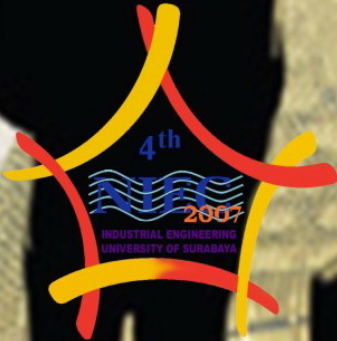


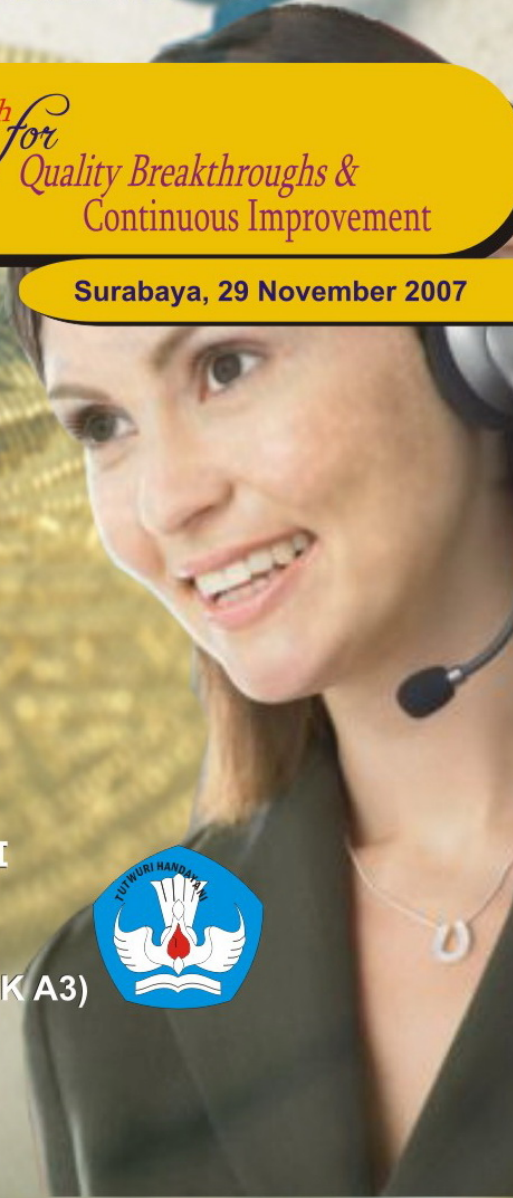
4th NATIONAL INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2007
**Industrial Engineering in a Competitive and
Borderless World**

In Search for
Quality Breakthroughs &
Continuous Improvement

Surabaya, 29 November 2007



JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SURABAYA
DIDUKUNG OLEH DITJEN DIKTI (PHK A3)





KATA PENGANTAR

Selamat datang di 4th *National Industrial Engineering Conference* yang bertemakan *Industrial Engineering in a Competitive and Borderless World: In Search for Quality Breakthroughs and Continuous Improvement*.

Menghadapi era perdagangan bebas dan globalisasi, paradigma integrasi sistem dan integrasi bisnis tidaklah cukup untuk menghasilkan keunggulan kompetitif bagi suatu industri. Paradigma industri diharapkan bergeser menuju penerapan *lean sigma strategies* dalam membangun hubungan kerja sama antar industri yang efektif, untuk memenangkan persaingan pasar global. Dalam rangka menyebarluaskan informasi yang berkenaan dengan paradigma baru ini, Jurusan Teknik Industri, Universitas Surabaya pada tahun 2007 ini menyelenggarakan 4th *National Industrial Engineering Conference*. Seminar nasional ini merupakan program berkala yang turut didukung oleh berbagai pihak yang meliputi pihak pemerintah dan swasta, institusi pendidikan maupun non pendidikan. Sebagai kelanjutan dari 3rd *National Industrial Engineering Conference*, seminar ini memilih *In Search for Quality Breakthroughs and Continuous Improvement* sebagai tema utama.

Seminar ini menyertakan 67 makalah terpilih yang berasal dari partisipasi para pemakalah. Berdasarkan latar belakangnya para pemakalah tersebut berasal dari berbagai institusi pendidikan maupun non-pendidikan. Kami sangat berterimakasih atas besarnya partisipasi para peneliti dari industri dan institusi pendidikan ini. Topik makalah yang disajikan meliputi *Lean Sigma Strategy, Quality Engineering and Management, Product/Process Design, Performance Control, Process-Oriented Approach, New Organizations and Socio-Economical Impacts*, dan *Control of Product Flows and Resources*.

Besar harapan kami, melalui Seminar ini, para peserta mendapatkan peluang menambah wawasan, membangun kerjasama antar praktisi dan akademisi serta menginspirasi timbulnya ide-ide baru bagi kemajuan bersama.

Sampai berjumpa di 5th *National Industrial Engineering Conference* !

