Industrial Engineering Department

PROCEEDINGS

1st Annual Conference on Industrial and System Engineering

Supply Chain Management dalam Pengelolaan Energi Nasional Menuju Industri yang Berdaya Saing

Semarang, 2 Oktober 2014

Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro | http://www.industri.undip.ac.id

ISBN 978-979-97571-5-9

PROCEEDING

1ST ANNUAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING 2014

Tema:
"Supply Chain Management dalam Pengelolaan Industri dan Energi Nasional Menuju Industri yang Berdaya Saing"

Semarang, 2 Oktober 2014

Diselenggarakanoleh:

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

PROCEEDING ANNUAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING 2014
Supply Chain Management dalam Pengelolaan Industri dan Energi Nasional Menuju Industri yang Berdaya Saing

Cetakan Pertama: September 2014

Editor:
Marudut Mujur Sinaga
Demas Haryo Bismantoko
Wiwik Budiawan

Desain & Tata Sampul: Nabiel Putra Adam

ISBN: 978-979-97571-5-9

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

SUSUSAN ORGANISASI

Pengarah	: Dr. Naniek Utami Handayani
Ketua	: Wiwik Budiawan, ST MT
Wakil Ketua	: Raka Yogaswara
Sekretaris dan Koord. SieKesekretariatan	: Dyah Ika Rinawati, ST MT
Anggota	Dwi Yuni, Diery, Adit
Bendahara danKoord Sie Keuangan	: Nia Budi Puspitasari, ST MT
Anggota	Petty Primaturi, Fani, Wenny
Koord. Sie Acara	: Dr. Aries Susanty
Anggota	Siechara Hans, Julia, Reta Satriavi, Ira, Avior Bagas, Satrio, Dwi Satria, Purnima, Mumpuni Rahma Pertiwi
Koord. Sie Makalah	: Diana Puspita Sari, ST MT
Anggota	Dr. Ratna Purwaningsih Marudut Mujur, Diena, Pratiwi Vido, Christoper, Debby Anastasia
Koord. Sie Publikasi, Dekorasi dan Dokumentasi	: Ary Arvianto, ST MT
Anggota	Frans, Nabiel Putra Adam, Woro, EldindaSazida, ChristoperWimba, KharismaPanca, Meiki Alfa
Koord. Sie Dana Usaha	:Dr. HerySuliantoro
Anggota	Dwiki, Ardian, Audi, Indra, Minuita Lutfi, Dinda, Demas
Koord. Sie Konsumsi	: Diana
Anggota	Aldisa

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih sayang-Nya yang selalu diberikan, sehingga Prosiding1st Annual Conference on Industrial and System Engineering (ACISE) 2014 dapat selesai dengan baik. Prosiding 1stACISE 2014 diselenggarakan oleh Program StudiTeknik Industri Universitas Diponegoro dengan bertemakan –Supply Chain Management dalam Pengelolaan Industri dan Energi Nasional Menuju Industri yang Berdaya Saing". Acara tersebut dilaksanakan di Hotel @HOM Semarang pada tanggal 2 Oktober 2014.

Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak atas bantuan dan partisipasinya pada kegiatan ini, khususnya pihak sponsor PT. Pertamina (Persero). Tercatat sebanyak 45makalah yang diterima oleh panita. Demi menjaga kualitas makalah yang akan dipresentasikan dan diterbitkan pada prosiding, maka panitia melakukan *review* terhadap semua makalah yang diterima. Berdasarkan hasil *review* oleh tim *reviewer,* sebanyak 38 makalah dinyatakan diterima untuk dipresentasikan pada kegiatan ini.

Prosiding 1stACISE ini memuat artikel hasil penelitian dari peneliti di Indonesia yang telah dipresentasikan dan didiskusikan pada acara konferensi ini. Tujuan prosiding ini memberikan pengetahuan masyarakat luas terkait dengan peran keilmuan dalam hal pengelolaan energi. Dengan adanya konferensi ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, komunikasi dan memajukan teknologi yang terus berkembang.

Kami menyadari bahwa pelaksanaan1st ACISE tidak luput dari berbagai kekurangan walaupun panita telah melakukan usaha semaksimal mungkin dalam persiapan, untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Saran dan kritik yang membangun kami harapkan sebagai masukan untuk pelaksanaan 1st ACISE yang akan datang.

Demikian, kami ucapkan selamat mengikuti1st ACISE dan semoga kita mendapatkan manfaat dari kegiatan ini.

Semarang, 2 Oktober 2014
KetuaPanita

Analisa Kualitas Layanan Useetv Dengan Menggunakan Metode Fuzzy-Topsis Dan Quality Function Deployment (Qfd) (Studi Kasus : Pt Telkom Regional Iv)

Adiyoga Hanugra, Diana Puspitasari 1

Analisa Proses Pengembangan Produk Di Industri Pesawat Terbang Dengan Pendekatan Lean Manufacturing

(Studi Kasus Pt.X)

Resa Christa Nugraha, Putu Dana Karningsih, Dewanti 12

Analisis Desain Air Conditioner Remote Control Dengan Metode Conjoint Analysis Dari Aspek Display Dan Kontrol

Julia Fransiska, Ratna Purwaningsih 20

Analisis Potensi Kecelakaan Kerja Pada Proses Raket Dengan Metode Hazard Identification And Risk Assessment (Hira)

Dian Palupi R, Suci Dewi 28

Analisis Repair Policy Dan Preventive Maintenance Policy Untuk Mengetahui Biaya Yang Optimal Pada Mesin Mv-40 Line Cylinder Head Pt. Kubota Indonesia

Rani Rumita, Susatyo Nugoro W. P, Sri Radina Putri Nur H 38

Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness Pada Line Crankcase Pt. Kubota Indonesia

Susatyo Nugroho W. P, Rani Rumita, Wenny Dwi Hapsari 47

Analisis Waste Pada Lantai Produksi Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM)

Akiyumas Sahadewo, Bambang Suhardi, Pringgo Widyo Laksono..... 56

Benchmarking Kualitas Pelayanan Pada Unit Bengkel Resmi Yamaha Dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (Dea) (Studi Kasus Pelanggan Wilayah Kodya Semarang)

