

SEMINAR SISTEM PRODUKSI X

P R O S I D I N G

Bandung - Indonesia

9 - 10 Oktober 2012

Kata Sambutan Dari Ketua Panitia Seminar Sistem Produksi ke-X

Yang terhormat Dekan Fakultas Teknologi Industri ITB, Ketua Kelompok Keahlian Sistem Manufaktur, Rekan – Rekan Pengajar dan Peneliti, serta Rekan – Rekan Pelajar,

Saya ucapkan selamat datang pada Seminar Sistem Produksi ke – X. Setelah sempat tertunda selama satu tahun, akhirnya kita semua dapat bertemu lagi dalam forum seminar ini. Acara seminar ini, pada awalnya bernama Seminar Nasional Sistem Produksi dan pertama kali diselenggarakan secara rutin sejak tahun 1989 di kota Bandung. Sejak tahun tersebut kami berusaha mengadakan acara ini setiap dua tahun sekali, walaupun sempat tertunda beberapa kali, hingga akhirnya pada tahun ini acara ini dapat terselenggara lagi di kota pertama acara ini diselenggarakan.

Tujuan dari acara seminar ini adalah untuk menjadi sebuah forum untuk bertukar informasi mengenai hasil-hasil penelitian dalam bidang sistem manufaktur, kemudian juga untuk memfasilitasi diskusi antara para peneliti dan akademisi dalam berbagai isu yang dihadapi sistem manufaktur. Acara ini juga diharapkan dapat mempererat ikatan kekeluargaan antar para peneliti yang mungkin berasal dari berbagai institusi yang berbeda sehingga jarang bertemu.

Pada hari ini dan keesokan hari nanti, akan dipresentasikan 69 makalah hasil penelitian dari para peserta seminar. Kami berharap setiap presentasi tersebut akan memberikan ide dan gagasan baru bagi rekan-rekan peneliti yang dapat timbul dari diskusi ilmiah yang akan dilakukan.

Dengan kembali diselenggarakannya acara ini di Kota Bandung, mudah-mudahan rekan-rekan peserta juga dapat memperbarui kembali semangatnya untuk melakukan penelitian sehingga dapat memberikan kontribusi bagi bidang keilmuan yang kita tekuni. Terakhir, kami mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan peserta yang berpartisipasi dalam acara ini. Semoga keikutsertaan kita semua dalam acara ini dapat memberikan hasil positif bagi diri kita pribadi maupun juga bidang keilmuan sistem manufaktur yang kita tekuni.

Bandung, 9 Oktober 2012

Ketua Panitia SSP X

Dr. Anas Ma'ruf

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP I

*Supply
Chain
Management*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup I *Supply Chain Management*

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Integrasi Produksi-Distribusi pada Supply Chain PT. Semen Gresik</u> <u>(Garside, A. K. & Rahmatina, I.)</u>	I-1
2.	<u>Pengembangan Model Produksi-Persediaan pada Kasus Pemasok-Pembeli dengan</u> <u>Kebijakan Pengurangan Biaya Pemesanan dan Lead Time yang Bergantung pada</u> <u>Ukuran Lot</u> <u>(Jauhari, W. A.)</u>	I-11
3.	<u>Pengembangan Metode Penentuan Ranking Pemasok Untuk Industri Energi</u> <u>(Arini, H. M., Nastiti, A. O., & Masruroh, N. A.)</u>	I- 21
4.	<u>Multi Product Supply Chain Network Design Model: A Sensitivity Analysis</u> <u>(Normasari, N. M. E. & Luong, H. T.)</u>	I-31
5.	<u>Integrasi Model Alokasi Pemesanan Bahan Baku dan Pemilihan Supplier</u> <u>(Santoso, A., Prayogo, D. N., & Farcar, E. C.)</u>	I-37

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP II

Logistik,
Transportasi,
&
Distribusi

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup II Logistik, Transportasi, & Distribusi

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Analisis Karakteristik Sistem Perencanaan dan Pengendalian Logistik di Rumah Sakit Pemerintah</u> <u>(Sulistyo, S. R. Herlinawati, Oktamara, R. & Herliansyah, M. K.)</u>	II-1
2.	<u>Optimasi Multi Objective Vehicle Routing Problem dengan Karakteristik Time Window pada Sistem Distribusi Surat Kabar Harian</u> <u>(Darmawan, A., Warisata, B., & Herianto)</u>	II-11
3.	<u>Perancangan Algoritma Ant Colony System Untuk Model VRPSDP, Studi Kasus pada Podo Marem Catering, Surabaya</u> <u>(Arlianto, J. A. & Lukito, H)</u>	II-19
4.	<u>Peningkatan Kinerja Sistem Persediaan Suku Cadang Alat Boom Sprayer dengan Simulasi Monte Carlo. Studi Kasus : PT XYZ</u> <u>(Apriandana, D. & Iskandar, B. P.)</u>	II-28
5.	<u>Prototipe Simulator untuk Visualisasi Perjalanan Pengambilan Pesanan dalam Gudang Multiblok</u> <u>(Mathilda, V. C. & Suprayogi)</u>	II-35
6.	<u>Model Penentuan Lokasi Barak Pengungsian dan Gudang Pemasok Dalam Penanggulangan Bencana Alam</u> <u>(Nugraha, I. K. & Halim, A. H.)</u>	II-48

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP III

Quality

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup III *Quality*

No	Judul Paper (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Implementasi Desain Eksperimen Metode Taguchi untuk Penurunan Prosentase Koran Cacat Cetak</u> (Adiaksa, R. G.)	III-1
2.	<u>Analisis Cacat Produk Susu Bubuk Formula dengan Metode TRIZ-SIX SIGMA</u> (Darmawan, A., Puspitasari, F. I. K., & Herianto)	III-13
3.	<u>Pengendalian Kualitas Produk Outsole pada PT FRAMINDO</u> (Permadi, D. & Agustina, R.)	III-22
4.	<u>Perancangan Perbaikan Kualitas Produk Rubber Mudflap di PT INKABA Dengan Menggunakan Metode Six Sigma</u> (Adiyono, Y., Akbar, M., & Irianto, D.)	III-31
5.	<u>Pengukuran Kriteria Malcolm Baldrige di Pelayanan Bidang Kesehatan</u> (Surbakti, F. P. S. & Kusuma, J. T.)	III-52
6.	<u>Penerapan Malcolm Baldrige di Dinas Pemadam Kebakaran Jakarta Utara</u> (Surbakti, F. P. S. & Christie, Y.)	III-62
7.	<u>Perancangan Sistem Manajemen Mutu Berdasarkan ISO 9001:2008 pada Industri Manufaktur Berskala Kecil Menengah</u> (Hendrawan, S. C., Marha, S., Akbar, M., & Irianto, D.)	III-70
8.	<u>Perancangan Parameter Dan Toleransi Secara Simultan Dengan Respon Majemuk Menggunakan Metode Taguchi Dan Simulasi Monte Carlo</u> (Pambudi, R. C. A., Rosyidi, C. N., & Damayanti R. W.)	III-80

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP IV

Scheduling

(klik pada bagian yang diinginkan)

DAFTAR ISI PROSIDING SEMINAR SISTEM PRODUKSI Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi Grup IV Scheduling

