D_o}{Q_o} \right] \quad (5)$$

Syarat perlu untuk mencapai optimal adalah jika dipenuhi :

$$\frac{\partial C(Q_o, R, m, n)}{\partial Q_o} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial C(Q_o, R, m, n)}{\partial R} = 0 \quad (7)$$

$$\text{Dengan penurunan, diperoleh : } G(R_i) = \frac{n_i H_i Q_o}{D_o m_i P_i + n_i H_i Q_o} \quad (8)$$

Dengan menggunakan fungsi densitas probabilitas normal kumulatif ke persamaan dapat dinyatakan dengan :

$$G\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma \sqrt{L_i}}\right) = \frac{n_i Q_o H_i}{n_i Q_o H_i + D_o m_i P_i} \times \begin{cases} 1, & \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} \geq 3\sigma_i \\ G\left(\frac{-D_i \sqrt{L_i}}{\sigma_i}\right) & , \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} < 3\sigma_i \end{cases} \quad (9)$$

m_i optimal (m_i^*) adalah m_i , bilangan bulat terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$m_i(m_i + 1) \geq \frac{n_i Q_o^2 D_i H_i - 2H_o D_i \Delta m_i^i F(m_i, n_i)}{2D_o^2 U_i} \quad (10)$$

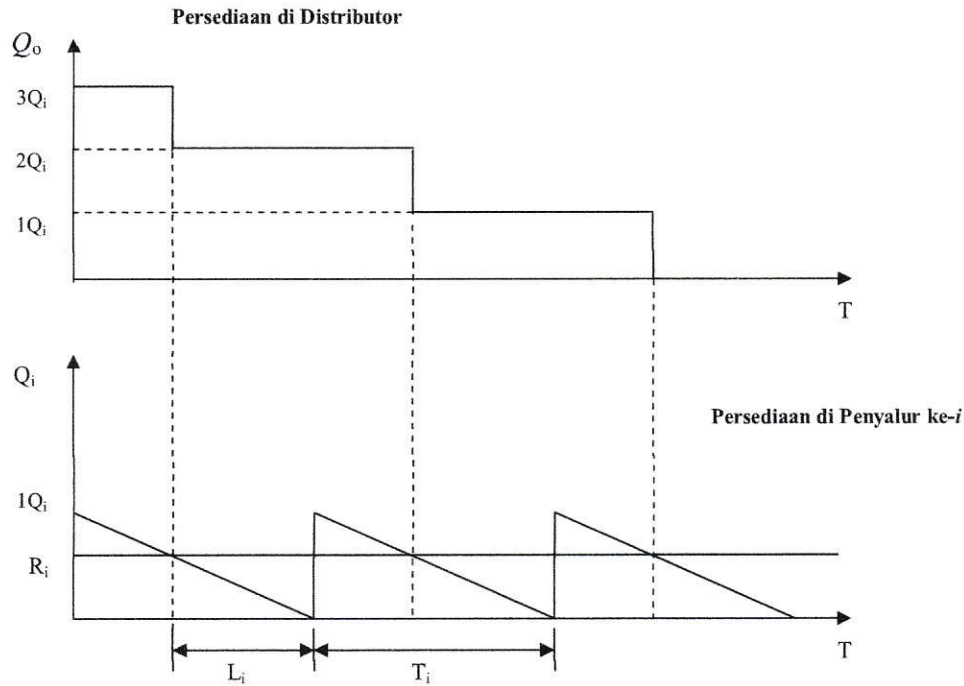
$$\text{dimana : } \Delta m_i^i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i + 1, n_i)$$

Dan n_i optimal (n_i^*) adalah bilangan bulat terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$n_i(n_i + 1) \geq \frac{2D_o^2 m_i U_i^2}{Q_o^2 \{2H_o D_i \Delta n_i F(m_i, n_i) + H_o D_o m_i + D_i H_i\}} \quad (11)$$

$$\text{dimana : } \Delta n_i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i, n_i + 1)$$

Sementara nilai Q_o optimal tidak dapat langsung diperoleh dari syarat (6) karena Q_o pada persamaan (8) merupakan bilangan bulat integer. Oleh karena itu dilakukan pendekatan numerik. Berikut ini merupakan profil persediaan pada distributor untuk memenuhi permintaan kebutuhan retailer ke- i dengan $m_i = 3$ selama periode T .