Fanie Yulistiarini, Aries Susanty.....61

Evaluasi Kinerja Pemasok Bahan Bakar Batubara Di Pt. X Menggunakan Dea/Ga

Ratna Ekawati, Hadi Setiawan, Fiscka Apriliyani 70

Kajian Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Mill Boiler Di Pabrik Gula Pakis Baru Pati

Haryo Santoso, Rani Rumita, Hutami Nuke Ardani 76

Model Inventory Untuk Dual Channel Supply Chain Dengan Pertimbangan Substitusi

Jazilatur Rizqiyah Deviabahari, Erwin Widodo 83

Model Optimasi Pricing Dengan Mempertimbangkan Risiko Online Channel Dalam Dual-Channel Supply Chain

Putri Nida Nurmaram, Erwin Widodo 91

Optimalisasi Jumlah Pesanan Dengan Pendekatan Logika Kabur Pada Gudang Pusat Lokal Chain Store

Stefani Prima Dias Kristiana, Andi Sudiarso 99

Pemilihan Strategi Bersaing Berdasarkan Strategi Supply Chain untuk Meningkatkan Kinerja Perusahaan (Studi Kasus Pt. Pelita Air Service)

Hery Suliantoro, Nadya Sella Aulia 109

Pemilihan Strategi Bisnis IKM Batik Semarang Dengan Menggunakan SWOT Matriks, QSPM (Quantitative Strategic Planning Matriks), Dan MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)

Nia Budi Puspitasari, Mumpuni Rahma Pertiwi 116

Penentuan Harga Jual Produk Dengan Mempertimbangkan Biaya Produksi Dan Faktor Intangible menggunakan Pendekatan Fuzzy Logic

Yaning Tri Hapsari, Andi Sudiarso 125

Penerapan Lean Manufacturing Pada Pt. Indoputera Utamatex Untuk Mengurangi Non-Value Added Time

Frida Soedjito, Catharina Badra Nawangpalupi, Loren Pratiwi 133

Penerapan Risk Management Dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA) Pada Line Jamu Departemen Produksi Pt. Mustika Ratu Tbk

Pringgo Widyo Laksono , Aji Bayu Sadewo 146

Pengembangan Konsep Produk Ramah Lingkungan Dengan Pendekatan Metode Green Qfd (Studi Kasus Produk Kipas Angin)

Shiecara Hans, Heru Prastawa, Sri Hartini 157

Pengembangan Model Interaksi Petani Dan Pengepul Dalam Mencapai Optimasi Global

Anita Nofiana, Bertha Maya Sopha …..... 166

Pengembangan Model Konseptual Pengaruh Customer Experience Terhadap Purchase Intention

Zelika Aprilia, Naniek Utami Handayani.....175

Pengembangan Model Konseptual Penilaian Kualitas Produk Pakaian Berdasarkan Persepsi Konsumen

Meiki Alfa Purnika, Naniek Utami Handayani.....183

Pengembangan Model Koordinasi Relawan Dengan Pendekatan Agent Based Model

Aprilla Warlisia Sandana, Bertha Maya Sopha.....191

Perancangan Algoritma Sequential Insertion Dalam Penyelesaian Permasalahan Vehicle Routing Problem Dengan Karakteristik Heterogeneous Fleet

Ary Arvianto, Aditya Hendra Setiawan, Singgih Saptadi.....201

Perbaikan Kinerja Reverse Logistic Produk Teh Botol Untuk Meningkatkan Tingkat Ketersediaan Botol Kosong Dengan Menggunakan Metode Lean Supply Chain (Studi Kasus Di Coca Cola Bottling Indonesia)

Sriyanto, Muhammad Arifin.....210

Perbaikan Kondisi Kerja Untuk Mengurangi Tingkat Kecelakaan Kerja Dengan Pendekatan Hazard Identification And Risk Assesment (HIRA)

Much Djunaidi, Indah Pratiwi, Noer Seto Bakdiono.....219

Perencanaan Strategi Bisnis Dengan Menggunakan SWOT Matriks, IE Matriks, SPACE Matriks, Dan QSPM (Studi Kasus: Banaran 9 Resort)

Purnima, Nia Budi Puspitasari..... 228

Redesain Website Perpustakaan Universitas Diponegoro Dari Aspek Interface Dengan Metode User Centered Design

Reta Satriavi, Heru Prastawa 236

Strategi Penentuan Harga Produk Sikat Gigi Kayu Sebagai Pengganti Sikat Gigi Plastik Dengan Metode Ability And Willingness To Pay (Studi Kasus : Hotel Di Semarang)

Sri Hartini, Diana Puspitasari, Nia Budi P, Dwi Yuni..... 243

Studi Empiris Perbedaan Efisiensi Produksi Pada UKM Batik Cap Yang Belum Dan Telah Tersertifikasi SNI Batik

Nur Avivah, Dyah Ika Rinawati 253

Studi Empiris Perbedaan Kualitas Produk Pada UKM Yang Belum Dan Telah Tersertifikasi SNI Batik

Pratiwi Vido Prabu Diani, Dyah Ika Rinawati..... 259

Studi Ergonomic Cognitif: Analisa Pengaruh Distraksi Terhadap Rambu-Rambu Di Jalan Demi Kenyamanan Berkendara Lalu Lintas

Dhaneswara Santya W, Ary Arvianto, Wiwik Budiawan..... 267

The Influence Of Standard Implementation For Environment Performance Indicator In Batik Small Medium Enterprise's

Dyah Ika Rinawati, Aries Susanty, Diana Puspitasari, Susatyo Nugroho 274

UJI HFACS Dengan METODE IOC Untuk STUDI GARUDA

Frieda Hariyani, Sani Sanjaya..... 286

Uji Kesetaraan Golongan Data Klaim, Komplain, Dan Inisiatif Perusahaan Terhadap Kategorisasi Kano