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Usulan Metode Penentuan Due Date dan Estimasi Biaya Tenaga Kerja Pesanan Make To Order di PT Presa Genta Engineering</u> (Tubagus, S. & Ma'ruf, A.)	IV-1
2.	<u>Usulan Algoritma Penjadwalan Pendukung Keputusan Negosiasi Due Date dan Alokasi Kapasitas di CV. Cipta Sinergi Manufacturing</u> (Puteri, R. D. & Ma'ruf, A.)	IV-11
3.	<u>Model Penentuan Ukuran Lot Multi-level dengan Perhitungan Backorder dan Setup Supplier Gabungan</u> (Prasetya, R. Y. & Ma'ruf, A.)	IV-21
4.	<u>Penjadwalan Flowshop 2-Mesin dengan Waktu Setup Terpisah dan Deteriorasi Linier untuk Meminimasi Makespan dan Total Tardiness</u> (Tantrika, C. F. M., Efranto, R. Y., Sari, R. A.)	IV-32
5.	<u>Penjadwalan Batch pada Mesin Tunggal dengan Efek Learning Linier untuk Meminimumkan Total Waktu Tunggu Aktual</u> (Yusriski, R., Samadhi, T. M. A. A., Sukoto, & Halim, A. H.)	IV-40
6.	<u>Optimasi Penjadwalan Flowshop Hibrid Dua Tingkat Menggunakan Algoritma Genetik</u> (Purnomo, M. R. A.)	IV-51
7.	<u>Model Optimasi Penjadwalan Proses Slitting Material Roll dengan Multi Objective Programming</u> (Prayogo, D. N.)	IV-58
8.	<u>Usulan Sistem Pengendalian Produksi dengan Pendekatan Theory of Constraints</u> (Febrianti, S. G. & Wangsaputra, R.)	IV-65
9.	<u>Usulan Model Pemilihan Pesanan & Perencanaan Kapasitas Pada Perusahaan Make-To-Order CV. Cipta Sinergi Manufacturing</u> (Ma'ruf, A. & Kaysai, K.)	IV-76
10.	<u>Perancangan Sistem Penjadwalan Flexible Job Shop Berbasis Agen Menggunakan</u>	IV-86

(klik pada bagian yang diinginkan)

DAFTAR ISI PROSIDING SEMINAR SISTEM PRODUKSI Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Lelang Heuristic

(Ma'ruf, A. &Kurniawan, B.)

- | | | |
|-----|---|--------|
| 11. | <u>Model Penempatan Part Pada Hanger Dengan Metoda Algoritma Genetik Dan
Penjadwalan Hanger Dengan Satu Crane Di Bagian Surface Treatment PT Dirgantara
Indonesia</u>
<u>(Rachmasetia, R. I., Damayanti, D. D., Poeri, P.)</u> | IV-96 |
| 12. | <u>Model Penerimaan dan Penjadwalan Order untuk PT Garuda Maintenance Facilities
AeroAsia</u>
<u>(Sumapung, M. &Suprayogi)</u> | IV-111 |
| 13. | <u>Penentuan Jumlah Peralatan dalam Aktivitas Pemanenan Buah Nanas</u>
<u>(Pinem, P. G. & Suprayogi)</u> | IV-122 |

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP V

*Manufacturing
Strategy
&
Green
Development*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup V *Manufacturing Strategy & GreenDevelopment*

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Penentuan Kriteria Daya Saing Industri Manufaktur Dengan Pendekatan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</u> <u>(Lukmandono, Tontowi, A. E., Sudiarso, A., & Utomo, H.)</u>	V-1
2.	<u>Manajemen Rantai Pasok Berwawasan Lingkungan (Green Supply Chain Management): Klasifikasi Topik dan Metodologi Riset</u> <u>(Yudoko, G.)</u>	V-9
3.	<u>Pengembangan Model Marketing Mix Perguruan Tinggi</u> <u>Studi Kasus pada Perguruan Tinggi di Kota Bandung</u> <u>(Pardiyono, R. & Wiratmadja, I. I.)</u>	V-19
4.	<u>Pengembangan Model Pemilihan Teknologi</u> <u>Studi Kasus Pemilihan Teknologi Boiler Batu Bara Pembangkit Listrik Tenaga Uap</u> <u>(Febrian, M. & Wiratmadja, I. I.)</u>	V-29
5.	<u>Pengembangan Model Penerimaan Teknologi Layanan Listrik Pra Bayar</u> <u>Studi Kasus Pengguna Listrik Pra Bayar Masyarakat Kota Bandung</u> <u>(Hidayat, M. A. & Wiratmadja, I. I.)</u>	V-37
6.	<u>Analisa Kelayakan Strategi Bisnis WiFi over Picocell Sebagai Solusi 3G Offloading</u> <u>Layanan Mobile Internet pada Area Network Congestion. Studi Kasus : Operator Telekomunikasi PT. XYZ dengan Lokasi Senayan City</u> <u>(Wadud, A. A. & Segoro, W.)</u>	V-46

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP VI

*Industrial
Cluster
&
IMKM*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup VI *Industrial Cluster & IMKM*

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Identifikasi dan Pemetaan Klaster Industri Komponen Otomotif Berbasis Karet di Indonesia</u> (Sugiarto, D., Dewayana, T. S., & Hetharia, D.)	VI-1
2.	<u>Pengaruh Supply Chain Management Terhadap Kinerja Operasional Perusahaan</u> (Rahadi, D. R.)	VI-9
3.	<u>Model Pemilihan Teknologi pada Rumah Kemas Industri Kecil Menengah</u> (Istikowati, R. & Wiratmadja, I. I.)	VI-15
4.	<u>Studi Pemetaan dan Identifikasi Potensi Industri Makanan Tradisional di Jawa Timur</u> (Prasetyawan, Y. & Suef, M.)	VI-27
5.	<u>Pengembangan Model Stabilisasi Harga dan Pasokan Benang Dengan Sumber Pendanaan Resi Gudang Bagi Jaringan Produksi Industri Kecil dan Menengah</u> (Makki, A. I. & Samadhi, T. M. A. A.)	VI-37

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP VII

Lean

Manufacturing

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup VII *Lean Manufacturing*

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Pengembangan Model Lean Assessment dengan Memperhatikan Kesiapan Komponen Teknologi untuk Industri Kecil dan Menengah (IKM)</u> (Anggrahini, D. & Samadhi, T. M. A. A.)	VII-1
2.	<u>Studi Perbaikan Mutu Produksi Dengan Penerapan Grey FMEA dalam Lean Six Sigma di Industri Bola Lampu</u> (Siregar, K. & Sinaga, T. S.)	VII-11
3.	<u>Changing Push System Strategy to Pull System Strategy for Minimizing Inventories in an Automotive Industry</u> (Pandhira, D. K., Akbar, M., & Irianto, D.)	VII-21
4.	<u>Pendekatan Lean Risk sebagai Upaya untuk Mereduksi Waste pada Proses Produksi Galon "X"</u> (Setyanto, N. W., Astuti, M., Efranto, R. Y., & Cristianto, D.)	VII-29

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP VIII

*Product
Development,
Warranty,
&
Reliability*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup VIII Product Development, Warranty, & Reliability

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Kebijakan Persediaan Suku Cadang Pesawat Terbang untuk Mendukung Kegiatan Maintenance di PT GMF Aero Asia dengan Menggunakan Metode Continuous Review</u> (Aisyati, A., Jauhari, W. A., & Muhbiantie, R. T. Y.)	VIII-1
2.	<u>Pengembangan Metode Prob-FMEA Berbasis Integrasi FMEA dan FTA</u> (Adiaksa, R. G.)	VIII-9
3.	<u>Model Pemetaan Pengetahuan Proses Menggunakan Penyebaran Fungsi Kualitas Fuzzy (Studi Kasus Pembuatan Barang Jadi Karet)</u> (Sugiarto, D., Saragih, J., & Fitriana, R.)	VIII-18
4.	<u>Penerapan Metode ValueEngineering Pada Pengembangan Desain Jamban Sehat dan Ekonomis (Studi Kasus : Pengusaha Sanitasi Jawa Timur)</u> (Cahyono, M. J. N. & Trisunarno, L.)	VIII-28
5.	<u>Perancangan Proposed Maintenance Task Berdasarkan Reliability Centered Maintenance II</u> (Studi Kasus: Sub Sistem Waste Water Treatment di PT X) (Prasetyawan, Y., & Mayangsari, D. N.)	VIII-37
6.	<u>Perencanaan Perawatan Mesin-mesin Produksi Bracket di Divisi Mesin Industri dan Jasa PT. Pindad dengan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance)</u> (Gultom, E. I. R. & Sukoyo)	VIII-46