Gambar 2.1. Profil persediaan dengan frekuensi pesan retailer, $m=3$ dan frekuensi pesan distributor, $n=1$ selama periode (siklus pesan) T

Algoritma untuk menghitung Q_o^* , R_i^* , m^* dan n^* adalah sebagai berikut :

1. Hitung $Q_o^{(0)} = Q_w = \sqrt{2A_o \frac{D_o}{H_o}}$
2. Tetapkan $m_i = n_i = 1, i = 1, 2, 3, \dots, N$ untuk i retailer
3. Dengan nilai Q_o, n dan m_i , hitung nilai R_i , untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$; dengan

$$G\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma \sqrt{L_i}}\right) = \frac{n_i Q_o H_i}{n_i Q_o H_i + D_o m_i P_i} \times \begin{cases} 1, & \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} \geq 3\sigma_i \\ G\left(\frac{-D_i \sqrt{L_i}}{\sigma_i}\right), & \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} < 3\sigma_i \end{cases}$$

4. Dengan nilai R_i , hitung $B(R_i)$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan persamaan

$$B(R_i) = (D_i L_i - R_i) G\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma_i \sqrt{L_i}}\right) + \sigma_i \sqrt{L_i} f\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma_i \sqrt{L_i}}\right)$$

5. Dengan nilai $B(R_i)$, hitung U_i untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dari persamaan $U_i = A_i + P_i B(R_i)$

6. Hitung $Q_o^{(1)}$ dengan : $Q_o^{(1)}$ sebagai berikut :

a. Hitung : $X = D_o \sum_{i=0}^N \frac{m_i}{n_i} U_i$

b. Hitung : $Y = \frac{1}{2D_o} \sum_{i=1}^N \frac{n_i D_i H_i}{m_i}$

c. Hitung : $Z = \sum_{i=0}^N H_i S_i$, dimana : $S_i = R_i - D_i L_i + B(R_i)$

d. Hitung : $W = \frac{H_o}{2H_o} \sum_{i=1}^N D_i n_i$

e. Hitung : $W = H_o \sum_{i=1}^N D_i L_i$

f. Hitung : nilai Q_o optimal adalah nilai Q_o yang memberikan persamaan variabel biaya berikut minimum :

$$C(Q_o) = \frac{X}{Q_o} + Q_o(Y+W) + Z - V - \frac{H_o Q_o}{D_o} \sum_{i=1}^N F(m_i, n_i)$$

dimana : $F(m_i, n_i) = \frac{D_i}{m_i} \sum_{k=1}^{m_i} \left[\frac{k \cdot n_i}{m_i} - \frac{L_i \cdot D_o}{Q_o} \right]^+$, $[x]$ bilangan bulat terkecil dibulatkan

ke bawah

- Jika $n_i = 1$; $Q_o^{(1)} = \sqrt{\frac{X}{Y+W}}$

- Jika $m_i = n_i$, maka $Q_o^{(1)} = \sqrt{\frac{W}{(Y+W)-S}}$; dimana $S = \frac{H_o}{D_o} \sum_{i=1}^N D_i (m_i - 1)$

g. Jika $n_i \neq 1$ dan $m_i \neq n_i$ maka gunakan Algoritma *Dichotomous Search*, dengan langkah-langkah berikut :

- Tentukan $C(Q_o)$
- Tentukan Incremental (ΔQ_o)
- Tentukan Batas Bawah (B)
- Tentukan Batas Atas (A)
- Hitung : $Q_1 = (A+B)/2 - \Delta Q_o$
 $Q_2 = (A+B)/2 + \Delta Q_o$
- Hitung $C(Q_1)$ dan $C(Q_2)$
- Jika $A - B - \Delta < 0$, maka $Q_o^* = B + (Q_o^* - B + (A-B)/2)$
- Jika $C(Q_1) < C(Q_2)$, maka $A = Q_2$; $B = Q_1$

7. Hitung nilai m_i , untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dimana m_i optimal (m_i^*) adalah m_i , bilangan bulat terbesar yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$m_i(m_i + 1) \geq \frac{n_i Q_o^2 D_i H_i - 2 H_o D_i \Delta m_i^i F(m_i, n_i)}{2 D_o^2 U_i}$$

dimana $\Delta m_i^i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i + 1, n_i)$

8. Dan hitung n_i optimal (n_i^*) adalah bilangan bulat terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$n_i(n_i + 1) \geq \frac{2D_o^2 m_i U_i^2}{Q_o^2 \{2H_o D_i \Delta n_i F(m_i, n_i) + H_o D_o m_i + D_i H_i\}}$$

$$\text{dimana } \Delta n_i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i, n_i + 1)$$