Mokh Suef, Suparno, Moses L. Singgih, Ronald Sukwadi, Eny Widawati 298

Usulan Model Pemilihan Supplier Bahan Baku Dop Dan Pvc Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Analytic Network Process (Studi Kasus : Pt.Indonesia Nan Ya Indah Plastics Coporation)

Darminto Pujotomo, Rizwan Adi Pribadi 306

Usulan Pengukuran Kinerja Dan Sistem Pemberian Tunjangan Perbaikan Penghasilan Karyawan Kontrak Administrasi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Marudut Mujur, Diana Puspitasari..... 312

Usulan Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Departemen Menggunakan Model Sink's Seven Performance Criteria

Lina Triastuti, Darminto Pujotomo..... 321

Analisis Pengaruh Perubahan Sistem Umpan Balik Terhadap Hasil Evaluasi Perkuliahan Dan Nilai Mahasiswa

Ronald Sukwadi*, M.M.Wahyuni Inderawati, Hotma A. Hutahaean
..... 325

MODEL *INVENTORY* UNTUK *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN* DENGAN PERTIMBANGAN SUBSTITUSI

Jazilatur Rizqiyah Deviabahari[1], Erwin Widodo[2]
[1,2]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telp. (031) 5939361
E-mail: erwin @ie.its.ac.id

ABSTRAK

Penelitian terkait model inventory dengan mempertimbangkan substitusi produk sudah banyak dilakukan. Begitu pula model inventory dalam struktur dual channel supply chain (DCSC), dimana perusahaan tidak hanya memasarkan produknya melalui offline channel (retail) tetapi juga melalui online channel. Namun penelitian-penelitian tersebut masih belum mempertimbangkan adanya substitusi ketika produk utama habis terjual. Berdasarkan gap tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menyusun model inventory pada struktur DCSC dengan mempertimbangkan adanya pengaruh substitusi. Shortage terjadi ketika produk utama mengalami stockout sedangkan masih terdapat permintaan dari customer yang belum terpenuhi, maka sebagian dari permintaan tersebut akan disubstitusikan ke produk pengganti dengan derajat substitusi tertentu dan sebagian lagi akan mengalami lost sales. Model yang disusun merupakan perluasan dari model EOI (economic order interval) deterministik dengan kriteria optimasi adalah untuk meminimasi total biaya persediaan di masing-masing channel dan sistem secara keseluruhan. Model ini selanjutnya diaplikasikan pada kasus keputusan inventory sentralisasi, dimana central warehouse memegang kendali penuh terhadap online dan offline channel.

Kata Kunci: *dual channel supply chain, inventory, substitusi*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sudah semakin maju dan modern terutama dalam bidang internet. Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), pengguna jasa internet di Indonesia semakin meningkat dengan rata-rata pertumbuhan melebihi 20% tiap tahunnya. Hal ini memberikan peluang bagi perusahaan dalam mengembangkan bisnisnya dengan tidak hanya memasarkan produknya melalui *offline channel* (*retail*) tetapi juga bisa melalui *online channel* (internet). Mekanisme distribusi gabungan antara *offline* dan *online channel* inilah yang sering disebut sebagai *dual channel supply chain* (DCSC). Contoh perusahaan yang telah menerapkan sistem *dual channel* ini antara lain adalah Hewlett-Packard (HP), IBM, Eastman Kodak, Nike, Apple, Dell, dan lain sebagainya (Teimoury et.al., 2008; Tsay et al., 2004). Menurut Pujawan (2013), adanya *online order* ini ternyata juga dipengaruhi oleh perubahan perilaku dari *customer*.

Banyak tantangan yang dihadapi oleh perusahaan ketika menerapkan sistem *dual channel* ini, diantaranya adalah semakin banyak kompetitor baru yang muncul, seperti kompetitor yang menerapkan *pure online* (Mahar et al., 2012), munculnya konflik antara *manufacturer* dengan *retail*, bagaimana *pricing policy* untuk masing-masing *channel*, serta strategi distribusi apa yang digunakan (Teimoury et.al., 2008). Selain itu perusahaan juga harus bisa mengelola sistem persediaannya dengan baik agar tidak terjadi *stockout* ataupun *excess inventory*. Persediaan sendiri adalah *on-hand stock* dari material atau aset *tangible* lain yang bisa dilihat, dihitung dan diukur pada waktu tertentu (Tersine, 1994).

Pengelolaan persediaan dalam DCSC adalah sebuah aktivitas yang cukup kompleks, perusahaan harus menghitung dengan tepat berapa persediaan yang dibutuhkan masing-masing *channel* sehingga tidak terjadi *understock* ataupun *overstock*. Menurut Yao et.al (2009), mengelola persediaan secara efektif dikedua *channel* merupakan faktor penentu keberhasilan bagi kelangsungan hidup perusahaan *click-and-mortar*. Sedangkan menurut Pujawan dan Mahendrawati ER (2010), manajemen persediaan yang baik bisa menekan biaya persediaan dan meningkatkan *service level*. Ketika jumlah produk yang dijual bervariasi dan mempertimbangkan adanya produk-produk substitusi, pengelolaan persediaan akan bertambah kompleks karena *demand* untuk masing-masing produk akan berbeda satu sama lain sehingga perhitungannya juga akan semakin sulit. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Huang et. al (2011) menunjukkan bahwa semakin tinggi derajat substitusi produk akan menyebabkan tingginya tingkat persediaan dan *expected profit*.

Penelitian dalam *dual channel supply chain* terkait *inventory management* sudah banyak dilakukan, namun dalam penelitian mereka masih belum mempertimbangkan adanya produk substitusi. Dengan adanya latar belakang masalah tersebut penelitian ini mencoba memberikan solusi berupa penyusunan model kebijakan persediaan pada struktur *dual channel supply chain* dengan melibatkan pengaruh adanya substitusi. Lebih jauh, penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan tingkat persediaan yang optimal di masing-masing *channel* sehingga mampu meminimalkan biaya total persediaan yang dikeluarkan.