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP IX

*Optimization
&
Data Mining*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup IX Optimization & Data Mining

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Pembuatan Model Simulasi dalam Rangka Perancangan Reconfigurable Manufacturing System</u> <u>(Zagloel, T. Y. M., Ardi, R., & Winoto, I.)</u>	IX-1
2.	<u>Model Optimisasi Multi-Objektif Perancangan Pegas Ulir Tekan Pada Produk Lock Case</u> <u>(Hayyunusuki, A., Rosyidi, C. N., & Jauhari, W. A.)</u>	IX-9
3.	<u>Model Multinomial Logit Untuk Menentukan Harga Optimal Paket Blackberry Internet Service (BIS) (Studi Kasus : Telkomsel dan Indosat)</u> <u>(Timur, D. P., Aisyati, A., & Rosyidi, C. N.)</u>	IX-18
4.	<u>Pengembangan Model Perencanaan Penggabungan (Rezoning) Lahan Perkebunan di PT Great Giant Pineapple</u> <u>(Tambun, A. A. P. & Ma'ruf, A.)</u>	IX-27
5.	<u>Model Penentuan Akselerasi Aktivitas Budidaya Nanas untuk Rezoning Lahan Perkebunan di PT XYZ</u> <u>(Prabowo, W. A. & Iskandar, B. P.)</u>	IX-35

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP X

Manufacturing Process

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup X *Manufacturing Process*

No	Judul Makalah (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Rekayasa Ulang Proses Bisnis Sistem Distribusi Dokumen Teknik di Perusahaan Otomotif X</u> (Larasati, S., Rosyidi, C. N., & Aisyati, A.)	X-1
2.	<u>Perancangan Fasilitas dengan Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment) dan Pendekatan AHP (Analytical Hierarchy Process) di PT.Carsurindo Siperkasa</u> (Ginting, R. & Tumanggor, M.)	X-11
3.	<u>Bagaimana IDEFO Dapat Digunakan Untuk Menganalisa dan Merekomendasikan Peningkatan Kinerja Sistem</u> (Studi Kasus: Sistem Manufaktur) (Budiarto, S. & Trisurno, L.)	X-23
4.	<u>Pengembangan Model Robust Cellular Manufacturing System yang Mempertimbangkan Kapasitas Mesin, Fleksibilitas Urutan Proses dan Perubahan Demand</u> (Khannan, M. S. A. & Ma'ruf, A.)	X-35
5.	<u>Pengembangan Model Simulasi Hanger pada CAA Line Departemen Surface Treatment PT. Dirgantara Indonesia</u> (Wibowo, T. A. & Sukoyo)	X-43

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

GRUP XI

*Automation
&
Artificial
Intelligence*

(klik pada bagian yang diinginkan)

**DAFTAR ISI PROSIDING
SEMINAR SISTEM PRODUKSI**
Bandung, 9 - 10 Oktober 2012

Daftar Isi

Grup XI Automation & Artificial Intelligence

No	Judul Paper (Pengarang)	Halaman
1.	<u>Pengembangan Metode Perencanaan Inspeksi Berbantuan Komputer Berbasis Fitur Pemesinan</u> (Gumilar, G. & Ma'ruf, A.)	I-1
2.	<u>Perancangan Perangkat Lunak Pengklasifikasi Gambar Produk Berdasarkan Fitur Produk di Bengkel Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bandung dalam Lingkungan Production Based Education</u> (Danadibrata, A. P. & Wangsaputra, R.)	I-21
3.	<u>Pengembangan Abnormality Detection System Dalam Peta Kendali Proses Pada Produksi Komponen Oil Lock Collar Pada PT Sinar Terang Logam Jaya</u> (Darmawan, A. & Wangsaputra, R.)	I-31
4.	<u>Pengembangan Metode Motif Recognition Dengan Jaringan Saraf Tiruan (JST) Backpropagation Untuk Mendukung Sistem CAD Batik</u> (Asmal, S., Sudiarso, A., Wibisono, A., & Subagyo)	I-42
5.	<u>Estimasi Waktu Total Permesinan Dan Biaya Proses Produksi Menggunakan Metode Berbasis Fitur Untuk Komponen Dies Pada PT Presa Genta Engineering</u> (Chaira, A. & Ma'ruf, A.)	I-53

Integrasi Produksi-Distribusi pada Supply Chain PT. Semen Gresik

Annisa Kesy Garside[†]

Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang
Jalan Raya Tlogomas 246, Malang, 65144
Tel: 0341-464318, Fax: 0341-460435
Email: annisa_garside@yahoo.com

Intan Rahmatina

Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang
Jalan Raya Tlogomas 246, Malang, 65144
Tel: 0341-464318, Fax: 0341-460435
Email: intan_nop8@yahoo.co.id

Abstrak. Kebutuhan semen Gresik di wilayah Jawa Timur dipenuhi melalui produksi pada 2 pabrik dan distribusi dengan melibatkan 3 gudang penyangga dan 50 distributor. Dengan kompleksnya *supply chain* yang dimiliki PT. Semen Gresik maka diperlukan koordinasi antar pabrik, gudang penyangga dan distributor dalam pengambilan keputusan produksi dan distribusi sehingga total biaya *supply chain* dapat ditekan seminimal mungkin. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model integrasi produksi-distribusi pada empat eselon *supply chain* yang terdiri dari pabrik klinker, pabrik semen, gudang penyangga dan distributor. Model diformulasikan sebagai *Mixed Integer Programming* (MIP) dengan fungsi tujuan meminimasi total biaya operasi *supply chain* yang terdiri dari biaya produksi, persediaan dan pengiriman dengan mempertimbangkan batasan kapasitas pabrik klinker dan semen, keseimbangan persediaan di pabrik klinker dan semen, persediaan minimum, kebutuhan klinker untuk produksi semen, kapasitas silo, keseimbangan persediaan di gudang penyangga, permintaan distributor, kapasitas angkut kendaraan, dan waktu tersedia untuk tiap kendaraan. Dengan mengimplementasikan model diperoleh penghematan sebesar Rp 4.453.175.000 atau 0,95% dalam kurun waktu 2 bulan.

Kata kunci: *supply chain*, integrasi produksi-distribusi, semen, *mixed integer programming*.

1. PENDAHULUAN

Persaingan dan pasar global telah mendorong perusahaan untuk mengembangkan *supply chain* yang dapat merespon kebutuhan konsumen secara cepat. Supaya tetap kompetitif, perusahaan harus mampu mengurangi biaya operasi dan tingkat persediaan di sepanjang *supply chain* serta secara terus-menerus meningkatkan pelayanan ke konsumen. Menurut Chen (2004), pengurangan persediaan sepanjang *supply chain* akan membawa ke hubungan yang lebih dekat diantara fungsi produksi dan distribusi. Sebagai akibatnya, perusahaan harus beralih dari pengambilan keputusan yang bersifat terpisah menjadi menjadi terkoordinasi dan terintegrasi diantara fungsi-fungsi yang ada (Thomas and Griffin, 1996).