Surabaya, 29 November 2007

Editor



Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Keynote Speech: Developing Lean Thinking in a Higher Education Institution Joniarto Parung	ii - iv
Peningkatan Kualitas Produk di Industri Garmen Departemen Jahit dengan Pendekatan TQM Studi Kasus di PT Eratex Djaja Kriswanto Widiawan dan Andi Wijaya	1-11
Peningkatan Efisiensi Material melalui Sistem Kontrol Trims & Accesories di Industri Garmen Studi Kasus di PT Eratex Djaja Kriswanto Widiawan dan Rianto Kurniawan Ongko	12-22
Proses Pembelajaran pada Proses Implementasi Perbaikan Berkesinambungan Asep Yunta Darma dan Dradjad Irianto	23-34
The Indonesia's Oil and Gas Industry: In Search for World-Class Performance in Operations Wakhid Slamet Ciptono	35-46
<i>Trust-Based dan Contract- Based</i> dalam Kemitraan Antara Usaha Kecil Menengah Dan Usaha Besar Arief Rahmana, Ubuh Buchara Hidayat, Dradjad Irianto, dan Indryati Sunaryo	47-59
Pengukuran Efektivitas Program <i>Surabaya Green & Clean</i> dan Rancangan Perbaikan dengan Model Hoshin Kanri dalam Peningkatan Budaya Mutu Lingkungan (Studi Kasus: Kecamatan Tenggilis Mejoyo) Yenny Sari, M. Rosiawan dan Rien Sofia Devi	60-74
Analisa Peningkatan Kualitas Produk Hanger Melalui Pendekatan Metode Six Sigma Di PT Pilar Baja Perkasa Ni Luh Putu Hariastuti	75-86
Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kinerja Perusahaan (Studi Kasus PT PLN Rayon Rivai Palembang) Achmad Alfian dan Romlah Aprita Saputri	87-94
Efisiensi Proses Pembuatan Roti Enak dengan Data Envelopment Analysis (DEA) Achmad Alfian dan Devi Mulyono	95-104
Model Jalur Distribusi dengan <i>Supply Chain Management</i> Pada PT Asiana Chemicalindo Lestari Achmad Alfian dan Yunita	105-113



Perbaikan Customer Relationship Management di Ubaya Language Center Lusy Ernawati , Bambang Tjitro S, Fuad Achmadi	114-129
Aplikasi <i>Supply Chain Management (SCM)</i> Di Industri Pariwisata Siti Rahayu	130-138
Elemen-Elemen <i>Customer Firm Costs</i> dalam <i>Buyer-Supplier Relationship</i>, untuk Mengefisienkan Aplikasi <i>Supply Chain Management (SCM)</i> Siti Rahayu	139-147
Usulan Penilaian Prestasi Kerja Dan Pemberian Insentif Karyawan (Studi Kasus : PT. TM, Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Noni Dahlia	148-159
Usulan Penjadwalan Kerja Dan Operator Dengan Algoritma Kaspi- Montreuil (studi kasus: Departemen Maintenance PT. ISM Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Ade Lukito	160-170
Analisis Metode Kerja Dan Keseimbangan Lintasan Pada Lintasan Perakitan (Studi Kasus : <i>Main Assembly Line</i>, Pt. “K”, Jakarta) Vivi Triyanti, ST., M.Sc dan Vernica Dewi W.	171-181
Aplikasi E-Commerce Pada Supply Chain Industri Musik PT. Digital Beat Dadang Surjasa, Harfy Selfindo	182-193
Penyusunan Penjadwalan Proyek dengan Model Integrasi Dependency Structure Matrix dan Batasan Sumber Daya Indri Hapsari	194-210
Perancangan Alat Bantu Penyortiran Gelas Plastik Bekas Air Minum Kemasan (Studi kasus: CV. Toedjoeh Surabaya) Linda Herawati, Bambang Tjitro, Amelia	211-220
Aplikasi Kansei Engineering untuk Mendesain Kafe di Surabaya Markus Hartono, Linda Herawati	221-233
Perancangan Kursi Komputer Bagi Wanita Hamil Theresia Pawitra, Linda Herawati, Grace Cynthia	234-245
Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Beli <i>Private Brand</i> Di <i>Hypermarket</i> Theresia Pawitra, Rosita Meitha, Ong Sherly Kusumawaty	246-256
Perancangan Ranjang Susun yang Ergonomis dan Multi Fungsi untuk Panti Asuhan (Studi Kasus: Panti Asuhan Putra “IMMANUEL” Surabaya) Linda Herawati, Budi S. Goutama, Victor	257-269



Pengembangan Model Pengukuran Produktivitas Industri Manufaktur Dengan Mengintegrasikan OMAX dan Value Chain <i>Denny Aryo dan Benny Lianto</i>	270-278
Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Tenaga Kerja Departemen Human Resource Development PT. (PERSERO) Angkasa Pura II Dengan Metode Workforce Scorecard Didien Suhardini dan Yaser M. Niagara	279-293
Peningkatan Kualitas Pada Proses Filling Dengan Menggunakan Metode Taguchi Di PT XXX Wawan Kurniawan dan Ismed Abdurrachman	294-298
Perbaikan Kualitas Proses Filling untuk Meminimasi Loss Function Produk Minuman Sprite 295 ml menggunakan Metoda Taguchi Studi Kasus Di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Central Sumatera Yesmizarti Muchtiar, Noviyarsi, Lestari Setiawati	299-309
Studi dan Analisis Aplikasi Metode DEA Sebagai Alternatif Metode Pengukuran Produktivitas dan Efisiensi Institusi Pendidikan Tinggi Benny Lianto	310-319
Multi Level OMAX (MULOMAX) Sebagai Alternatif Model Pengukuran Produktivitas pada Sektor Industri Jasa Benny Lianto dan Denny Aryo	320-329
Perancangan Sistem Distribusi untuk Meminimasi Jarak Tempuh dengan Memperhatikan Konsumsi Bahan Bakar dan Kapasitas Alat Angkut Nurlailah Badariah	330-341
Perancangan Produk dan Prospek Pemasaran Sepatu untuk Wanita Hamil Linda Herawati, Rosita Meitha, Marissa	342-355
Analisis dan Perancangan Sistem Persediaan Bahan Baku dan Alternatif Strategi Pemasaran Berdasarkan Analisa SWOT pada PT. Arnott's Indonesia Farid Andhika, Budi Aribowo dan Haryadi Sarjono	356-367
Managing Technology of Genetically Modified Foods: Risk Management and the Public Perception of Risks Zulaicha Parastuty	368-379
Perancangan Standar Keselamatan Kerja Pada Fasilitas Belajar Mengajar (Studi Kasus: Gedung T.F Universitas Surabaya) Budi S Goutama, Linda H, Lany A	380-387
Power Dari Uji Kenormalan Data Didik Wahjudi	388-393