Bagian selanjutnya dari paper ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 2, berisi tinjauan pustaka terkait penelitian yang dilakukan yang meliputi *inventory* (persediaan), *dual channel supply chain* (DCSC), dan produk substitusi. Bagian 3, merupakan metodologi atau langkah-langkah sistematis dalam melakukan penelitian. Bagian 4, berisi pengembangan model yang diusulkan dalam penelitian ini. Bagian 5, merupakan hasil sementara dari penelitian yang dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait pengelolaan *inventory* dengan atau tanpa substitusi produk sudah banyak dilakukan begitu pula penelitian terkait *dual channel supply chain* (DCSC). Beberapa penelitian terkait pengelolaan persediaan dalam DCSC seperti Bendoly et al. (2004), Chiang et al. (2005), Bendoly et al. (2007), Dumrongsiri et al. (2008), Mahar et al. (2009), dan lain sebagainya. Chiang et al. (2005) menyajikan model persediaan dua-eselon *dual channel* di mana persediaan disimpan di kedua gudang *manufacturer* (eselon atas) dan toko ritel (eselon bawah), dan produk tersedia dalam dua *supply channel* : toko ritel tradisional dan *internet-enabled direct channel*. Ketika terjadi *stockout* di salah satu *channel*, pelanggan akan mencari dan beralih ke *channel* lain dengan probabilitas yang diketahui. Mereka menerapkan kebijakan pengendalian persediaan *one-for-one*. Alptekinog dan Tang (2005) mempertimbangkan pemesanan dan alokasi kebijakan untuk sistem multi-eselon dengan penjualan dua *channel*. Bendoly et al. (2007) memperluas sistem persediaan dua eselon yang terdapat di Eppen dan Schrage (1981) dan meneliti situasi di mana semua toko *retail* menangani *e-fulfillment* atau tidak.

Teimoury et al. (2008) menyajikan sebuah model persediaan *dual channel* berdasarkan teori antrian dalam *supply chain manufacturer-retailer*, yang terdiri dari *traditional retail channel* dan *direct channel* dimana persediaan disimpan di kedua eselon atas dan bawah. Yao et al. (2009) mempelajari *supply chain* yang terdiri dari satu *manufacturer* dan satu *retailer* dimana *customer* dapat melakukan pembelian baik dari *retailer* atau langsung dari *manufacturer* melalui *e-tail channel*. Mereka mempelajari tiga strategi persediaan yang berbeda, yaitu strategi persediaan sentralisasi, strategi persediaan *Stackelberg*, dan strategi di mana operasi *e-tail* diserahkan kepada penyedia logistik pihak ketiga (3PL).

Kurt M. Bretthauer et al. (2010) mempertimbangkan di mana dan berapa banyak persediaan harus dialokasikan dan disimpan di setiap lokasi untuk sebuah perusahaan yang memenuhi permintaan *in-store* dan *online* sehingga dapat meminimalkan biaya total. Chun et al. (2011) menganalisis strategi *channel* yang optimal bagi *manufacturer* ketika mereka mempertimbangkan toko *online* sebagai *direct channel* baru mereka secara *online*.

Produk substitusi pertama kali dipelajari oleh McGillivray dan Silver (1978) dalam konteks EOQ. Kemudian banyak dikembangkan oleh peneliti lainnya seperti Parlar dan Goyal (1984), Pasternack dan Drezner (1991), Rudi dan Netessine (1999), dan lain sebagainya. Rajaram dan Tang (2001), menganalisis pengaruh substitusi produk dalam dua aspek kunci di *retail merchandising* : *order quantities* dan *expected profit*, dimana menggunakan *service rate heuristic* untuk menyelesaikan permasalahan. Mereka mengklasifikasikan literatur terkait substitusi dalam tiga aliran. Aliran pertama yaitu *one-way substitution*, mengasumsikan produk diklasifikasikan menjadi beberapa tingkat dan produk dengan tingkat tertinggi dapat digunakan untuk mensubstitusikan produk dengan tingkat yang lebih rendah. Peneliti yang mempertimbangkan *one-way substitution* seperti, Pentico (1974), Bitran dan Dasu (1992), Hsu dan Bassok (1994), Bassok et al. (1997), Rao et al. (1998).

Aliran kedua memusatkan pada model *single period* yang menangkap kedatangan *customer* yang dinamis dalam sebuah periode. Karena kedatangan *customer* dan permintaan produk berbeda, *stockout* dapat terjadi dalam periode waktu tersebut. Beberapa penelitian terkait substitusi ini adalah Mahajan dan van Ryzin (1998), Smith dan Aggrawal (2000). Aliran ketiga fokus pada model *single period* dimana masing-masing produk dapat digunakan untuk mensubstitusikan semua produk lain dengan probabilitas substitusi tertentu. Tang dan Yin (2007), mengembangkan sebuah model dasar dengan permintaan deterministik yang bertujuan untuk mempelajari bagaimana *retailer* harus bersama-sama menentukan kuantitas pesanan dan harga *retail* dua *substitutable product* dibawah strategi harga tetap dan bervariasi. Wei-yu Kevin Chiang (2010), meneliti dampak substitusi dari *customer* berdasarkan *stock-out* pada ketersediaan produk dan efisiensi *channel* dari *dual channel supply chain*.

Huang et al. (2011), meneliti *multi-product competitive newsboy problem* dengan mempertimbangkan *stockout penalty cost* dan *partial product substitution*. Peneliti mengembangkan *iterative algorithm* untuk menyelesaikan permasalahan. Zhang et al. (2011), mengembangkan model EOQ deterministik untuk dua *item*. Salah satu dari dua *item* tersebut disebut *item* utama, dimana *demand*-nya independen dan dapat sebagian *backorder* dengan *lost sales*. Lainnya adalah *substitutable item*, dimana *demand*-nya akan naik karena terjadi substitusi ketika item utama *stocked out*. Salameh et al. (2014), mengusulkan prosedur untuk menyelesaikan model *joint replenishment* dengan substitusi (JRMS) untuk dua produk dalam kerangka model kuantitas pesanan ekonomi klasik.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pengelolaan *inventory* pada struktur DCSC masih belum dilakukan karena itu hal ini menjadi peluang untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Sementara penelitian ini sangat berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2011), namun terdapat beberapa perbedaan. Pertama dalam paper ini hanya mempertimbangkan adanya pengaruh substitusi, sedangkan dalam paper Zhang et al. (2011), mempertimbangkan adanya pengaruh dari backorder dan substitusi. Kedua, fungsi demand utama sangat berbeda, pada paper ini lebih kompleks dibanding pada paper Zhang et al. (2011). Ketiga, sistem yang diamati pada paper ini terdiri dari tiga eselon, yaitu *manufacturer, central warehouse* dan *retailer*, sedangkan pada paper Zhang et al. (2011), sistem hanya terdiri dari satu eselon. Keempat, model yang disusun pada paper ini akan diuji dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan desentralisasi, sedangkan pada paper Zhang et al. (2011), tidak dilakukan demikian.