9. Dengan nilai $Q_o^{(1)}$ dan m_i dari langkah 6, 7, 8 hitung nilai R_i untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ seperti pada langkah 3.
10. Jika nilai $R_i^{(j)} \approx R_i^{(j-1)}$, pada iterasi ke- j , maka iterasi dihentikan, berarti jawaban optimal telah dicapai, dimana : $Q_o^* = Q_o^{(j)}$, $R_i^* = R_i^{(j)}$, $m_i^* = m_i^{(j)}$
11. Jika tidak dicapai, ulangi prosedur diatas mulai dari langkah 3
Dengan diperolehnya nilai Q_o^* , R_i^* , m_i^* dan n_i^* , $i = 1, 2, 3, \dots, N$ maka dapat dihitung :

$$Q_i^* = \frac{n_i D_i Q_o^*}{m_i D_o}; S_i^* = R_i^* - D_i L_i + B(R_i^*); L_{S_i}^* = B(R_i^*);$$

$$T^* = \frac{Q_o^*}{D_o}; T_i^* = \frac{Q_i^*}{D_i}$$

Biaya pesan per tahun :

$$\diamond \text{ Gudang retailer ke-}i : OP_i^* = \frac{A_i^* \cdot D_i^*}{Q_i^*}, i = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$\diamond \text{ Gudang sentral : } OP_o^* = \frac{A_o^* \cdot D_o^*}{Q_o^*}$$

Biaya simpan per tahun :

$$\diamond \text{ Gudang retailer ke-}i : OS_i^* = H_i \left(\frac{Q_i^*}{2} + S_i^* \right), i = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$\diamond \text{ Gudang sentral =}$$

$$OS_o^* = \frac{H_o}{T} \left[\sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{n_i} \left\{ \frac{m_i(m_i+1)}{2} T_i - m_i L_i - T \sum_{k=1}^{m_i} \left[\frac{kT_i - L_i}{T} \right]^- \right\} + H_o S_o \right]$$

Biaya akibat *Lost Sales* per tahun :

$$\diamond \text{ Gudang retailer ke-}i : OK_i^* = \frac{P_i \cdot L_{S_i}^* \cdot D_i}{Q_i^*}, i = 1, 2, 3, \dots, N$$

Biaya total per tahun :

$$\diamond \text{ Gudang retailer ke-}i : C_i^* = OP_i^* + OS_i^* + OK_i^*$$

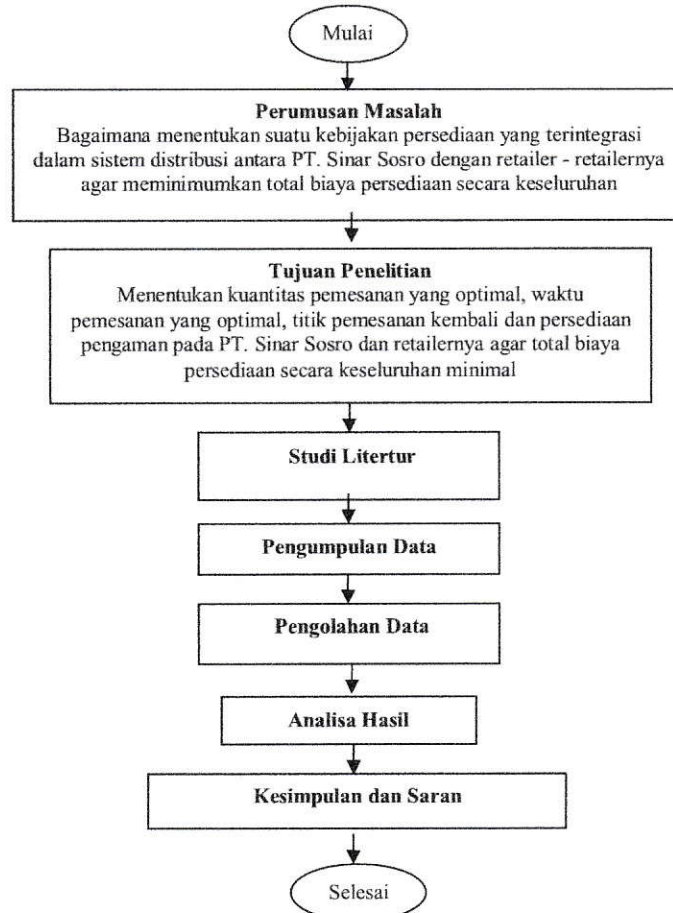
$$\diamond \text{ Seluruh retailer : } C_p^* = \sum_{i=1}^N C_i^*$$

$$\diamond \text{ Gudang sentral : } C_g^* = OP_o^* + OS_o^*$$

$$\text{Seluruh jenjang : } C^* = C_g^* + C_p^*$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA HASIL