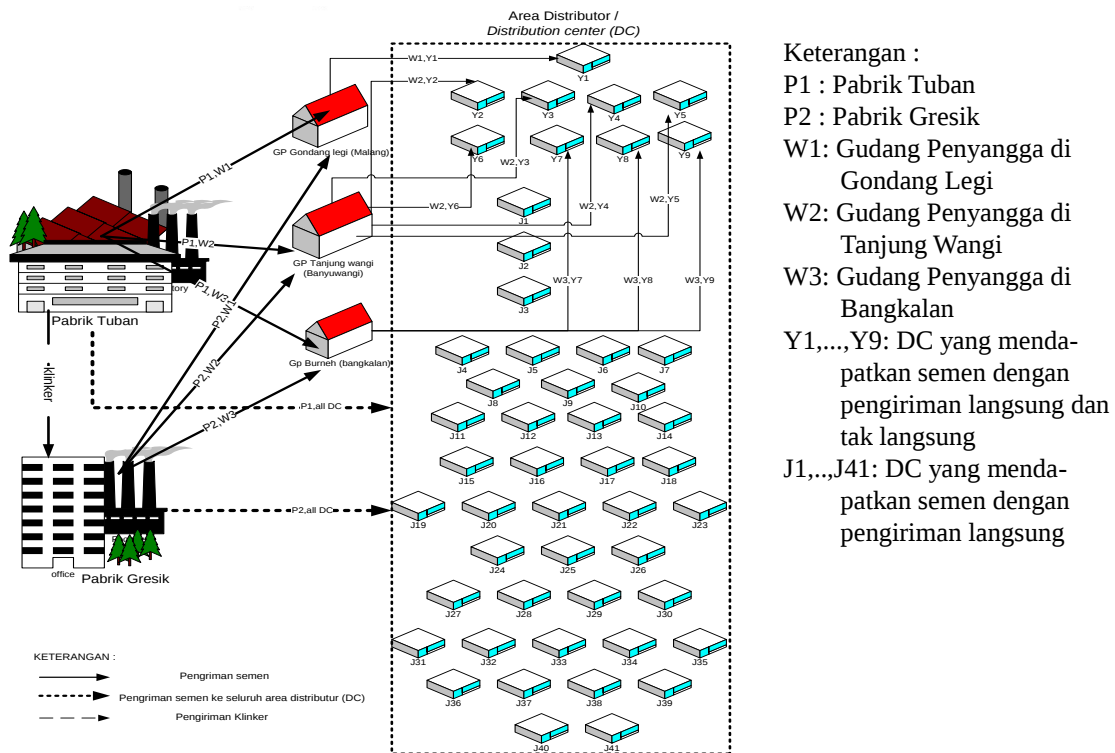
PT. Semen Gresik merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri semen dengan kapasitas total produksi kurang lebih 9 juta ton pertahun. Dari kapasitas tersebut, hampir setengahnya dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan semen di Jawa Timur. Untuk mendukung pemenuhan tersebut, semen diproduksi dari 2 pabrik yang berlokasi di Tuban dan Gresik serta didistribusikan melalui 3 gudang penyangga dan 50 distributor (DC) yang tersebar di Jawa Timur. Selama ini departemen produksi, departemen pengadaan dan pengelolaan persediaan, serta departemen distribusi dan transportasi PT. Semen Gresik belum mengambil keputusan yang terintegrasi dalam membuat rencana produksi, persediaan dan distribusi. Departemen produksi menentukan rencana produksi dengan mempertimbangkan permintaan dan kapasitas, selanjutnya departemen pengadaan dan pengelolaan persediaan melakukan rencana penyimpanan semen di gudang, terakhir departemen distribusi dan transportasi menentukan rencana pendistribusian. Dengan kompleksnya *supply chain* yang dimiliki PT. Semen Gresik dalam memenuhi kebutuhan semen di Jawa Timur, sering terjadi permasalahan dalam menentukan kuantitas klinker yang harus dikirim dari pabrik Tuban ke Gresik. Jika kuantitas klinker yang dikirim semakin banyak maka produksi semen di Gresik akan bertambah yang

berdampak pengiriman ke Gudang Penyangga dan distributor akan lebih berfokus dari Gresik. Dari aspek biaya, maka biaya persediaan klinker di Gresik dan biaya transportasi untuk mengirimkan klinker dari Tuban ke Gresik akan meningkat. Namun efisiensi akan diperoleh jika biaya pengiriman semen dari Gresik ke seluruh gudang penyangga dan DC jauh lebih kecil daripada pengiriman semen dari Tuban. Selain itu, PT. Semen Gresik juga memiliki beberapa jenis kendaraan dengan kapasitas angkut berbeda-beda sehingga pengambilan keputusan dari mana semen dikirim dan kendaraan mana yang harus digunakan untuk mengirim semen ke gudang penyangga dan DC merupakan problem yang cukup kompleks. Kesalahan dalam mengambil keputusan akan berdampak pada tingginya biaya peniriman yang harus dikeluarkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Garside dan Rusdiansyah (2010) menunjukkan bahwa pengambilan keputusan secara terintegrasi dapat mengurangi biaya operasi sebesar 0,5% - 16,3% berdasarkan percobaan numerik pada 24 problem integrasi produksi-distribusi. Berdasarkan kelebihan pendekatan integrasi produksi-distribusi maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model integrasi produksi-distribusi sehingga dapat mengurangi total biaya produksi, pengiriman dan persediaan pada *supply chain* PT. Semen Gresik. Selain itu, penerapan model ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan *supply chain* dalam memenuhi permintaan semen konsumen di Jawa Timur.

2. PENGEMBANGAN MODEL INTEGRASI PRODUKSI-PRODUKSI

Problem produksi-distribusi yang dibahas dalam penelitian ini akan berlangsung pada *supply chain* seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1 : Struktur *supply chain* PT. Semen Gresik dengan wilayah pemasaran di Jawa Timur

Supply chain PT. Semen Gresik dimulai Pabrik Klinker yang memproduksi bahan setengah jadi yang disebut klinker di Tuban. Klinker tersebut kemudian diolah lebih lanjut menjadi semen pada unit Finishmill di Pabrik Tuban, dan sebagian klinker dikirim ke unit Finishmill di Pabrik Gresik untuk diolah lebih lanjut menjadi semen. Dalam struktur *supply chain* ini, pabrik Tuban berfungsi ganda yaitu sebagai pabrik klinker dan pabrik semen karena menjalankan dua aktivitas produksi berbeda. Selanjutnya semen didistribusikan ke DC di beberapa kota di Jawa Timur sebelum sampai ke toko-toko dan konsumen langsung. Saat ini PT. Semen Gresik memiliki 2 mekanisme distribusi untuk menjamin terpenuhinya permintaan DC yaitu pengiriman langsung dari Pabrik Semen ke tiap DC dan pengiriman tak langsung, dimana semen dikirim ke Gudang Penyangga (GP) terlebih dahulu dan selanjutnya baru dikirim ke DC. PT Semen Gresik memiliki tiga GP yang terletak di kota Malang, Banyuwangi dan Bangkalan dan 50 DC untuk membantu penyediaan dan memperlancar pendistribusian semen ke konsumen di wilayah Jawa

Timur.

Karakteristik dari problem Produksi–Distribusi yang dipertimbangkan dalam model ini adalah *Supply Chain* PT. Semen Gresik yang terdiri dari 4 eselon yaitu pabrik klinker, pabrik semen, Gudang Penyangga dan DC. Model Integrasi Produksi-Distribusi dikembangkan dengan memodifikasi model yang diusulkan Garside (2008) dalam bentuk *Mixed Integer Programming* (MIP).