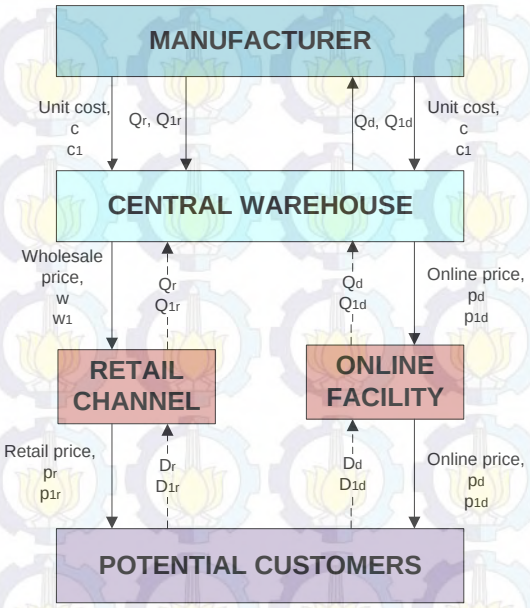
METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat beberapa langkah dalam melakukan penelitian ini. Pertama setelah merumuskan masalah terkait penelitian yang dilakukan, selanjutnya menyusun model yang dilakukan dalam dua tahap, model konseptual dan model matematis. Dalam model matematis terdiri dari beberapa parameter dengan kriteria optimasi minimasi total biaya persediaan. Variabel keputusan dari model yang disusun adalah berapa *optimal order quantity* masing-masing *channel*. Setelah model terbentuk, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data parameter untuk mendapatkan solusi awal dan melakukan proses verifikasi dan validasi. Jika model sudah terverifikasi dan tervalidasi maka bisa dilakukan pembuatan skenario. Terdapat dua skenario usulan, yaitu menerapkan model pada kasus sentralisasi dan pada kasus desentralisasi. Setelah itu dilakukan percobaan numerik untuk mendapatkan solusi dari model yang telah disusun. Dari hasil percobaan numerik tersebut dilakukan pembahasan dan analisis untuk mengetahui performansi dari model yang diusulkan, apakah solusi yang dihasilkan merupakan solusi yang optimal atau tidak. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana solusi optimum yang diperoleh berubah ketika parameter-parameter dari model juga berubah. Kemudian dari hasil keseluruhan tahapan penelitian di atas dapat ditarik suatu kesimpulan yang akan menjawab masalah yang dirumuskan sebelumnya. Kemudian nantinya juga akan diberikan saran perbaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

PENGEMBANGAN MODEL

Sistem yang diamati pada penelitian ini terdiri dari tiga eselon, yaitu satu *manufacturer,* satu *central warehouse*, dan satu *retailer*. *Manufacturer* mendistribusikan produknya melalui *central warehouse*. *Central warehouse* disini bertugas untuk menjual produk melalui dua *channel*, yaitu melalui *offline channel* (*retailer*) dan *online channel* (langsung ke *customer* melalui *online facility*). Sehingga fungsi permintaan dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan untuk *retailer* (*offline channel*) dan fungsi permintaan untuk *online channel*. Setelah fungsi permintaan dibentuk, kemudian disusun fungsi tujuan untuk meminimasi total biaya persediaan yang dikeluarkan di masing-masing *channel* dan sistem secara keseluruhan. Gambar 1berikut ini adalah gambaran sistem amatan.

 ISBN: 978-979-97571-5-9



Gambar 1. Struktur DCSC yang diamati

Notasi

Berikut adalah notasi-notasi yang digunakan selama penyusunan model :

α_1 = *self-price elasticity* pada *retail channel*
α_2 = *self-price elasticity* pada *online channel*
β_1 = *cross-price sensitivity* pada *retail channel*
β_2 = *cross-price sensitivity* pada *online channel*
ρ = proporsi permintaan untuk *online channel*
θ = derajat substitusi
c = *unit cost* untuk produk utama
c_1 = *unit cost* untuk produk substitusi
Ch_d = *holding cost* untuk produk utama pada *online channel*
Ch_{1d} = *holding cost* untuk produk substitusi pada *online channel*
Ch_r = *holding cost* untuk produk utama pada *retail channel*
Ch_{1r} = *holding cost* untuk produk substitusi pada *retail channel*
C_{od} = *lost sale cost* untuk *online channel*
C_{or} = *lost sale cost* untuk *retail channel*
D = *potential demand* untuk produk utama
D_1 = *potential demand* untuk produk substitusi
D_d = *demand* untuk produk utama pada *online channel*
D_{1d} = *demand* untuk produk substitusi pada *online channel*
D_r = *demand* untuk produk utama pada *retail channel*
D_{1r} = *demand* untuk produk substitusi pada *retail channel*
F_d = *fill rate* untuk *online channel*
F_r = *fill rate* untuk *retail channel*
k_m = *order cost* untuk produk utama pada *central warehouse*
k_{1m} = *order cost* untuk produk substitusi pada *central warehouse*
p_d = *online price* untuk produk utama
p_{1d} = *online price* untuk produk substitusi
p_r = *retail price* untuk produk utama
p_{1r} = *retail price* untuk produk substitusi
T_m = *order interval* untuk *central warehouse*
w = *wholesale price* untuk produk utama
w_1 = *wholesale price* untuk produk substitusi

Fungsi Permintaan DCSC

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya fungsi permintaan pada struktur DCSC dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan untuk *offline channel* dan *online channel*. Dalam fungsi permintaan ini dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya yaitu proporsi permintaan di masing-masing *channel*, harga di masing-masing *channel*, serta harga di *channel* lain. Model DCSC yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengacu pada model Huang, Song et al. (2012) seperti berikut ini.