Penentuan Bobot dengan <i>Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making</i>, Studi Kasus pada Peningkatan Kualitas Produk <i>Brake Lining</i> Evy Herowati	394-405
Pengaruh Gaya Kepemimpinan Kharismatik Terhadap Komitmen Organisasi Tatik Suryani, Ema Yulianti, Rina Ismanovia	406-418
Perancangan Lini Perakitan Dinamis dengan Work-Sharing pada Lini Perakitan Sepeda Motor Power Z di PT. Asia Putra Perkasa Sumiharni Batubara, Purnamaningsih	419-431
Evaluasi Implementasi Balanced Scorecard dan Perancangan Pengukuran Kinerja Karyawan dengan Menggunakan Metode Personal Balanced Scorecard (Studi Kasus di PT.X, Otomotif Company in Surabaya) Lisa Mardiono, Rosita Meitha Surjani, Asrini Budiwati	432-444
Perbaikan Keseimbangan Lintasan dan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Pembuatan Exhaust Manifold di Divisi Foundry II PT. PARIN, Sidoarjo Galuh Nurina, Rosita Meitha, Budi Goutama	445-454
Rekayasa Kualitas dalam Pendekatan Six Sigma untuk Penurunan Rework Produk Flowmeter Air Dradjad Irianto dan Tarsono	455-460
Perancangan Ruang Yang Lebih Ergonomis Dengan Metode <i>Kansei Engineering</i> Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) X Markus Hartono, Rosita Meitha, Olivia P	461-473
Pengaruh Aspek Usability terhadap Perilaku Pembelian Handphone Merek Nokia di Surabaya Rosita Meitha, Theresia Pawitra, Fong Yenny	474-483
Pemanfaatan Data Anthropometri dalam Perancangan Produk Inovasi <i>Washtafel</i> (Studi Kasus Kampus Universitas Gunadarma, Jakarta) Trisna Fajar Prasetyo, Onsert Ophirio Ningtyan, Dian Kemala Putri	484-493
Penjadwalan Job Dengan Menggunakan Algoritma Fuzzy CDS Dan Fuzzy Branch-And-Bound di PT. X Rahmi Maulidya, Nora Azmi, dan Arum Wijayanti	494-507
Perancangan Model Optimasi Kontrak Kerjasama Antara Supplier dan Manufacturer dengan Permintaan Probabilistik Dina Natalia Prayogo	508-518
Strategic Orientation in E-commerce Firms <i>Gunawan</i>	519-527



Pengukuran Persepsi Karyawan Tentang Keberhasilan Pelaksanaan Sistem Manajemen Lingkungan Pasca Sertifikasi ISO 14000: Studi Kasus PT Badak NGL	528-539
Gatot Yudoko, Mirza Haerani	
Perbandingan Persepsi tentang Tingkat Implementasi <i>Total Quality Management</i> (TQM) antara Perusahaan-perusahaan Bersertifikasi ISO 9000 dan Bukan ISO: Studi Kasus Perusahaan-perusahaan Besar Bahan Pembersih Keperluan Rumah Tangga di Tangerang dan Surabaya	540-550
Gatot Yudoko, Yohanna Adhitya Majesty	
Perbandingan Persepsi Manajer tentang Tingkat Implementasi <i>Total Quality Management</i> (TQM) pada Perusahaan-perusahaan Bersertifikat ISO 9000: Studi Kasus Perusahaan Besar Bahan Pembersih Keperluan Rumah Tangga di Tangerang, Bogor, dan Surabaya	551-561
Gatot Yudoko, Margareth	
Perancangan Alat Pembuat Es Puter	562-570
Cie Hau, Sunardi Tjandra	
Identifikasi Faktor-Faktor Penilaian Kinerja untuk Jabatan Tenaga Administrasi di Perguruan Tinggi (Studi Kasus di Universitas “X”, Bandung)	571-591
Vivi Arisandhy, Melina Hermawan, Yullyanti, Ivonne Widjaya	
Pengukuran Tingkat Kemampuan <i>Humanware</i> Studi kasus asesmen <i>humanware</i> pada sebuah direktorat perusahaan bergerak di bidang industri proses	592-604
Iwan Inrawan Wiratmadja, Hakimul Batih, Anas Ma’ruf	
Pengukuran Kinerja Menggunakan <i>Balanced Scorecard</i> dan Pengukuran Kontribusi Departemen: Studi Kasus pada P.T. “X” di Surabaya, Indonesia	605-614
Eric Wibisono, Joniarto Parung, Inge Yunita	
Peningkatan Kualitas Pemeliharaan Angkutan Transportasi Darat Melalui <i>E-Reliability Centered Maintenance</i> (E-RCM)	615-626
Yuwono B Pratiknyo	
Perancangan Sistem Pengendalian Lantai Pabrik Berbasis Agen Studi Kasus di Divisi Aerostructure PT Dirgantara Indonesia	627-638
Anas Ma’ruf dan Marcellus Aryanto Lasmono	
Perancangan Sistem Kanban Pemasok Pada PT Semarang Autocomp Manufacturing Indonesia	639-653
Purnawan Adi Wicaksono, Singgih Saptadi, Thelvia Vennieta	
Studi Mengenai Penerimaan istem ERP: Enhancement Terhadap Model Penerimaan Sistem ERP Berbasis <i>Technology Acceptance Model</i>	654-664
Rajesri Govindaraju, Nenny Indriany dan Erik-Joost de Bruijn	