4.1. Pengumpulan Data

Biaya – biaya yang terkait dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Biaya pesan distributor Rp 4500/pesan, sedangkan retailer Rp 2500/pesan
2. Biaya Simpan pada distributor dan retailer adalah
 $\text{Rp } 200/\text{karton}/\text{bulan} = \text{Rp } 2400/\text{karton}/\text{tahun}$
3. Biaya Kehilangan Penjualan pada retailer ditetapkan sebesar 10 % dari harga beli = 10 % x Rp 29000 / karton = Rp 2900 / karton
4. *Lead Time* pada retailer dan distributor sama yaitu 2 hari = 0.006 tahun.
5. Data permintaan produk dalam karton dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data permintaan produk periode April 2010 – Maret 2011

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari	Total
April	513	227	242	230	221	47	1480
Mei	358	103	138	240	168	35	1042
Juni	409	139	141	157	200	37	1083
Juli	472	163	139	127	200	24	1125
Agustus	435	140	142	168	192	42	1119
September	576	144	204	203	214	35	1376
Oktober	395	108	147	124	140	60	974
Nopember	388	184	168	177	210	31	1158
Desember	218	260	192	159	210	59	1098
Januari	295	154	149	180	276	11	1065
Pebruari	330	187	208	225	343	35	1328
Maret	327	190	122	197	242	51	1129
Total	4716	1999	1992	2187	2616	467	13977

Sumber : Lawasari, 2010.

4.2. Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengidentifikasi parameter distribusi data permintaan, lihat pada tabel 2

Tabel 2. Parameter Distribusi Permintaan Teh Kotak

Retailer	Distribusi	Parameter	
		μ	σ
IndoGrosir	Normal	393.00	98.15
Carrefour	Normal	166.58	45.99
Ramai	Normal	166.00	36.88
SuperIndo	Normal	182.25	38.08
Mirota	Normal	218.00	51.90
Matahari	Normal	38.92	14.09
PT.Sinar Sosro	Normal	1164.75	150.21

- 2) Meramalkan permintaan agregat pada setiap retailer untuk 12 periode kedepan, April 2011 – Maret 2012. Peramalan dilakukan dengan meramalkan secara agregat seluruh permintaan dengan metode yang telah disesuaikan dengan plotting data dan dipilih metode peramalan yang memiliki MAD terkecil., kemudian didisagregasikan ke setiap retailer. Hasil peramalan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Peramalan Permintaan Teh Kotak periode April 2011 – Maret 2012

	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari	PT.SS
April	329	177	160	201	330	68	1264
Mei	329	177	160	201	334	47	1247
Juni	329	177	160	201	348	56	1270
Juli	329	177	160	201	403	37	1306
Agustus	329	177	160	201	305	68	1239
September	329	177	160	201	411	47	1324
Oktober	329	177	160	201	412	56	1334
Nopember	329	177	160	201	425	37	1328
Desember	329	177	160	201	489	68	1423
Januari	329	177	160	201	367	47	1280
Pebruari	329	177	160	201	492	56	1414
Maret	329	177	160	201	490	37	1392
	3942	2124	1916	2408	4805	624	15818

3) Menentukan *Safety Stock*, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a) Nilai $Q = \sqrt{2A_o \frac{D_o}{H_o}} = \sqrt{2.4500 \frac{15818}{2400}} = 243.55$ karton

b) Dengan nilai Q , hitung nilai R dari persamaan berikut

$$G\left(\frac{R-DL}{\sigma\sqrt{L}}\right) = \frac{QH}{QH+DP} \times \begin{cases} 1, & \text{jika : } D\sqrt{L} \geq 3\sigma \\ G\left(\frac{-D\sqrt{L}}{\sigma}\right), & \text{jika : } D\sqrt{L} < 3\sigma \end{cases}$$

cek hitung : $D\sqrt{L} \geq 3\sigma \rightarrow 15818\sqrt{0.006} \geq 3(158.32)$
 $1225.8 \geq 474.95$, jadi persamaan dikalikan dengan 1

$$G\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma\sqrt{L_i}}\right) = G(Z_i) = \frac{243.55 \times 2400}{(243.55 \times 2400) + (15818 \times 1 \times 2900)} = 0.0126$$

$G(Z_i) = 1 - F(Z_i)$. Jadi $F(Z_i) = 1 - 0.0126 = 0.9874$

Nilai Z_i diperoleh dengan melihat tabel distribusi normal, maka $Z_i = 2.4$

Nilai R dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\left(\frac{R-DL}{\sigma\sqrt{L}}\right) = Z, \text{ jadi } R = Z(\sigma\sqrt{L}) + DL$$

$$R = 2.4(158.32\sqrt{0.006}) + 15818.33 \times 0.006$$

$$= 124.34 \approx 124 \text{ karton}$$

sedangkan $S = R - DL + Ls ; (Ls = 0)$

Besarnya *safety stock*, $S = 124.34 - 15818.33 \times 0.006 = 29.43 \approx 29$ karton