Parameter

R	=	Himpunan pabrik klinker { $r = 1$ (pabrik Tuban) }
I	=	Himpunan pabrik Semen { $i = 1$ (pabrik Tuban) dan 2 (pabrik gresik) }
T	=	Himpunan dari periode waktu { $t = 1, 2$ }
k	=	Produk setengah jadi (klinker)
s	=	Produk jadi (semen)
W	=	Himpunan Gudang Penyangga { $w = 1, 2, 3$ }
J	=	Himpunan DC yang mendapatkan pengiriman secara langsung dari pabrik
Y	=	Himpunan DC yang mendapatkan pengiriman secara langsung dari pabrik dan pengiriman dari Gudang Penyangga
$V(i)$	=	Himpunan kendaraan yang dimiliki pabrik ke- i
$Pk_{r,t}^{max}$	=	Kapasitas produksi maksimum untuk membuat klinker di pabrik ke- r (ton)
$Ps_{i,t}^{max}$	=	Kapasitas produksi maksimum untuk membuat semen di pabrik ke- i (ton)
ak	=	Biaya produksi klinker (Rp / ton)
as	=	Biaya produksi Semen (Rp/ton)
ns_w	=	Kapasitas tempat penyimpanan semen pada Gudang penyangga ke- w (ton)
nk_r	=	Kapasitas silo klinker pada pabrik ke- r (ton)
ns_i	=	Kapasitas silo semen pada pabrik ke- i (ton)
hw	=	Biaya simpan semen di Gudang penyangga ke- w (Rp /ton)
hk	=	Biaya simpan klinker (Rp / ton)
hi	=	Biaya simpan semen di pabrik ke- i (Rp / ton)
$Is_{w,t}^{min}$	=	Persediaan semen minimum yang diinginkan (<i>safety stock</i>) di Gudang penyangga ke- w
$Ik_{r,t}^{min}$	=	Persediaan klinker minimum yang diinginkan (<i>safety stock</i>) di silo pabrik ke- r
$Is_{i,t}^{min}$	=	Persediaan semen minimum yang diinginkan (<i>safety stock</i>) di silo semen pabrik ke- i
$Ds_{j,t}$	=	Permintaan semen untuk DC ke- j pada periode ke- t (ton)
$Ds_{y,t}$	=	Permintaan semen untuk DC ke- y pada periode ke- t (ton)
$Bk_{r,i}$	=	Biaya pengiriman klinker dari pabrik ke- r menuju pabrik ke-2 (Rp/ton)
$Bs_{i,v}$	=	Biaya pengiriman semen dari pabrik ke- i dengan kendaraan v (Rp/jam)
$Bs_{w,v}$	=	Biaya pengiriman semen dari Gudang penyangga ke- w menuju DC ke- y (Rp/ton)
$t_{i,w}^v$	=	Waktu perjalanan dari pabrik ke- i menuju gudang penyangga ke- w dengan menggunakan kendaraan ke- $v(i)$
$t_{i,j}^v$	=	Waktu perjalanan dari pabrik ke- i menuju DC ke- j dengan menggunakan kendaraan ke- $v(i)$
$t_{i,y}^v$	=	Waktu perjalanan dari pabrik ke- i menuju DC ke- y dengan menggunakan kendaraan ke- $v(i)$
C_v	=	Kapasitas angkut maksimal untuk kendaraan ke- v (per ton)
J_v	=	Jumlah untuk kendaraan ke- v
α	=	Konversi berat semen ke berat klinker
β	=	koefisien kapasitas produksi untuk wilayah Jawa Timur (0,53)

Variabel keputusan

$Pk_{r,t}$	=	Kuantitas produksi klinker di pabrik ke- r pada periode ke- t (ton)
$Ps_{i,t}$	=	Kuantitas produksi semen di pabrik ke- i pada periode ke- t (ton)
$Ik_{r,t}$	=	Jumlah persediaan klinker di silo pabrik ke- r pada periode ke- t (ton)

- $Ik_{i2,t}$ = Jumlah persediaan klinker di silo pabrik ke-2 pada periode ke- t (ton)
 $Is_{i,t}$ = Jumlah persediaan semen di silo pabrik ke- i pada periode ke- t (ton)
 $Is_{w,t}$ = Jumlah persediaan semen di gudang penyangga ke- w pada periode ke- t (ton)
 $ys_{i,w,t}^v$ = Frekuensi pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju Gudang penyangga ke- w pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v
 $ys_{i,j,t}^v$ = Frekuensi pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju DC ke- j pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v
 $ys_{i,y,t}^v$ = Frekuensi pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju DC ke- y pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v
 $qk_{r,i2,t}$ = Kuantitas klinker yang dikirim dari Pabrik klinker ke- r menuju Pabrik ke-2 pada periode ke- t (ton)
 $qs_{i,w,t}^v$ = Kuantitas pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju GP ke- w pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v (ton)
 $qs_{i,j,t}^v$ = Kuantitas pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju DC ke- j pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v (ton)
 $qs_{i,y,t}^v$ = Kuantitas pengiriman semen dari pabrik ke- i menuju DC ke- y pada periode ke- t dengan kendaraan ke- v (ton)
 $qs_{w,y,t}$ = Kuantitas pengiriman semen dari Gudang penyangga ke- w menuju DC ke- y pada periode ke- t (ton)

$$\begin{aligned} \text{Min } \sum_{t \in T} ak.Pk_{r,t} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} as.Ps_{i,t} + \sum_{t=1}^T hk.Ik_{r,t} + \sum_{t=1}^T hk.Ik_{i2,t} + \sum_{t=1}^T \sum_{i \in I} hi.Is_{i,t} + \sum_{t=1}^T \sum_{w \in W} hw.Is_{w,t} + \\ \sum_{t \in T} Bk_{r,i2}.qk_{r,i2,t} + \sum_{i \in I} \sum_{w \in W} \sum_{t \in T} Bs_{i,w}.t_{i,w}^v.ys_{i,w,t}^v + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} Bs_{i,j}.t_{i,j}^v.ys_{i,j,t}^v + \\ \sum_{i \in I} \sum_{y \in Y} \sum_{t \in T} Bs_{i,y}.t_{i,y}^v.ys_{i,y,t}^v + \sum_{w \in W} \sum_{t \in T} Bs_{w,y}.qs_{w,y,t} \end{aligned} \quad (1)$$

$$Pk_{r,t} = Pk_r^{\max} \cdot \beta \quad \forall r \in R \quad \forall t \in T \quad (2)$$

$$Ik_{r,t} = Ik_{r,(t-1)} + Pk_{r,t} - qk_{r,i2,t} - (\alpha \cdot \sum_{i=1} Ps_{i,t}) \quad \forall r \in R \quad \forall t \in T \quad (3)$$

$$Ik_{r,t} \geq Ik_{r,t}^{\min} \text{ atau } Ik_{r,t} \geq 0,2 nk_r \quad \forall r \in R \quad \forall t \in T \quad (4)$$

$$Ps_{i,t} = Ps_i^{\max} \cdot \beta \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (5)$$

$$\alpha \cdot Ps_{i,t} \leq qk_{r,i2,t} \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (6)$$

$$Ik_{i2,t} = Ik_{i2,t-1} + qk_{r,i2,t} - \alpha \cdot \sum_{i=2} Ps_{i,t} \quad \forall t \in T \quad (7)$$

$$Ik_{i2,t} \geq Ik_{i2,t}^{\min} \quad \forall t \in T \quad (8)$$

$$Is_{i,t} = Is_{i,(t-1)} + Ps_{i,t} - \sum_{v \in V(i)} \sum_{w \in W} qs_{i,w,t}^v - \sum_{v \in V(i)} \sum_{j \in J} qs_{i,j,t}^v - \sum_{v \in V(i)} \sum_{y \in Y} qs_{i,y,t}^v \quad \forall t \in T \quad \forall i \quad (9)$$

$$Is_{i,t} \geq Is_{i,t}^{\min} \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (10)$$

$$Pk_{r,t} + Ik_{r,t-1} \geq \sum_{i=1} qk_{r,i,t} + \alpha \sum_{i=2} Ps_{i,t} \quad \forall r \in R \quad \forall t \in T \quad (11)$$

$$\sum_{i=1} qk_{r,i,t} \cdot \frac{1}{\alpha} \leq \sum_{i=2} Ps_{i,t} \quad \forall r \in R \quad \forall t \in T \quad (12)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{v \in V(i)} qs_{i,w,t}^v \geq \sum_{y \in Y} qs_{w,y,t} \quad \forall w \in W, \quad \forall t \in T \quad (13)$$