Fungsi permintaan pada *retail*

Untuk produk utama

$$D_r = (1-\rho)D - \alpha_1 p_r + \beta_1 p_d \quad (1)$$

Untuk produk substitusi

$$D_{1r} = (1-\rho)D_1 - \alpha_1 p_{1r} + \beta_1 p_{1d} \quad (2)$$

Fungsi permintaan pada *online channel*

Untuk produk utama

$$D_d = \rho D - \alpha_2 p_{1d} + \beta_2 p_{1r} \quad (3)$$

Untuk produk substitusi

$$D_{1d} = \rho D_1 - \alpha_2 p_{1d} + \beta_2 p_{1r} \quad (4)$$

Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada model yang diusulkan adalah untuk meminimasi biaya total persediaan yang dikeluarkan, dimana dalam fungsi tersebut mempertimbangkan adanya subtitusi produk. Substitusi disini terjadi jika produk utama mengalami *stockout* namun masih terdapat *demand* yang tidak terpenuhi atau kelebihan *demand* produk tersebut akan dipenuhi oleh persediaan produk lain (pengganti) dengan proporsi tertentu. Jika *customer* tidak mau menerima produk pengganti tersebut maka akan terjadi *lost sales*. Kemudian fungsi tujuan ini disusun dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan pada kasus desentralisasi. Fungsi tujuan disini mengacu pada model dasar EOI dan model yang disusun oleh Zhang et al. (2011).

Fungsi tujuan pada kasus sentralisasi

Pada kasus sentralisasi, *central warehouse* memegang kendali penuh terhadap *online* dan *offline channel*. Karena *order quantity* di masing-masing *channel* ditetapkan oleh *central warehouse*, maka masing-masing *channel* tidak terbebani dengan biaya *order*. Namun, *central warehouse* terbebani dengan biaya *order* ke *manufacturer*.

Fungsi tujuan pada *central warehouse*

$$TC_m(T_m, F_d) = c(D_d + D_r) + c_1(D_{1d} + D_{1r}) + \frac{k_m + k_{1m}}{T_m} + \frac{(C_{hd} - \theta C_{h1d}) D_d T_m F_d^{\,2}}{2} + \frac{C_{h1d}[D_{1d} + \theta D_d] T_m}{2} + [(1-\theta)C_{od}](1 - F_d)D_d \quad (5)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (5) adalah biaya per unit untuk produk utama dan produk substitusi berdasarkan *demand* total yang terdiri dari *demand* untuk *online channel* dan *retail channel*. Suku ketiga merupakan biaya *order* dari *central warehouse* ke *manufacturer*, suku keempat dan kelima merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi. Suku keenam merupakan biaya *lost sale* karena terdapat *demand* yang tidak dapat terpenuhi.

Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (5) di atas terhadap T_m dan F_d masing-masing serta membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk T_m dan F_d berikut ini.

$$T_m^{\,*} = \sqrt{\frac{2(k_m + k_{1m})(C_{hd} - \theta C_{h1d})^2 - D_d (C_{hd} - \theta C_{h1d})(C_{od} - \theta C_{od})^2}{(C_{hd} - \theta C_{h1d})^2 C_{h1d}(D_{1d} + \theta D_d)}} \quad (6)$$

$$F_d^{\,*} = \frac{(1-\theta)C_{od}}{(C_{hd} - \theta C_{h1d}) T_m^{\,*}} \quad (7)$$

Sehingga *optimal order quantity* untuk *online channel* adalah sebagai berikut.

$$Q_d^{\,*} = D_d \times T_m^{\,*} \times F_d^{\,*} \quad (8)$$

Fungsi tujuan pada *retailer*

$$TC_r(F_m) = wD_r + w_1 D_{1r} + \frac{(C_{hr} - \theta C_{h1r}) D_r T_m F_r^{\,2}}{2} + \frac{C_{h1r}[D_{1r} + \theta D_r] T_m}{2} + [(1-\theta)C_{or}](1 - FrDr \quad (9)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (9) adalah biaya pembelian (*wholesale price*) untuk produk utama dan produk substitusi. Suku ketiga dan keempat merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi. Suku kelima merupakan biaya *lost sale*. Dengan menurunkan

sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (9) di atas terhadap F_r dan membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk F_r berikut ini.

$$F_r^* = \frac{(1-\theta)C_{or}}{(C_{hr}-\theta C_{h1r})T_m^*} \quad (10)$$

Optimal order quantity untuk *retail channel* adalah sebagai berikut.

$$Q_r^* = D_r \times T_m^* \times F_r^* \quad (11)$$

Biaya total dari *online channel* dan *retail channel*

$$TC_{sc}^* = c(D_d + D_r) + c_1(D_{1d} + D_{1r}) + \frac{k_m + k_{1m}}{T_m^*} + \frac{(C_{hd}-\theta C_{h1d})D_d T_m^* F_d^{*2}}{2} + \frac{C_{h1d}[D_{1d}+\theta D_d]T_m^*}{2} + [(1-\theta)C_{od}](1-F_d^*)D_d + wD_r + w_1 D_{1r} + \frac{(C_{hr}-\theta C_{h1r})D_r T_m^* F_r^{*2}}{2} + \frac{C_{h1r}[D_{1r}+\theta D_r]T_m^*}{2} + [(1-\theta)C_{or}](1-F_r^*)D_r \quad (12)$$

HASIL SEMENTARA

Di bawah ini adalah contoh perhitungan sederhana untuk menggambarkan aplikasi dari model di atas dengan parameter-parameter yang tertera pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter perhitungan

c	Rp 150.000,00	c_1	Rp 130.000,00	w	Rp 280.000,00
k_m	Rp 120.000,00	k_{1m}	Rp 110.000,00	p_r	Rp 310.000,00
C_{hd}	Rp 30.000,00	C_{h1d}	Rp 25.000,00	p_d	Rp 300.000,00
C_{hr}	Rp 35.000,00	C_{h1r}	Rp 30.000,00	w_1	Rp 250.000,00
C_{od}	Rp 6.000,00	C_{or}	Rp 6.000,00	p_{1r}	Rp 280.000,00
D	500	D_1	350	p_{1d}	Rp 270.000,00
θ	0,2	ρ	0,2	α_1	0,0001
α_2	0,0001	β_1	0,0001	β_2	0,0001

Hasil perhitungan dari model di atas dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan

	SENTRALISASI	
	Central warehouse	*Retailer*
T_m (tahun)	0,4043	0,4043
F_d / F_r	0,4749	0,4094
Q_d / Q_r	20	67
Q_{1d} / Q_{1r}	33	133
TC_m / TC_r	Rp121.889.752,08	Rp185.055.318,78
TC_{sc}	Rp306.945.070,86	

Dari Tabel 2 tersebut dapat diketahui bahwa pada kasus sentralisasi, jangka waktu pemesanan produk (*order interval*, T_m) dari *central warehouse* ke *manufacturer* adalah setiap 5 bulan sekali dengan *fillrate* pada *central warehouse* lebih besar dibandingkan pada *retailer*. Sedangkan *order quantity* baik untuk produk utama maupun produk substitusi pada *central warehouse* (Q_d, Q_{1d}) lebih rendah dibanding dengan *order quantity* pada *retailer*. Hal ini dikarenakan *demand* pada *retailer* untuk dua produk tersebut lebih besar dibandingkan dengan *demand* pada *online channel*. Namun, *order quantity* untuk produk substitusi di masing-masing *channel* lebih besar dibandingkan *order quantity* untuk produk utama yang disebabkan oleh terjadinya *stockout* pada produk utama sehingga menambah *demand* produk substitusi. Biaya total persediaan pada *central warehouse* lebih rendah sebesar 34,13% dibandingkan dengan biaya total persediaan pada *retailer*. Hasil perhitungan di atas nantinya akan dikembangkan lebih lanjut dalam

pengerjaan tesis dengan mengubah-ubah nilai parameter untuk mengetahui sejauh mana kondisi tersebut optimal jika beberapa parameternya diubah.

PENELITIAN SELANJUTNYA

Paper ini adalah bagian utama dari pengerjaan tesis namun masih terdapat banyak kekurangan didalamnya. Karena itu *paper* ini bisa dikembangkan untuk penelitian selanjutnya misalnya bagaimana model persediaan jika diaplikasikan pada kasus keputusan *inventory* desentralisasi. Kemudian juga bisa menambahkan bagaimana mengelola persediaan jika produk subtitusi lebih dari satu. Serta dapat mempertimbangkan adanya perubahan *demand* (*demand probabilistik*) dalam konteks yang sama. Selain itu juga bisa memperluas penelitian ini dengan tidak hanya menghitung total biaya persediaan yang dikeluarkan tetapi juga keuntungan yang diharapkan.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis sangat berterima kasih kepada semua dosen dan teman-teman yang telah membantu penelitian ini. Paper ini didanai oleh beasiswa *fresh graduate* Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

PUSTAKA

Bendoly, Elliot. (2004). *Integrated inventory pooling for firms servicing both on-line and store demand*, Computers & Operation Research. Vol. 31. Pp. 1465-1480

Bin, Liu, Z. Rong, and X. Meidan. (2010). *Joint decision on production and pricing for online dual channel supply chain system*, Applied Mathematical Modelling. Vol. 34, No. 12. Pp. 4208-4218

Bretthauer, Kurt M., S. Mahar, and M. A.Venakataramanan. (2010). *Inventory and distribution strategies for retail / e-tail organizations*, Computers & Industrial Engineering. Vol. 58, No. 1. Pp. 119-132

Chiang, Wei-yu K. and George E. Monahan. (2005). *Managing inventories in a two-echelon dual-channel supply chain*, European Journal of Operational Research. Vol. 162. Pp. 325-341

Chiang, Wei-yu K. (2010). *Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution*, European Journal of Operational Research. Vol. 200. Pp. 111-126

Gao, Jun-Jun., T-T. Shi, and Y. Liu. (2012). *Integration model of dynamic inventory replenishment and pricing based on estimating demand substitution for PC products*, Contemporary Management Research. Vol. 8, No. 4. Pp. 341-360

Gurler, Ulku and Agcagul Yilmaz. (2010). *Inventory and coordination issues with two substitutable products,* Applied Mathematical Modelling. Vol 34, No. 3. Pp. 539-551

Hoseininia, M., M. M. S. Esfahani, F. Didehvar, and A. Haghi. (2013). *Inventory competition in a multi channel distribution system: The Nash and Stackelberg game*, Scientia Iranica. Vol. 20, No. 3. Pp. 846-854

Hsiao, Yu-Cheng. (2008). *Integrated logistic and inventory model for a two-stage supply chain controlled by the reorder and shipping points with sharing information*, Int . J . Production Economics. Vol. 115. Pp. 229-235

Huang, Song, C. Yang, and X. Zhang. (2012). *Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with*, Computers & Industrial Engineering. Vol. 62, No. 1. Pp. 70-83

Huang, Song, C. Yang, and H. Liu. (2013). *Pricing and production decisions in a dual-channel supply chain when production costs are disrupted*, Economic Modelling. Vol. 30. Pp. 521-538

Mahar, Stephen, K. M. Bretthauer, and M. A. Venkataramanan. (2009). T*he value of virtual pooling in dual sales channel supply chains*, European Journal of Operational Research. Vol. 192. Pp. 561-575

Mahar, Stephen, P. A. Salzarulo, and P. D. Wright. (2012). *Using online pickup site inclusion policies to manage demand in retail / E-tail organizations*, Computers and Operation Research. Vol. 39, No. 5. Pp. 991-999

Netessine, Serguei and Nils Rudi. (2003b). *Centralized and competitive inventory models with demand substitution*, Operations Research. Vol. 51, No. 2. Pp. 329-329

Pujawan, I. N. dan Mahendrawati ER., (2010), *Supply Chain Management, 2nd ed*, Surabaya : Guna Widya.

Salameh, Moueen. K., A. a. Yassine, B. Maddah, and L. Ghaddar. (2014). *Joint replenishment model with substitution*, Applied Mathematical Modelling. Vol. 38, No. 14. Pp. 3662-3671

Smith, Stephen A. and Narendra Agrawal. (2000). *Management of multi-item retail inventory systems with demand subsitution*, Operations Research. Vol. 48, No. 1. Pp. 50-64

Takahashi, Katsuhiko, T. Aoi, D. Hirotani, and K. Morikawa. (2010). *Inventory control in a two-echelon dual-channel supply chain with setup of production and delivery*, Intern. Journal of Production Economics. Pp. 1-13

Tan, Baris and Selcuk Karabati. (2013). *Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution*, Intern. Journal of Production Economics. Vol. 145, No. 1. Pp. 78-87

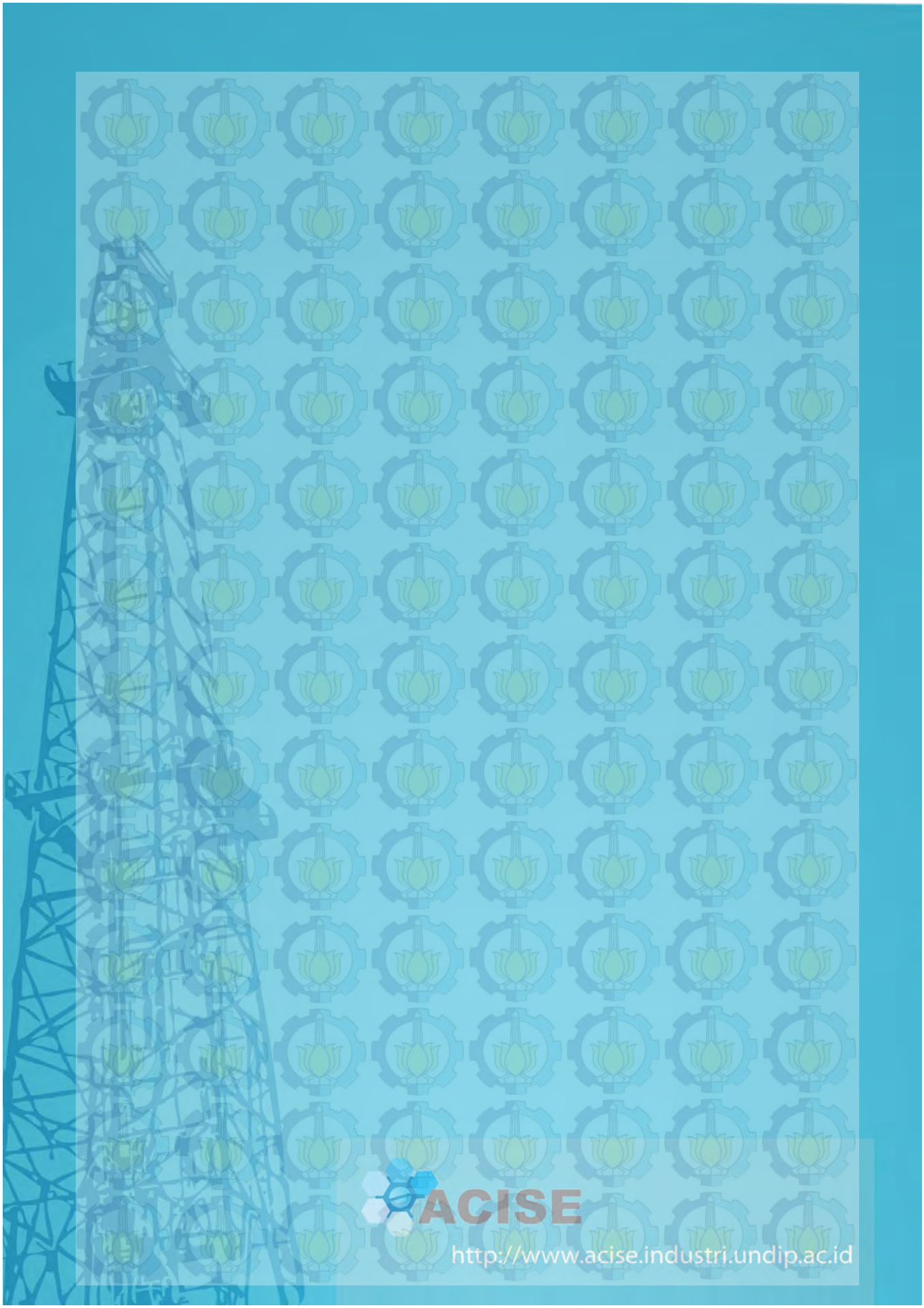
Tang, Christopher. S. and Rui Yin. (2007). *Joint ordering and pricing strategies for managing substitutable products*, Production and Operations Management. Vol. 16, No. 1. Pp. 138-153

Teimoury, E., H. Mirzahosseinian, and A. Kabo. (2008). *A mathematical method for managing inventories in a dual channel supply chain*, International Journal of Industrial Eng. & Production Research. Vol. 19, No. 4. Pp. 31-37

Widodo, Erwin, K. Takahashi, M. Katsumi, I. N. Pujawan, and B. Santosa. (2011). *Managing sales return in dual sales channel : Its product substitution and return channel analysis*, Int. J. Industrial and Systems Engineering. Vol. 9. Pp. 121-129

Yao, Dong-Qing., X. Yue, S. K. Mukhopadhyay, and Z. Wang. (2009). *Strategic inventory deployment for retail and e-tail stores*, Omega. Vol. 37. Pp. 646-658

Yao, Yuliang, Y. Dong, and M. Dresner. (2010). *Managing supply chain backorders under vendor managed inventory: An incentive approach and empirical analysis*, European Journal of Operational Research. Vol. 203, No. 2. Pp. 350-359



ACISE

http://www.acise.industri.undip.ac.id