4) Melakukan perhitungan Kebijakan Pemesanan Kongruensial

a) Menentukan Q_o^* , R^* , m^* dan n^* adalah sebagai berikut :

(1) Hitung $Q_o^{(0)} = Q_w = \sqrt{2A_o \frac{D_o}{H_o}} = \sqrt{2.4500 \frac{15818}{2400}} = 243.55$

(2) Tetapkan $m_i = 1 ; n_i = 1, i = 1, 2, 3, \dots, 6$

(3) Iterasi 1

Dari nilai Q_o dan m_i , hitung nilai R_i , untuk $i = 1, 2, \dots, N$

a) Hitung syarat perlu dari rumus diatas

❖ $D_1\sqrt{L_1} \geq 3\sigma_{1o} \rightarrow 3942\sqrt{0.006} \geq 3(98.15) \rightarrow 305.35 \geq 294.4365$

❖ $D_2\sqrt{L_2} \geq 3\sigma_2 \rightarrow 2124\sqrt{0.006} \geq 3(173.52) \rightarrow 164.52 \geq 137.9790$

❖ $D_3\sqrt{L_3} \geq 3\sigma_3 \rightarrow 1916\sqrt{0.006} \geq 3(36.88) \rightarrow 148.41 \geq 110.64$

❖ $D_4\sqrt{L_4} \geq 3\sigma_4 \rightarrow 2408\sqrt{0.006} \geq 3(38.08) \rightarrow 186.52 \geq 114.2376$

❖ $D_5\sqrt{L_5} \geq 3\sigma_5 \rightarrow 4804.9\sqrt{0.006} \geq 3(51.90) \rightarrow 372.19 \geq 155.6904$

❖ $D_6\sqrt{L_6} \geq 3\sigma_6 \rightarrow 623.43\sqrt{0.006} \geq 3(42.2613) \rightarrow 48.29 \geq 42.2613$

b) Hitung nilai $G(Z_i)$ dengan rumus sebagai berikut :

$$G\left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma\sqrt{L_i}}\right) = G(Z_i) = \frac{243.55 \times 2400}{243.55 \times 2400 + 15818.33 \times 1 \times 2900} = 0.0126$$

$G(Z_i) = 1 - F(Z_i)$. Jadi $F(Z_i) = 1 - 0.0126 = 0.9874$

Nilai Z_i diperoleh dari tabel distribusi normal, maka $Z_i = 2.4$

c) Hitung nilai R_i

$$Z_i = \left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma \sqrt{L_i}} \right)$$

$$2.4 = \left(\frac{R_1 - 3942 \times 0.006}{98.15 \sqrt{0.006}} \right), R_1 = 41.9$$

dengan cara yang sama didapat : $R_2 = 21.29$; $R_3 = 18.35$; $R_4 = 21.53$; $R_5 = 38.48$; $R_6 = 6.36$

d) Dengan nilai R_i , hitung $B(R_i)$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan persamaan:

$$B(R_i) = (D_i L_i - R_i) G \left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma_i \sqrt{L_i}} \right) + \sigma_i \sqrt{L_i} f \left(\frac{R_i - D_i L_i}{\sigma_i \sqrt{L_i}} \right) \begin{cases} 1, & \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} \geq 3\sigma_i \\ G \left(\frac{-D_i \sqrt{L_i}}{\sigma_i} \right), & \text{jika: } D_i \sqrt{L_i} < 3\sigma_i \end{cases}$$

$$B(R_1) = ((3942 \times 0.006) - 41.9) (0.0126) + ((98.15) \sqrt{98.15} (0.9874))$$

$$= 7.2771$$

dengan cara yang sama didapat: $B(R_2) = 3.4102$; $B(R_3) = 2.7345$; $B(R_4) = 2.8234$; $B(R_5) = 3.8479$; $B(R_6) = 1.0445$

e) Dengan nilai $B(R_i)$, hitung U_i untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dengan persamaan:

$$U_i = A_i + P_i B(R_i)$$

$$U_1 = 2500 + 2900 (7.2771) = 23603.59$$

dengan cara yang sama didapat : $U_2 = 12389.58$; $U_3 = 10430.07$;

$$U_4 = 10687.92$$
 ; $U_5 = 13659.03$; $U_6 = 5529.06$

f) Hitung $Q_o^{(1)}$ sebagai berikut :