$$Is_{w,t} = Is_{w,t-1} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in V(i)} qs_{i,w,t}^v - \sum_{y \in Y} qs_{w,y,t} \quad \forall w \in W, \quad \forall t \in T \quad (14)$$

$$Is_{w,t} \geq Is_{w,t}^{\min} \text{ atau } Is_{w,t} \geq 0,5 ns_w \quad \forall w \in W, \quad \forall t \in T \quad (15)$$

$$\sum_{v(i)} \sum_{i \in I} qs_{i,y,t}^v + \sum_{w \in W} qs_{w,y,t} = Ds_{y,t} \quad \forall y \in Y, \quad \forall t \in T \quad (16)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{v \in V(i)} qs_{i,j,t}^v = Ds_{j,t} \quad \forall j \in J, \forall t \in T \quad (17)$$

$$qs_{i,w,t}^v \leq C_v \cdot ys_{i,w,t}^v \quad \forall v \in V(i), \forall i \in I, \forall w \in W, \forall t \in T \quad (18)$$

$$qs_{i,j,t}^v \leq C_v \cdot ys_{i,j,t}^v \quad \forall v \in V(i), \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (19)$$

$$qs_{i,y,t}^v \leq C_v \cdot ys_{i,y,t}^v \quad \forall v \in V(i), \forall i \in I, \forall y \in Y, \forall t \in T \quad (20)$$

$$\sum_{w \in W} C_v \cdot ys_{i,w,t}^v + \sum_{j \in J} C_v \cdot ys_{i,j,t}^v + \sum_{y \in Y} C_v \cdot ys_{i,y,t}^v \leq C_v(t) \cdot j_v \quad \forall v \in V(i), \forall i \in I, \forall t \in T \quad (21)$$

$$\sum_{w \in W} t_{i,w}^v \cdot ys_{i,w,t}^v + \sum_{j \in J} t_{i,j}^v \cdot ys_{i,j,t}^v + \sum_{y \in Y} t_{i,y}^v \cdot ys_{i,y,t}^v \leq T_v(t) \quad \forall v \in V(i), \forall i \in I, \forall t \in T \quad (22)$$

$$\sum_{y \in Y} qs_{w,y,t} \leq ns_w \quad \forall w \in W, \forall t \in T \quad (23)$$

$$ys_{i,w,t}^v \geq 0 \text{ dan integer} \quad (24)$$

$$ys_{i,j,t}^v \geq 0 \text{ dan integer} \quad (25)$$

$$ys_{i,y,t}^v \geq 0 \text{ dan integer} \quad (26)$$

Fungsi tujuan dalam model yang dikembangkan adalah meminimasi total biaya operasi yang harus dikeluarkan *supply chain* PT. Semen Gresik. Total biaya tersebut terdiri dari biaya untuk memproduksi klinker, biaya produksi semen, biaya persediaan klinker di silo pabrik klinker, biaya persediaan klinker di silo pabrik Semen di Gresik, biaya persediaan di silo semen pada pabrik semen, biaya persediaan semen di gudang penyangga, biaya pengiriman klinker dari pabrik Tuban menuju pabrik semen di Gresik, biaya pengiriman dari pabrik semen ke gudang penyangga, biaya pengiriman dari pabrik menuju DC ke-j dan DC ke-y dan biaya pengiriman dari gudang penyangga menuju DC ke-y.

Fungsi pembatas pada persamaan 2 menjamin kuantitas produksi klinker sama dengan kapasitas produksi maksimum di pabrik klinker. Persamaan 3 merupakan keseimbangan persediaan klinker di silo pabrik klinker di Tuban. Sedangkan persamaan 4 menjamin bahwa persediaan klinker melebihi persediaan minimum yang diinginkan di silo pabrik klinker. Persamaan 5 menjamin kuantitas produksi semen pada pabrik Tuban dan Gresik sama dengan kapasitas produksi maksimum di kedua pabrik tersebut. Persamaan 6 menjamin klinker yang dikirim ke pabrik Gresik harus lebih besar atau sama dengan kuantitas produksi semen di pabrik Gresik. Keseimbangan persediaan klinker di silo pabrik Gresik ditunjukkan pada persamaan 7. Sedangkan persamaan 8 menjamin persediaan klinker di Pabrik Gresik lebih besar dari persediaan minimum yang diinginkan. Persamaan 9 merupakan keseimbangan persediaan semen di silo semen pabrik Tuban dan Gresik dan persamaan 10 menjamin persediaan minimum di silo semen kedua pabrik. Pembatas 11 menjamin kuantitas produksi klinker di pabrik Tuban lebih besar dari penjumlahan kuantitas klinker yang dikirim ke Pabrik Gresik dan kuantitas yang digunakan untuk memproduksi semen di Pabrik Tuban. Sedangkan persamaan 12 digunakan untuk memastikan kuantitas klinker yang dikirim dari pabrik Tuban ke pabrik Gresik tidak melebihi kapasitas produksi semen di pabrik Gresik.

Persamaan 13 menjamin kuantitas semen yang dikirim dari pabrik semen (Tuban dan Gresik) menuju gudang penyangga lebih besar dari kuantitas semen yang dikirim dari Gudang penyangga menuju DC ke-y. Sedangkan persamaan 14 merupakan keseimbangan persediaan semen di gudang penyangga. Selanjutnya persamaan 15 menjamin persediaan minimum di gudang penyangga. Pemenuhan permintaan semen di masing-masing DC ke-y dan DC ke-j dijamin dengan adanya persamaan 16 dan 17. Persamaan 18 menjamin kuantitas semen yang dikirim dari pabrik semen menuju gudang penyangga tidak melebihi kapasitas angkut tiap kendaraan. Sedangkan persamaan 19 dan 20 menjamin kuantitas semen yang dikirim dari pabrik semen menuju DC ke-y dan DC ke-j tidak melebihi kapasitas angkut tiap kendaraan. Persamaan 21 merupakan batasan yang menghubungkan total frekuensi pengiriman, kapasitas angkut dan jumlah kendaraan pada tiap jenis kendaraan ke-v. Persamaan 22 menjamin total waktu yang digunakan untuk pengiriman semen ke gudang penyangga dan DC tidak melebihi kapasitas waktu yang dimiliki tiap kendaraan. Persamaan 23 menjamin jumlah kuantitas semen yang dikirim dari gudang penyangga menuju DC ke-y tidak melebihi kapasitas gudang penyangga. Sedangkan persamaan 24, 25 dan 26 menjamin frekuensi pengiriman semen dari pabrik semen menuju gudang penyangga, frekuensi pengiriman semen dari pabrik semen menuju DC ke-j dan DC ke-y lebih besar sama dengan nol dan bernilai integer.

3. IMPLEMENTASI MODEL INTEGRASI PRODUKSI-PRODUKSI

Model diimplementasikan untuk mendapatkan rencana produksi-distribusi selama dua bulan yaitu bulan Oktober dan November 2011. Hasil *running* model dengan menggunakan software LINGO memberikan solusi dengan total biaya sebesar Rp 463.818.099.600. Informasi jumlah produksi klinker dan semen pada tiap bulan ditunjukkan pada Tabel 1. Sedangkan persediaan klinker dan semen di pabrik Tuban dan Gresik ditunjukkan pada Tabel 2. Dari Tabel 1 dapat dilihat klinker hanya diproduksi di pabrik Tuban namun sebagian klinker akan dikirim untuk diproduksi menjadi semen di pabrik Gresik dan sisa klinker yang tidak diproduksi akan menjadi persediaan seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Jumlah klinker yang dikirim ke Pabrik Gresik berturut-turut sebesar 33.923 dan 28.355 ton untuk bulan Oktober dan November 2011.