Perancangan Metode dan Fasilitas Kerja pada bagian <i>Filling</i> dan <i>Packing</i> dengan Pendekatan <i>Ergonomi</i>, <i>Biomekanika</i> dan <i>Statistika</i> pada PT. United Oil Indonesia, Propinsi Banten Haryadi Sarjono, Budi Aribowo dan Nicko Christian Salim	665-676
Implementasi Pendekatan Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Proses Produksi Perhiasan Emas di Divisi Y, PT X Surabaya Anantasari, Eric Wibisono dan Yongki Purwanto	677-687
Analisis dan Perbaikan Pengendalian Kualitas di PT.Industri Kemasan Semen Gresik Tuban Dira Mariana, Anantasari, M. Lisa Mardiono	688-699
Pengukuran Produktivitas Pada Team Kerja Menggunakan Oregon Productivity Matrix (OPM) dan Fuzzy Analytical Hierarchy (Fuzzy AHP) .Joniarto Parung	700-709
Kombinasi Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Dan Triz Dalam Perancangan Kemasan Pasta Gigi Titah Yudhistira dan Lilis S. Purba	710-722
Analisis Perilaku Konsumen Mobil Jenis “<i>Mini cab over</i>” Untuk Menetapkan Strategi Pemasaran Mobil Suzuki Carry 1,5 Di Malang Anantasari, Fuad Achmadi, Rizal Hartanto Setiyono	723-733
Perancangan Fasilitas Kerja <i>Portable</i> pada Penyambungan <i>Nephel</i> Berdasarkan Pendekatan Ekonomis, Fungsional dan Ergonomi Puspo Utomo, Rosita Meitha, Nova Wellyanto	734-743
Perancangan Model Optimasi Sistem Produksi dan Persediaan Multi-item pada Two-echelon Supply Chain Amelia Santoso dan Dina Natalia Prayogo	744-751
Perancangan Alat Pelancar Saluran Air yang Ekonomis dan Ergonomis dengan Sistem Tekanan Angin Puspo Utomo, Jaya Suteja, Titus Harianto	752-764



Perancangan Model Optimasi Sistem Produksi dan Persediaan Multi-item pada Two-echelon Supply Chain

Amelia Santoso dan Dina Natalia Prayogo
Jurusan Teknik Industri, Universitas Surabaya
Raya Kalirungkut, Surabaya 60293, Indonesia
E-mail: amelia@ubaya.ac.id dan dnprayogo@ubaya.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas masalah produksi dan persediaan multi produk dengan biaya setup atau pesan gabungan, terkait masalah coordinated replenishment pada two-echelon supply chain yang terdiri dari supplier tunggal atau pabrik dan multi-retailer. Diasumsikan suatu kelompok produk dalam campuran atau kategori yang sama, seperti beda ukuran atau kemasan produk atau suatu kelompok komponen, akan diproduksi dengan menggunakan sumber daya yang sama, seperti mesin, line produksi atau fasilitas produksi yang sama. Biaya setup (pergantian produk) mayor dikenakan pada setiap siklus produksi, tanpa tergantung pada jenis produk yang diproduksi, selain biaya setup minor yang terkait dengan jenis produk tertentu yang diproduksi. Retailers juga mengeluarkan biaya pesan mayor pada setiap pemesanan seperti untuk biaya tetap armada dengan kontainer standar atau truk dan tambahan biaya pesan minor yang terkait dengan jenis produk tertentu yang dipesan. Multi-item joint replenishment pada retailer dilakukan berdasarkan siklus pemesanan dari based product. Tujuannya adalah menentukan kebijakan yang optimal untuk produksi pada pabrik serta pemesanan multi produk oleh retailers, sehingga total biaya setup, biaya pesan dan biaya persediaan pada two-echelon supply chain dapat diminimumkan.

Kata kunci: multi-item joint replenishment, two-echelon supply chain

Abstract

This paper deals with a multi-item inventory and production problem with joint setup or ordering costs, referred to as a coordinated replenishment problem, with a two-echelon supply chain consisting of single supplier or manufacturer and multiple retailers. We assumed that the products belonged to the same assortment or category, such as different sizes of containers and different packaged goods, or to a family of components that shared a common manufacturing resource, such as a common machine, production line or manufacturing facility. A major setup (changeover) cost was incurred for each production run, regardless of which items were involved, as well as an item-specific minor setup cost incurred for each item included in the production run. The retailers also faced a major ordering cost for placing a replenishment order due to factors such as fixed freight fees with standard containers or truck-loads, and an item-specific minor ordering cost for each additional item included in the order. Each retailer makes order based on the ordering cycle of based product in multi-item joint replenishment. The objective was to determine the optimal production policies for the manufacture and replenishment multi-item for the retailers, such that the total setup, ordering and inventory costs in this two-echelon supply chain were minimized.