$$i. \text{ Hitung : } X = D_o \sum_{i=0}^N \frac{m_i}{n_i} U_i = 1206926629.9$$

$$ii. \text{ Hitung : } Y = \frac{1}{2D_o} \sum_{i=1}^N \frac{n_i D_i H_i}{m_i} = 2400$$

$$iii. \text{ Hitung : } Z = \sum_{i=0}^N H_i S_i, \text{ dimana : } S_i = R_i - D_i L_i + B(R_i)$$

$$Z = \sum_{i=0}^N H_i S_i = 177924.61$$

$$iv. \text{ Hitung : } W = \frac{H_o}{2D_o} \sum_{i=1}^N D_i n_i = 1200$$

$$v. \text{ Hitung : } V = H_o \sum_{i=1}^N D_i L_i = 227784$$

vi. Hitung : nilai Q_o optimal adalah nilai Q_o yang memberikan persamaan variabel biaya berikut minimum :

$$C(Q_o) = \frac{X}{Q_o} + Q_o (Y + W) + Z - V - \frac{H_o Q_o}{D_o} \sum_{i=1}^N F(m_i, n_i)$$

$$\text{dan : } F(m_i, n_i) = \frac{D_i}{m_i} \sum_{k=1}^{m_i} \left[\frac{k n_i}{m_i} - \frac{L_i D_o}{Q_o} \right] ; [x] \text{ bilangan bulat terkecil}$$

dibulatkan ke bawah.

➤ Jika $n_i = 1$; $Q_o^{(1)} = \sqrt{\frac{X}{Y+W}} = \sqrt{\frac{1206926629.9}{2400+1200}} = 579.01$

$$C(Q_o) = \frac{X}{Q_o} + Q_o(Y+W) + Z - V - \frac{H_o Q_o}{D_o} \sum_{i=1}^N F(m_i, n_i)$$

$$C(Q_o) = \frac{1206926629.9}{579.01} + 579.01(2400+1200) + 177924.61 - 227784 - \frac{2400 \times 579.01}{15818.33} \times (0) = 4119042.6$$

➤ Jika $m_i = n_i$, maka $Q_o^{(1)} = \sqrt{\frac{W}{(Y+W)-S}}$;

$$\text{dimana } S = \frac{H_o}{D_o} \sum_{i=1}^N D_i(m_i - 1) = \frac{2400}{15818.33} (0) = 0$$

$$Q_o^{(1)} = \sqrt{\frac{W}{(Y+W)-S}} = \sqrt{\frac{1200}{(2400+1200)-0}} = 0.5774$$

$$C(Q_o) = \frac{X}{Q_o} + Q_o(Y+W) + Z - V - \frac{H_o Q_o}{D_o} \sum_{i=1}^N F(m_i, n_i)$$

$$C(Q_o) = \frac{1206926629.9}{0.5774} + 0.5774(2400+1200) + 177924.61 - 227784 - \frac{2400 \times 0.5774}{15818.33} \times (-2584539.66) = 2090636861.47$$

- Hitung nilai m_i , untuk $i = 1, 2, 3, \dots, N$ dimana m_i optimal (m_i^*) adalah m_i , bilangan bulat terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$m_i(m_i + 1) \geq \frac{n_i Q_o^2 D_i H_i - 2H_o D_i \Delta m_i^i F(m_i, n_i)}{2D_o^2 U_i}$$

$$\text{dimana: } \Delta m_i^i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i + 1, n_i)$$

karena m_i optimal (m_i^*) adalah m_i , bilangan bulat positif terkecil yang memenuhi pertidaksamaan, maka $m_i = 1$

- Hitung n_i optimal (n_i^*) untuk $i = 1, 2, \dots, 6$, adalah bilangan bulat terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$n_i(n_i + 1) \geq \frac{2D_o^2 m_i U_i^2}{Q_o^2 \{2H_o D_i \Delta n_i F(m_i, n_i) + H_o D_o m_i + D_i H_i\}}$$

$$\text{dimana: } \Delta n_i F(m_i, n_i) = F(m_i, n_i) - F(m_i, n_i + 1)$$

karena n_i optimal (n_i^*) adalah n_i , bilangan bulat positif terkecil yang memenuhi pertidaksamaan, maka $n_i^* = 1$

- g) Karena nilai $R_i^{(j)} \neq R_i^{(j-1)}$, pada iterasi ke-1, maka ulangi prosedur diatas mulai dari langkah 3 sedemikian rupa sehingga nilai optimal telah dicapai, jika: $Q_o^* = Q_o^{(j)}$, $R_i^* = R_i^{(j)}$, $m_i^* = m_i^{(j)}$

4). Iterasi ke 2

Dengan cara yang sama seperti pada iterasi 1), diperoleh bahwa pada iterasi ke-2 nilai $R_i^{(j)} \approx R_i^{(j-1)}$, maka syarat optimal

$Q_o^* = Q_o^{(j)}$, $R_i^* = R_i^{(j)}$, $m_i^* = m_i^{(j)}$ telah dicapai.