Tabel 1: Kuantitas produksi klinker dan semen (ton)

Bulan	Pabrik Tuban		Pabrik Gresik
	Klinker	Semen	Semen
Oktober 2011	387.850	409.504	42.404
November 2011	285.954	336.085	35.444

Tabel 2: Persediaan klinker dan semen (ton)

Bulan	Pabrik Tuban		Pabrik Gresik	
	Klinker	Semen	Klinker	Semen
Oktober 2011	79.876	234.010	22.235	24.487
November 2011	68.607	389.478	22.235	15.000

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa persediaan semen baik di di Pabrik Tuban dan Gresik cukup tinggi dikarenakan kebijakan *safety stock* baik klinker maupun semen untuk pabrik Tuban adalah 0,2 dari kapasitas silo sedangkan untuk pabrik Gresik sebesar 0,5.

Solusi berikutnya berupa informasi pengiriman semen dari pabrik Tuban dan Gresik ke Gudang penyangga pada Tabel 3. Informasi tersebut berupa kuantitas semen yang dikirim dari masing-masing pabrik, frekuensi pengiriman dan kendaraan mana yang melakukan pengiriman. Selama 2 bulan perencanaan, gudang penyangga Bangkalan tidak mendapatkan pengiriman semen dari kedua pabrik. Sehingga pada akhir bulan diperoleh persediaan di masing-masing gudang penyangga seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Persediaan semen di gudang penyangga Bangkalan diperoleh dari stock bulan september 2011 karena tidak ada pengiriman semen ke gudang penyangga tersebut.

Tabel 3: Informasi pengiriman semen ke gudang penyangga

Bulan	Pabrik	GP	Kuantitas pengiriman (ton)	Kendaraan	Frekuensi Pengiriman
Oktober 2011	Tuban	W1	150	Traler pendek	3
		W1	2030	Traler panjang	29
		W2	8	Colt diesel	1
		W2	11550	Traler panjang	165
	Gresik	W2	12	Engkel	1
November 2011	Tuban	W2	25	Tronton pendek	1
		W2	3389	Tronton gandeng	97

Tabel 4: Jumlah persediaan semen di gudang penyangga (ton)

Bulan	Malang (W1)	Banyuwangi (W2)	Bangkalan (W3)
Oktober 2011	5.023	10.000	13.600
November 2011	5.000	10.000	13.600

Keputusan pengiriman semen dari pabrik Tuban dan Gresik untuk 41 DC ke-j dapat dilihat pada Tabel 5. Informasi pengiriman tersebut hampir sama dengan Tabel 3 berupa kuantitas kirim dari masing-masing pabrik ke DC, kendaraan yang digunakan untuk melakukan pengiriman dan berapa kali pengiriman harus dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas alat angkut. Dari Tabel 5, dapat disimpulkan pengiriman ke DC pada bulan oktober 2011 lebih banyak dilakukan melalui pabrik Tuban, hal ini disebabkan jumlah produksi semen di pabrik Tuban memang jauh lebih banyak dibanding pabrik Gresik.

Tabel 5: Informasi pengiriman semen ke DC ke-j pada bulan Oktober 2011

Pabrik	DC-j	Kuantitas kirim (ton)	kendaraan	Frekuensi pengiriman	Pabrik	DC-j	Kuantitas kirim (ton)	kendaraan	Frekuensi pengiriman
Tuban	J1	5110	V7	73	Tuban	J27	11200	V7	160
	J2	40	V1	5		J29	112	V1	14
	J2	6927	V7	99		J29	15	V2	1
	J3	56	V1	7		J29	1050	V3	42
	J3	8960	V7	128		J29	30	V4	1
	J4	30	V4	1		J30	700	V6	14
	J4	26316	V7	376		J31	40	V1	5
	J5	2590	V7	37		J31	8	V4	1
	J6	60	V2	4		J31	1680	V7	24
	J6	35	V5	1		J33	25	V3	1
	J6	6620	V7	95		J33	550	V7	8
	J7	8	V1	1		J34	30	V2	2
	J7	50	V3	2		J34	1890	V7	27
	J7	7907	V7	113		J35	8	V1	1
	J8	1980	V2	132		J36	24	V1	3
	J8	4050	V4	135		J36	60	V4	2

Lanjutan Tabel 5

Pabrik	DC-j	Kuantitas kirim (ton)	kendaraan	Frekuensi pengiriman	Pabrik	DC-j	Kuantitas kirim (ton)	kendaraan	Frekuensi pengiriman
Tuban	J8	64	V5	2	Tuban	J36	35	V5	1
	J8	3650	V6	73		J36	300	V6	6
	J8	350	V7	5		J37	8	V1	1
	J9	15	V2	1		J37	150	V6	3
	J9	25	V3	1		J37	257	V7	4
	J9	2165	V7	31		J38	35	V5	1
	J10	30	V2	2		J38	840	V7	12
	J10	5319	V7	76		J39	50	V3	2
	J11	7070	V7	101		J39	2168	V7	31
	J13	112	V1	14		J41	40	V1	5
	J13	25	V3	1		J41	10820	V7	156
	J13	2098	V7	30	Gresik	J1	192	VG	3
	J14	9237	V7	132		J3	4	VA	1
	J15	2450	V7	35		J5	2	VA	1
	J16	75	V3	3		J12	4987	VF	69
	J16	6837	V7	98		J15	2	VA	1
	J17	1218	V7	18		J19	16	VA	2
	J18	8864	V1	1108		J21	785	VF	16
	J19	48	V1	6		J22	3797	VF	144
	J19	2940	V5	84		J23	3	VA	1
	J19	9730	V7	139		J24	11238	VG	161
	J20	30	V4	1		J25	18	VC	1
	J20	4328	V7	62		J26	5748	VG	83
	J21	240	V7	4		J27	2	VA	1
	J22	35	V5	1		J28	3081	VG	44
	J22	3010	V7	43		J29	4	VA	1
	J23	24	V1	3		J30	134	VG	2
	J23	5740	V7	82		J31	592	VG	9
	J25	48	V1	6		J32	12	VB	1
	J25	5320	V7	76		J35	17	VC	1
	J26	50	V6	1		J36	1	VA	1
	J27	8	V1	1		J40	717	VE	21
						J41	9	VB	1

Keterangan:

V1=VA= colt diesel, V2=VB= engkel, V3=VC= tronton pendek, V4=VD= tronton panjang, V5=VE= tronton gandeng, V6=VF= traler pendek dan V7=VG= traler panjang.

Tabel 6 menunjukkan kuantitas dan frekuensi pengiriman ke DC tipe y yang berjumlah 9. Berbeda dengan Tabel 5 maka pengiriman ke DC ini dapat dilakukan secara langsung dari pabrik dan atau melalui gudang penyangga. Sebagai contoh DC Y3

pada bulan Oktober 2011 mendapatkan pengiriman dari gudang penyangga yang terletak di Banyuwangi.

Tabel 6: Informasi pengiriman semen menuju DC ke-y pada bulan Oktober 2011

Pabrik/Gudang Peyangga	DC	Kuantitas pengiriman	Kendaraan	Frekuensi pengiriman	Pabrik/Gudang Peyangga	DC	Kuantitas pengiriman	Kendaraan	Frekuensi pengiriman
Pabrik Tuban	Y1	5	V1	1	Pabrik Tuban	Y8	8	V1	1
	Y1	31010	V7	443		Y8	8576	V7	123
	Y2	663	V1	83		Y9	8524	V7	122
	Y6	2650	V7	38	Pabrik Gresik	Y7	3600	VE	103
	Y7	5	V1	1	Gudang Banyuwangi	Y3	1231		
	Y7	2010	V7	29		Y4	2225		
						Y5	1747		

4. PEMBAHASAN

Kuantitas produksi klinker dan semen yang diperoleh pada model integrasi yang diusulkan sama dengan kondisi awal perusahaan dikarenakan adanya persamaan 2 dan 5 yang menjamin bahwa jumlah produksi sesuai dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan. Selanjutnya berdasarkan persediaan klinker dan semen pada Tabel 2, dapat disimpulkan persediaan lebih banyak terletak di Pabrik Tuban, hal ini berbeda dengan kondisi awal dimana persediaan di pabrik Gresik juga relatif banyak. Persediaan klinker di Pabrik Gresik dengan model usulan lebih kecil dibanding model awal disebabkan karena keputusan pengiriman klinker pada model usulan hanya sebesar 33.923 dan 28.355 ton untuk bulan Oktober dan November 2011, sedangkan pada model awal perusahaan sebesar 94.532 ton pada bulan Oktober 2011 dan 39.072 ton pada bulan November 2011.