Keywords: multi-item joint replenishment, two-echelon supply chain

1. Pendahuluan

Saat ini manajemen bisnis telah memasuki era kompetisi *supply chain*, dimana persaingan yang terjadi adalah *supply chain* versus *supply chain*, bukan lagi *brand* versus *brand* atau



perusahaan versus perusahaan. Oleh karena itu usaha bisnis yang dikelola secara individual tidak lagi kompetitif. Para manajer bisnis sudah seharusnya mempertimbangkan integrasi bisnis sebagai paradigma bisnis yang mencoba untuk melakukan kerja sama baik dalam internal perusahaan seperti integrasi perencanaan produksi dan pemenuhan permintaan konsumen, maupun kerja sama antar perusahaan yang tergabung dalam suatu *supply chain* seperti integrasi perencanaan produksi dan distribusi produk sampai ke tangan konsumen.

Penentuan *lot sizing* secara *independent* dalam melakukan perencanaan produksi dan distribusi, telah disadari tidak ekonomis oleh banyak perusahaan yang tergabung dalam suatu jaringan *supply chain*. Hal ini menyebabkan total biaya yang lebih tinggi dan *service level* yang lebih rendah.

Pada makalah ini dibahas kolaborasi penentuan *lot sizing* yang optimal secara bersama antar anggota *supply chain* untuk mencapai minimum total biaya produksi dan persediaan multi produk dari satu pabrik ke beberapa *retailer*. Selanjutnya pembahasan akan dilanjutkan dengan tinjauan pustaka, pengembangan model, pembahasan hasil dan ditutup dengan kesimpulan dari hasil perancangan model.

2. Tinjauan pustaka

Pada bagian ini, pembahasan dilakukan sesuai dengan kronologis perkembangan integrasi model optimasi perencanaan produksi, persediaan dan distribusi dalam suatu *supply chain*, dari yang sederhana sampai yang paling kompleks. Kebijakan dasar yang dipertimbangkan dalam tinjauan pustaka ini khususnya untuk koordinasi ukuran pemesanan produk dan *batch* produksi yang didasarkan pada jumlah pengiriman produk jadi yang tetap, baik dari perspektif pabrik maupun *distributor*. Penelitian untuk masalah koordinasi penentuan ukuran pemesanan produk dan *batch* produksi dimulai dari permintaan yang bersifat deterministik dengan asumsi laju produksi tak terbatas dan dilakukan secara lot-for-lot, sampai ke model dengan laju produksi tertentu dan kebijakan pengiriman yang tidak dibatasi dengan metode tertentu seperti yang dibahas oleh Hill [1]. Sedangkan koordinasi pengiriman dari suatu *warehouse* atau distributor ke *multi-retailer* dalam jaringan distribusi sentralisasi untuk *single* produk dibahas oleh Axsäter dan Zhang serta Abdul-Jabar et al. [2-3]. Pengembangan kebijakan sistem persediaan/distribusi pada *multi-echelon system* ini bertujuan untuk meminimumkan total biaya pesan dan simpan pada sistem distribusi dengan distributor tunggal dan *multiple retailers*.

Goyal menyarankan suatu metode untuk memperbaiki solusi yang diperoleh dari metode yang dikembangkan oleh Hill. Metode penentuan ukuran pengiriman yang didasarkan pada pengiriman pertama, dan diikuti dengan ukuran pengiriman selanjutnya yang semakin meningkat sesuai dengan rasio laju produksi terhadap laju permintaan, selama hal ini feasible untuk dilakukan. Pada pengiriman selanjutnya, ukuran *batch* produksi didistribusikan secara merata [4]. Solusi optimal untuk integrasi ukuran pengiriman dan *batch* produksi telah ditemukan tanpa menggunakan asumsi apapun tentang kebijakan pengiriman [1]. Struktur dari kebijakan optimal termasuk peningkatan ukuran pengiriman sesuai dengan deret geometri dan diikuti dengan ukuran pengiriman yang tetap. Selain itu juga dikembangkan algoritma secara iteratif untuk menyelesaikan problem tersebut.

Selanjutnya Rempala [5] membahas masalah persediaan multi produk pada sistem produksi kontinu dengan permintaan diskrit dimana penentuan interval pemesanan bahan baku dan



frekuensi setup produksi yang optimal selama horison perencanaan dengan *joint replenishment* untuk multi produk yang bertujuan meminimumkan total biaya produksi dan biaya persediaan.

Selain itu pendekatan Game theory juga diterapkan dalam penentuan EOQ yang melibatkan *lead-time* sebagai suatu variable keputusan dalam *supply chain* [6]. Selanjutnya model *integrated supply chain* dengan *supplier* menyuplai produk ke multi *buyers* dengan tujuan meminimumkan total biaya per tahun dan batasan maksimum total biaya yang diijinkan terjadi pada tingkat *buyers* [7]. Metode penyelesaian untuk problem ini dengan search algorithm sangat efisien untuk kasus kurva biaya yang bersifat piece-wise convex.

Penelitian selanjutnya merevisi penentuan ukuran *batch* produksi dan pengiriman dengan memperhitungkan biaya simpan yang semakin menurun dalam arah upstream pada suatu *supply chain* [8]. Sistem distribusi yang melibatkan single *supplier* multi retailer dan *supplier* berstatus monopolistik, yang tidak hanya memiliki informasi biaya tentang retailer, tetapi juga membuat keputusan yang tepat mengenai *lead-time* produksi dan pengiriman. *Lead-time* optimal dari *supplier* dan waktu siklus pemesanan dari retailer juga telah diteliti dengan fokus pada mekanisme koordinasi antara *supplier* dan buyer melalui skema quantity discount [9].

Hal ini dapat dilihat pada [10] bahwa biaya simpan pada tingkat *supplier* lebih rendah dari pada buyer, sehingga kebijakan ukuran pengiriman yang optimal hanya terdiri dari ukuran pengiriman yang tidak sama dengan ukuran pengiriman berikutnya selalu meningkat sesuai dengan rasio laju produksi terhadap laju permintaan.