Dengan diperolehnya nilai Q_o^* , R_o^* dan m_i^* , $i = 1, 2, 3, \dots, N$ maka dapat dihitung :

$$Q_i^* = \frac{n_i D_i Q_o^*}{m_i D_o}; S_i^* = R_i^* - D_i L_i + B(R_i^*); L_{S_i}^* = B(R_i^*);$$

$$T^* = \frac{Q_o^*}{D_o}; T_i^* = \frac{Q_i^*}{D_i}$$

$$T^* = \frac{568.67}{15818.33} = 0.0359 \text{ tahun} = 11 \text{ hari}$$

Tabel 4. Nilai Q_i^* dan T Optimum pada Setiap Retailer

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari
Q_i^*	141.80	76.40	68.92	86.62	172.84	22.43
T_i^*	0.035971	0.035971	0.035971	0.035971	0.035971	0.035971

5) Biaya pesan per tahun:

- Retailer ke-i : $OP_i^* = \frac{A_i^* \cdot D_i^*}{Q_i^*}$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$

Tabel 5. Nilai OP_i^* pada Setiap Retailer

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari
OP_i^*	69500.80	69500.80	69500.80	69500.80	69500.80	69500.80

- Distributor : $OP_o^* = \frac{A_o \cdot D_o}{Q_o^*} = \frac{4500 \cdot 15818.33}{568.67} = \text{Rp } 125173.79$

6) Biaya simpan per tahun:

- Retailer ke-i :

Tabel 6. Nilai OS_i^* pada Setiap Retailer

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari
OS_i^*	221451.11	115720.20	101979.06	123842.98	234526.73	34272.82

- Distributor :

$$OS_o^* = \frac{H_o}{T} \left[\sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{n_i} \left\{ \frac{m_i(m_i+1)}{2} T_i - m_i L_i - T \sum_{k=1}^{m_i} \left[\frac{kT_i - L_i}{T} \right] \right\} + H_o S_o \right]$$

$$OS_o^* = \frac{2400}{0.0359} (17.05) + (2400 \times 29.43) = \text{Rp } 1208447.26$$

a. Biaya akibat Lost Sales per tahun:

- Retailer ke-i : $OK_i^* = \frac{P_i \cdot L_{S_i}^* \cdot D_i}{Q_i^*}$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$

Tabel 7. Nilai OK_i^* pada Setiap Retailer

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari
OK_i^*	561640.75	263196.41	211046.97	217909.43	296981.09	80613.88

b. Total biaya per tahun :

- Retailer ke-i : $C_i^* = OP_i^* + OS_i^* + OK_i^*$

Tabel 8. Nilai OP_i^* pada Setiap Retailer

Periode	Indo Grosir	Carrefour	Ramai	Super Indo	Mirota	Matahari	Total
C_i^*	852592.66	448417.40	382526.83	411253.21	601008.62	184387.50	2880186.23

- Seluruh retailer : $C_p^* = \sum_{i=1}^N C_i^* = \text{Rp } 2,880,186.23$

- Distributor : $C_o^* = OP_o^* + OS_o^*$
 $= 125,173.79 + 1,208,447.26 = \text{Rp } 1,333,621.05$

- Seluruh jenjang : $C^* = C_o^* + C_p^*$
 $= 1,333,621.05 + 2,880,186.23 = \text{Rp } 4,213,807.28$

4.3. Analisa Hasil

Dari hasil pengolahan data menggunakan kebijakan pemesanan kongruensial ini maka didapatkan total biaya persediaan gabungan distributor dan retailernya yang minimal sebesar Rp Rp 4,213,807.28 dengan kebijakan pemesanannya sebagai berikut :

a) Distributor (PT. Sinar Sosro) :

- Jumlah pemesanan yang optimal (Q_o^*) : 569 karton per pesan.
- Titik pemesanan kembali (R_o^*) : 118 karton
- Frekuensi pemesanan distributor(n^*): 1
- Persediaan pengaman (S_o^*) : 29 karton
- Waktu siklus (T_o^*) : 11 hari

b) Retailer

Kebijakan pemesanan yang optimal untuk tiap retailer dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Kebijakan Pemesanan untuk setiap Retailer