Solusi pengiriman semen ke gudang penyangga dengan model usulan juga lebih sedikit dibanding dengan kondisi awal, hal ini disebabkan model usulan berusaha untuk meminimalkan biaya transportasi/pengiriman. Pengiriman melalui Gudang Penyangga membutuhkan biaya transportasi yang lebih mahal dibanding dengan pengiriman secara langsung dari pabrik. Implikasi lain dengan pengiriman lebih sedikit adalah persediaan semen di gudang penyangga seharusnya menjadi relatif kecil pada model usulan. Dengan membandingkan persediaan semen dari solusi model usulan pada Tabel 4 ternyata jumlahnya jauh lebih besar dibanding kondisi awal. Hal ini dikarenakan adanya penambahan satu pembatas berupa minimum persediaan semen di gudang penyangga pada model integrasi yang diusulkan yaitu persamaan 15. Pembatas ini ditambahkan agar gudang penyangga memiliki persediaan yang cukup sehingga dapat merespon permintaan DC yang terjadi sewaktu-waktu dan ternyata pabrik tidak bisa melakukan pengiriman. Pada model awal, persediaan di Gudang penyangga Malang dan Banyuwangi kurang dari minimum persediaan yang disyaratkan sehingga menjadi logis jika jumlah persediaan dan biaya simpannya lebih kecil dibanding dengan solusi model usulan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengiriman semen ke Gudang Penyangga lebih banyak dilakukan melalui pabrik Tuban.

Pada kondisi awal perusahaan, pabrik Tuban mengirim ke seluruh DC ke-j (J1-J41) dan pabrik Gresik hanya mengirim ke DC J1, J2, J3, dan J4. Hal ini sedikit berbeda dengan solusi model usulan, beberapa DC diantaranya DC J12 dan J24 tidak mendapatkan pengiriman dari pabrik Tuban pada bulan Oktober 2011 dan permintaan DC tersebut dipenuhi dari Pabrik Gresik. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pabrik Gresik lebih banyak melakukan pengiriman dibandingkan pada kondisi awal perusahaan, ada 22 DC yang dikunjungi pada bulan Oktober 2011. Jika melihat struktur biaya, pengiriman melalui pabrik Gresik cenderung lebih murah sehingga akan terjadi penghematan biaya pengiriman dari pabrik ke DC. Selain itu, model ini memiliki kelebihan dalam memilih kendaraan mana yang lebih efisien digunakan untuk mengirimkan karena biaya pengiriman tiap kendaraan diperhitungkan. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa sebagian besar pengiriman dilakukan dengan menggunakan traler panjang yang memiliki kapasitas angkut 70 ton terutama pada DC-DC dengan permintaan tinggi sehingga frekuensi dan biaya pengiriman lebih dapat diminimalkan.

Berdasarkan perbandingan solusi rencana produksi-distribusi antara model awal perusahaan dan usulan diperoleh beberapa perbedaan yang berimbas pada struktur biaya yang harus dikeluarkan. Tabel 7 menunjukkan perbandingan biaya yang harus dikeluarkan pada kedua model selama 2 bulan perencanaan. Dari uraian sebelumnya dijelaskan bahwa jumlah produksi klinker dan semen dari kedua model adalah sama sehingga diperoleh biaya produksi klinker dan semen sama antara kedua model.

Tabel 7: Perbandingan total biaya *supply chain* pada model awal dan usulan (Rp)

Komponen biaya	Biaya pada model awal	Biaya pada model usulan
Produksi klinker	323.425.920.000	323.425.920.000
Produksi semen	98.812.440.000	98.812.440.000
Persediaan klinker di pabrik Tuban	367.440.000	712.723.200
Persediaan klinker di pabrik Gresik	437.256.000	213.456.000
Persediaan semen di silo Pabrik	556.166.400	795.570.000
Persediaan semen di gudang penyangga	431.355.900	626.047.000
Pengiriman klinker ke Pabrik Gresik	4.382.211.200	2.042.718.400
Pengiriman semen ke gudang penyangga	4.346.350.000	2.205.730.400
Pengiriman semen dari pabrik ke DC -j	28.321.297.050	24.883.691.950
Pengiriman semen dari pabrik ke DC-y	5.359.904.450	9.816.827.400
Pengiriman semen dari GP ke DC-y	1.830.933.600	291.640.050
Total biaya yang dikeluarkan	468.271.274.600	463.818.099.600

Biaya persediaan klinker di pabrik Tuban pada model usulan lebih banyak karena sebagian besar klinker digunakan untuk produksi semen di Pabrik Tuban dan hanya sebagian kecil dikirim ke Pabrik Gresik. Naiknya biaya persediaan klinker di Tuban diimbangi dengan turunnya biaya pengiriman klinker ke pabrik Gresik. Demikian pula biaya persediaan semen di silo dan gudang penyangga lebih tinggi pada model usulan dikarenakan pada model usulan sudah mempertimbangkan minimum persediaan yang harus ada pada masing-masing silo sehingga jumlah persediaan cenderung lebih banyak dibanding model awal. Penghematan biaya terbanyak diperoleh dari biaya pengiriman semen ke DC-j seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

5. KESIMPULAN

Model integrasi produksi–distribusi untuk *supply chain* PT. Semen Gresik diformulasikan sebagai MIP dengan fungsi tujuan minimasi biaya yang meliputi biaya produksi, biaya persediaan dan biaya pengiriman. Dengan mengimplementasikan model integrasi produksi-distribusi diperoleh total biaya yang dikeluarkan *supply chain* adalah sebesar Rp 463.818.099.600 sedangkan total biaya awal sebesar Rp 468.271.274.600 atau terjadi penghematan sebesar Rp 4.453.175.000 selama 2 bulan perencanaan.

REFERENSI

- Chen, Z. (2004) Integrated production and distribution operations : taxonomy, models, review, *Handbook of Quantitative Supply chain Analysis : Modelling in the E-Business Era*, Kluwer Academic Publishers.
- Garside, A.K. (2008) Model simultan dan decoupled untuk penyelesaian problem integrasi produksi-persediaan-distribusi-persediaan, *Jurnal Teknik Industri - Universitas Kristen Petra*, 10 (1).
- Garside, A.K., dan Rusdiansyah, A. (2010) An integrated model for production, inventory and distribution problem with direct shipment, *Int. J. Business Performance and Supply Chain Modelling*, 2(1), 45-60.
- Thomas, D.J., dan Griffin, P.M. (1996) Coordinated supply chain management, *European Journal of Operational Research*, 94, 1-15.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

AnnisaKesy Garside adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Penulis mendapatkan gelar S.T. dan M.T. dari Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Surabaya secara berturut-turut pada tahun 1998 dan 2007. Topik penelitian yang digelutinya adalah bidang *supply chain management*, sistem distribusi serta perencanaan dan pengendalian produksi. Alamat e-mail beliau adalah annisa_garside@yahoo.com.

Intan Rahmatina adalah alumni Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah. Ia mendapatkan gelar S.T pada tahun 2010. Alamat e-mail beliau adalah intan_nop8@yahoo.co.id.