Koordinasi single *supplier* multi buyer dengan mensinkronkan siklus produksi dan pengiriman juga telah diteliti. Sinkronisasi tercapai dengan menjadwalkan hari pengiriman aktual dari *buyers* dan mengkoordinasikannya dengan siklus produksi *supplier* dan mengijinkan *buyers* menentukan ukuran dan siklus pemesanan [11]. Hasil dari contoh numerik menunjukkan adanya penghematan biaya yang diperoleh dibandingkan dengan hasil optimasi secara *independent* dengan mengijinkan *buyers* untuk menggunakan siklus pemesanan bersama.

Pertimbangan biaya transportasi yang disesuaikan dengan ukuran pengiriman sesuai dengan kebijakan all-unit discount telah dinyatakan secara eksplisit dalam model [12]. Review beberapa hasil penelitian yang terkait dengan koordinasi penentuan ukuran pemesanan dan *batch* produksi dalam suatu *supply chain*, serta perbandingannya dibahas pada [13].

Perbedaan penelitian dalam makalah ini dengan penelitian terdahulu adalah fokus pada pengembangan model optimasi untuk kebijakan produksi dan persediaan multi produk pada sistem distribusi dari pabrik ke *multiple retailers*. Prinsip *coordinated replenishment* dilakukan pada penentuan siklus produksi dan setup pergantian produk di pabrik serta pemesanan multi produk dari masing-masing retailer ke pabrik. *Multi item joint replenishment* yang dilakukan pada setiap *retailer* berdasarkan siklus pemesanan dari *based product*, yaitu produk yang memiliki frekuensi pemesanan paling sering, sehingga pada setiap siklus pemesanan *retailer* ke pabrik tidak selalu dipesan semua jenis produk yang ada. Tujuan yang ingin dicapai adalah meminimumkan total biaya setup, biaya pesan dan biaya persediaan di pabrik dan semua *retailers*.



3. Pengembangan model

Model optimasi sistem produksi dan persediaan pada *two-echelon supply chain* yang terdiri dari satu pabrik dan r *retailers*, yang mendistribusikan n jenis produk dimodelkan berdasarkan penerapan *multi-item batch production system* pada pabrik dan *coordinated replenishment* untuk *multi-item joint replenishment* pada masing-masing *retailer* berdasarkan siklus pemesanan dari *based product*, yaitu jenis produk, b , yang memiliki frekuensi pemesanan paling sering pada *retailer j*, sehingga dinyatakan dengan $m_{bj} = 1$.

Indeks:

i = jenis produk, $i = 1, \dots, n$.
 j = *retailer*; $j = 1, \dots, r$.

Parameter model:

d_{ij} = permintaan jenis produk i pada *retailer j* (unit/periode).
 P_{ij} = harga beli per unit jenis produk i pada *retailer j* (Rp./unit).
 F_j = fraksi simpan produk pada *retailer j* (%/periode).
 Co_j = biaya pesan bersama pada *retailer j* (Rp./pesan)
 Co_{ij} = biaya pesan jenis produk i pada *retailer j* (Rp./pesan).
 d_i = permintaan jenis produk i pada pabrik (unit/periode).

$$d_i = \sum_{j=1}^r d_{ij} \quad (1)$$

p_i = laju produksi jenis produk i (unit/periode)

Asumsi: $p_i \geq d_i$

C_s = biaya *start-up* tiap siklus produksi (Rp./start-up)
 C_{si} = biaya setup untuk jenis produk i (Rp./setup).
 F_p = fraksi simpan produk di pabrik (%/periode).
 P_{pi} = biaya produksi per unit jenis produk i (Rp./unit).

Variabel keputusan:

T_p = panjang siklus produksi di pabrik (periode).
 T_j = panjang siklus pemesanan *based product* di *retailer j* (periode).
 m_{ij} = kelipatan siklus pemesanan jenis produk i terhadap *based product* pada *retailer j*
 Q_i = *batch size* produksi jenis produk i (unit)

$$Q_i = T_p d_i \quad (2)$$

Q_{ij} = kuantitas pemesanan jenis produk i pada *retailer j* (unit)

$$Q_{ij} = m_{ij} T_j d_{ij} \quad (3)$$

Fungsi tujuan:

Minimasi total biaya relevan pada *two-echelon supply chain* yang terdiri dari satu pabrik dan r *retailers*:

$$\text{Minimize: } TVC_s = TVC_p + \sum_{j=1}^r TVC_j \quad (4)$$

Total biaya relevan pada pabrik terdiri dari biaya *start-up* pada setiap awal siklus produksi dan biaya setup untuk tiap jenis produk, i , serta biaya simpan seluruh hasil produksi n jenis produk selama horison perencanaan [14].

$$TVC_p(T_p) = \frac{C_s + C_{si}}{T_p} + \frac{F_p T_p}{2} \sum_{i=1}^n P_{pi} d_i \frac{(p_i - d_i)}{p_i} \quad (5)$$

Total biaya relevan pada masing-masing *retailer* terdiri dari biaya pesan bersama dan biaya pesan individual tiap jenis produk serta biaya simpan untuk semua jenis produk selama horison perencanaan.

$$TVC_j(T_j, m_{ij}'s) = \frac{C_{oj} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{oij}}{m_{ij}}}{T_j} + \frac{F_j T_j}{2} \sum_{i=1}^n P_i d_{ij} m_{ij} \quad (6)$$

Minimum total biaya relevan pada masing-masing *retailer* diperoleh dari derivatif partial pertama terhadap panjang siklus pemesanan, T_j , dan ditetapkan sama dengan nol sebagai berikut.

$$\frac{\partial}{\partial T_j} TVC_j(T_j, m_{ij}'s) = -\frac{C_{oj} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{oij}}{m_{ij}}}{T_j^2} + \frac{F_j}{2} \sum_{i=1}^n P_i d_{ij} m_{ij} = 0$$

$$T_j^*(m_{ij}'s) = \sqrt{\frac{2 \left(C_{oj} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{oij}}{m_{ij}} \right)}{F_j \sum_{i=1}^n P_i d_{ij} m_{ij}}} \quad (7)$$

Batasan:

Total waktu yang diperlukan untuk setup dan produksi semua jenis produk dalam setiap siklus produksi tidak melebihi total waktu yang tersedia untuk produksi.

$$\sum_{i=1}^n T_{si} + \frac{d_i T_p}{p_i} \leq T_p - T_s \quad (8)$$

Panjang siklus produksi minimum selama siklus pemesanan paling lama dari semua *retailer* yang disuplai agar semua permintaan *retailer* dijamin dapat dipenuhi dari hasil produksi selama siklus produksi sebelumnya.

$$T_p \geq \max_j \{T_j\} \quad (9)$$

Panjang siklus produksi dan siklus pemesanan pada masing-masing *retailer non negative* dan kelipatan siklus pemesanan tiap jenis produk pada masing-masing *retailer* minimum 1 (satu) kali panjang siklus pemesanan *based product* dan integer.

$$\begin{aligned} T_p, T_j &\geq 0 && \forall j \\ m_{ij} &\geq 1 \text{ dan integer} && \forall i, j \end{aligned} \quad (10)$$

4. Hasil dan pembahasan

Sebagai ilustrasi numerik, model optimasi akan diterapkan pada *two-echelon supply chain* yang terdiri dari pabrik tunggal yang memproduksi 5 (lima) jenis produk dan didistribusikan ke 4 (empat) *retailer*. Data permintaan tiap jenis produk pada masing-masing *retailer* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data permintaan tiap jenis produk di masing-masing *retailer*.

Retailer, <i>j</i>	Permintaan, D_{ij} (unit/tahun)				
	A	B	C	D	E
1	7.000	150	20.000	6.000	1.500
2	1.500	700	10.000	4.000	1.000
3	1.000	50	20.000	30.000	2.500
4	500	100	50.000	5.000	20.000

Biaya pembelian per unit produk dari pabrik ke masing-masing *retailer* bervariasi tergantung volume pembelian per tahun. Sedangkan fraksi simpan untuk semua jenis produk pada setiap *retailer* sama. Data biaya beli tiap jenis produk dan fraksi simpan di masing-masing *retailer* ditunjukkan pada Tabel 2.

 Tabel 2. Data biaya beli tiap jenis produk dan fraksi simpan di masing-masing *retailer*.

Retailer, <i>j</i>	P_{ij} (1000 x Rp./unit)					f_j (/tahun)
	A	B	C	D	E	
1	200	5400	7,5	128	188	22%
2	210	5000	8	130	190	25%
3	215	5500	5	125	187,0	20%
4	220	5450	7	129	180	21%

Pada masing-masing *retailer* dikenakan biaya pesan bersama yang tidak tergantung jenis produk dan biaya pesan individual untuk tiap jenis produk. Data masing-masing biaya pesan pada tiap *retailer* ditunjukkan pada Tabel 3.

 Tabel 3. Data biaya pesan tiap jenis produk dan biaya pesan bersama di masing-masing *retailer*.

Retailer, <i>j</i>	C_{oij} (1000 x Rp./pesan)					C_{oj} (1000 x Rp./pesan)
	A	B	C	D	E	
1	400	680	380	510	750	1600
2	420	600	400	520	760	1700
3	430	710	350	500	750	1500
4	440	690	370	520	720	1800

Permintaan tiap jenis produk yang harus diproduksi oleh pabrik merupakan total permintaan dari semua *retailers*. Laju produksi, biaya produksi, waktu setup serta biaya setup untuk masing-masing jenis produk ditunjukkan pada Tabel 4. Dalam 1 tahun terdapat 300 hari kerja dengan 8 jam kerja/hari. Fraksi simpan produk jadi di pabrik sebesar 18% per tahun dan waktu *start-up* tiap siklus produksi selama 1 hari dengan biaya *start-up* sebesar Rp. 2 juta.

Tabel 4. Data total permintaan, biaya dan kapasitas produksi pabrik untuk masing-masing jenis produk.

Parameter Pabrik	Jenis Produk, <i>i</i>				
	A	B	C	D	E
Total permintaan, D_i (unit)	10.000	1.000	300.000	45.000	25.000
Biaya produksi, P_i (1000xRp./unit)	150	3.000	2	80	115
Laju Produksi, p_i (unit/jam)	100	10	1.000	500	50
Waktu setup, T_{si} (jam)	1	2,5	2	1,5	0,5
Biaya setup, C_{si} (1000 x Rp./setup)	845	1340	750	1025	1490

Panjang siklus produksi optimal di pabrik, $T_p^* = 0,0943$ tahun (28 hari). Sedangkan kelipatan siklus pemesanan untuk tiap jenis produk serta panjang siklus pemesanan untuk *based product* pada masing-masing *retailer* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil optimal siklus pesan *based product* dan kelipatan pesan untuk tiap jenis produk pada masing-masing *retailer*.

Retailer, <i>j</i>	m_{ij}					T_j^* (tahun)	T_j^* (hari)
	A	B	C	D	E		
1	1	1	2	1	2	0,0943	28
2	2	1	3	1	3	0,0708	21
3	2	2	1	1	2	0,0698	21
4	2	1	1	1	1	0,0876	26

Tabel 6. berikut ini menunjukkan hasil optimal kuantitas produksi dan pemesanan untuk tiap jenis produk serta total biaya relevan di pabrik dan masing-masing *retailer*.

Tabel 6. Hasil optimal kuantitas produksi dan pemesanan tiap jenis produk.

Lokasi	Jenis Produk, <i>i</i>					Min TVC (1000 x Rp./tahun)
	A	B	C	D	E	
Pabrik, Q_i (unit)	943	95	28279	4242	2357	168.778,77
Retailer 1, Q_{i1} (unit)	660	15	3771	566	283	79.672,78
Retailer 2, Q_{i2} (unit)	213	50	2123	284	213	96.578,98
Retailer 3, Q_{i3} (unit)	140	7	15354	2094	349	94.426,00
Retailer 4, Q_{i4} (unit)	88	9	4381	439	1753	98.616,35

Minimum total biaya relevan pada pabrik dan semua *retailers* sebesar Rp. 538.072.886,12 per tahun. *Coordinated replenishment* berdasarkan siklus *based product* ini lebih efisien dibandingkan dengan masing-masing *retailer* melakukan pemesanan semua jenis produk pada tiap siklus pemesanan. Pada kasus ini menghasilkan penghematan sebesar 4,68%.

5. Kesimpulan

Perancangan model optimasi sistem produksi dan persediaan multi produk pada *two-echelon supply chain* telah dilakukan berdasarkan prinsip *coordinated replenishment*. Pada tingkat pabrik dilakukan *multi-item batch production system* dengan memperhitungkan siklus pemesanan pada seluruh *retailers* yang disuplai untuk menjamin terpenuhinya seluruh permintaan *retailers*. Sedangkan pada tingkat *retailer*, penentuan siklus pemesanan tiap jenis produk berdasarkan kelipatan siklus pemesanan *based product*, sehingga tiap siklus pemesanan *based product* tidak selalu dipesan semua jenis produk yang ada. Hal ini untuk efisiensi total biaya persediaan di tingkat *retailer* dibandingkan dengan pemesanan yang dilakukan untuk semua jenis produk pada tiap siklus pemesanan.

Pengembangan model optimasi lebih lanjut dapat memperhitungkan pola permintaan dan lead time probabilistik yang terjadi pada masing-masing *retailer* untuk tiap jenis produk. Pada tingkat pabrik, dimungkinkan adanya penurunan tingkat kualitas hasil produksi yang terkait dengan keandalan fasilitas produksi, sehingga dapat dimasukkan dalam model optimasi *batch* produksi multi produk dengan mempertimbangkan tingkat kualitas serta jadwal perawatan yang dibutuhkan.



6. Daftar rujukan

- [1] Hill, R.M. (1999) "The optimal production and shipment policy for the single vendor single buyer integrated production-inventory model", *International Journal of Production Research*, Vol. 37, pp. 2463-2475.
- [2] Axsäter, S. dan Zhang, W.F. (1999) "A joint replenishment policy for multi-echelon inventory control", *International Journal of Production Economics*, Vol. 59, No. 1-3, pp. 243-250.
- [3] Abdul-Jalbar, B., Gutiérrez, J., Puerto, J., dan Sicilia, J. (2003) "Policies for inventory/distribution systems: the effect of centralization vs. Decentralization", *International Journal of Production Economics*, Vol. 81-82, pp. 281-293.
- [4] Goyal, S.K., Nebebe, F. (2000) "Determination of economic production-shipment policy for a single vendor single buyer system", *European Journal of Operational Research*, Vol. 121, pp. 175-178.
- [5] Rempala, R. (2003) "Joint replenishment multiproduct inventory problem with continuous production and discrete demands", *International Journal of Production Economics*, Vol. 81-82, pp. 495-511.
- [6] Bylka, S. (2003) "Competitive and cooperative policies for the vendor-buyer system", *International Journal of Production Economics*, Vol. 81, pp. 533-544.
- [7] Yau, M.J., Chiou, C.C. (2004) "On a replenishment coordination model in an integrated supply chain with one vendor and multiple buyers", *European Journal of Operational Research*, Vol. 159, No. 2, pp. 406-419.
- [8] Hill, R., Omar, M. (2006) "Another look at the single vendor single buyer integrated production-inventory problem", *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 4, pp. 791-800.
- [9] Sarmah, S.P., Acharya, D., Goyal, S.K. (2006) "Buyer vendor coordination models in supply chain management", *European Journal of Operational Research*, Vol. 175, 1-15.
- [10] Zhou, Y., Wang, S. (2007) "Optimal production and shipment models for a single vendor single buyer integrated system", *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, No. 1, pp. 309-328.
- [11] Chan, C., Kingsman, B. (2007) "Coordination in a single vendor multi buyer supply chain by synchronizing delivery and production cycles", *Transportation Research Part E*, Vol. 432, No. 2, pp. 90-107.
- [12] Ertogral, K., Ben-Daya, M., Darwish, M. (2007) "Optimal production and shipment lot sizing in a two layer supply chain", *European Journal of Operational Research*, Vol. 176, No. 3, pp. 1592-1606.
- [13] Ben-Daya, M., Darwish, M., and Ertogral, K. (2007) "The joint economic lot sizing problem: Review and extensions", *European Journal of Operational Research*, in press.
- [14] Silver, E.A., Pyke, D.F., dan Peterson, R. (1998) *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, Third Edition, John Wiley and sons, Inc., New York.