RETAILER	Q_i^* , karton	R_i^* , karton	S_i^* , karton	m_i^*	T_i^*	
					tahun	hari
Indo Grosir	142	38	21	1	0.03597	11
Carrefour	76	19	10	1	0.03597	11
Ramai	69	17	8	1	0.03597	11
Super Indo	87	20	8	1	0.03597	11
Mirota	173	36	11	1	0.03597	11
Matahari	22	6	3	1	0.03597	11

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- 1) Jumlah pemesanan yang optimal pada PT. Sinar Sosro adalah 569 karton, sedangkan untuk retailer Indo Grosir, sebanyak 142 karton, Carrefour sebanyak 76 karton, Ramai sebanyak 69 karton, Super Indo sebanyak 87 karton, Mirota sebanyak 173 karton, Matahari sebanyak 22 karton.
- 2) Titik pemesanan kembali (*reorder point*) dicapai pada titik 117 karton untuk PT. Sinar Sosro, pada retailer dicapai pada titik 38 karton untuk Indo Grosir, 19 karton untuk Carrefour, 17 karton untuk Ramai, 20 karton untuk Super Indo, 36 karton untuk Mirota dan 6 karton untuk Matahari.
- 3) Waktu siklus pemesanan pada PT. Sinar Sosro yaitu selama 11 hari, dan frekuensi pemesanan yang dilakukan tiap retailer adalah 1 kali dengan waktu siklus 11 hari.

- 4) Jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) yang optimal untuk PT. Sinar Sosro adalah 29 karton, sedangkan untuk Indo Grosir sebanyak 21 karton, Carrefour sebanyak 10 karton, Ramai sebanyak 8 karton, Super Indo sebanyak 8 karton, Mirota sebanyak 11 karton, Matahari sebanyak 3 karton.
- 5) Dengan menentukan jumlah pemesanan, reorder point, dan frekuensi optimal dihasilkan total biaya persediaan tahunan yang minimum untuk pada PT. Sinar Sosro adalah sebesar Rp 1,333,621.05, total biaya persediaan tahunan yang minimum untuk retailer Indo Grosir sebesar Rp 852592.66, Carrefour sebesar Rp 448417.40, Ramai sebesar Rp 382526.83, Super Indo sebesar Rp 411253.21, Mirota sebesar Rp 601008.62 dan Matahari sebesar Rp 184387.50. Sehingga total biaya persediaan gabungan yang minimum untuk seluruh jenjang yaitu sebesar Rp 4,213,807.28

5.2 Saran

- 1) Perlu diadakan penelitian lain untuk menganalisis biaya aktual dengan total biaya persediaan yang diperoleh dengan kebijakan kongruensial
- 2) Dengan menggunakan suatu sistem pengendalian persediaan yang terpadu antara distributor akan dapat meminimalkan biaya persediaan dan juga meningkatkan respon terhadap permintaan konsumen.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S., 1993, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi empat, Penerbit FE UI, Jakarta.
- Bahagia, Senator Nur, 2006, *Sistem Inventori*, Penerbit ITB Bandung
- Ellisandy, Duanty, 2005, *Analisis Kebijakan Pemesanan pada Pengendalian Persediaan Sistem Distribusi Dua Jenjang*; Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Elsayed, A. E., dan Boucher, T.O., 1994, *Analysis and Control of Production System*, Prentice-Hall International Inc., New Jerses.
- Fogarty, Blackstone, dan Hoffmann, 1991, *Production and Inventory Management*, 2nd, South-Western Publishing Co., Cincinnati.
- Handoko, T.H., 1984, *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, BPFE, Yogyakarta.
- Indrajit, Richardus Eko dan Djokopranoto, Richardus, 2002, *Konsep Manajemen Supply Chain : Cara Baru Memandang Mata Rantai Penyediaan Barang*, PT Grasindo, Jakarta
- Lawasari, Asni, 2010, *Perencanaan Pendistribusian Produk dengan Distribution Requirement Planning (DRP)*; Tugas Akhir, Jurusan Teknik Manajemen Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Narasimhan, Seetharama L., Mc Leavey, Dennis W., dan Bilington, Peret J., 1995, *Production Planning and Inventory Control*, Prentice-Hall International, New Jerses.
- Nasution, A.H., 2003, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama Cetakan ke Dua, Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Pasaribu, G., 1989, *Pengembangan Model Persediaan untuk Sistem Distribusi Dua Jenjang Dengan Kebutuhan Berdistribusi Normal dan Waktu Tenggang Tetap*, Thesis, ITB, Bandung.
- Pujawan, I Nyoman, 2005, *Supply Chain Management*, Edisi Pertama, Penerbit Guna Widya, Surabaya
- Tersine, Richard J., 1994, *Principle of Inventory and Materials Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- Yamit, Z., 2003, *Manajemen Persediaan*, Penerbit Ekonisia Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta.