



TESIS - TI142307

**PENGELOLAAN *INVENTORY* DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN PRODUK SUBSTITUSI PADA
STRUKTUR *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN***

JAZILATUR RIZQIYAH DEVIABAHARI
2513203012

DOSEN PEMBIMBING
Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng
DOSEN KO-PEMBIMBING
Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



THESIS - TI142307

**INVENTORY MANAGEMENT WITH PRODUCT
SUBSTITUTION IN THE STRUCTURE OF DUAL CHANNEL
SUPPLY CHAIN**

**JAZILATUR RIZQIYAH DEVIABAHARI
2513203012**

SUPERVISOR

Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng

SUPERVISOR-CO

Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

MASTER PROGRAM

LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AREA

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF TECHNOLOGY INDUSTRY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2015

**PENGELOLAAN *INVENTORY* DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN PRODUK SUBSTITUSI PADA
STRUKTUR *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN***

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)**

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**JAZILATUR RIZQIYAH DEVIABAHARI
NRP. 2513203012**

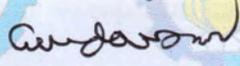
Tanggal Ujian : 31 Desember 2014

Periode Wisuda : Maret 2015

Disetujui oleh :

1. Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng

NIP. 197405171999031002


(Pembimbing I)

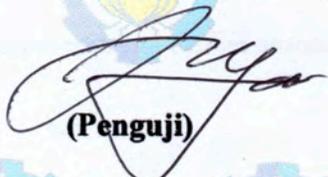
2. Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

NIP. 197007211997021001


(Pembimbing II)

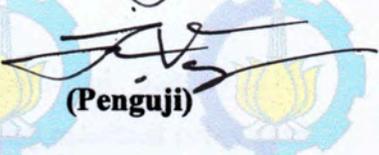
3. Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph.D

NIP. 194807101976031002


(Penguji)

4. Prof. Dr. Iwan Vanany, ST., MT

NIP. 197109271999031002


(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.

NIP.196404051990021001

PENGELOLAAN *INVENTORY* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PRODUK SUBSTITUSI PADA STRUKTUR *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN*

Nama Mahasiswa : Jazilatur Rizqiyah Deviabahari
NRP : 2513203012
Dosen Pembimbing : Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng
Dosen Ko-Pembimbing : Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

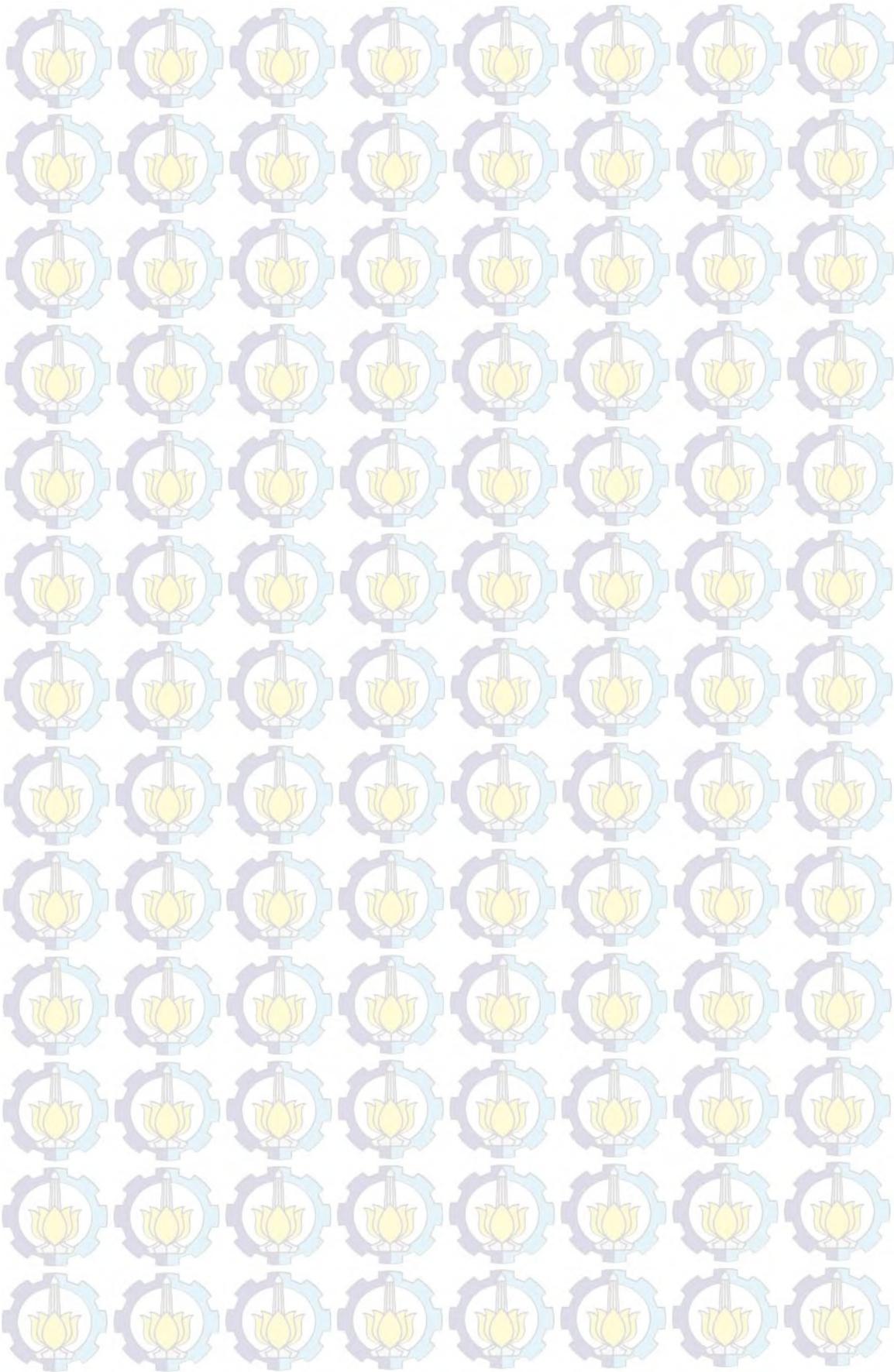
Perkembangan teknologi internet telah memberikan dampak yang luas pada perusahaan, terutama peluang baru dalam mengembangkan bisnisnya. Internet telah memberikan peluang pada perusahaan yang sebelumnya hanyamenggunakan sistem penjualan tradisional dalam memasarkan produknya, memperluas jaringan pasarnya dengan cara memasarkan produknya melalui Internet sebagai *sales channel* baru. Mekanisme distribusi gabungan antara *offline* dan *online channel* inilah yang sering disebut sebagai *dual channel supply chain* (DCSC).

Banyak tantangan yang dihadapi oleh perusahaan ketika menerapkan DCSC ini, salah satunya yaitu bagaimana mengelola persediaan di masing-masing *channel*. Tidak dapat dipungkiri bahwa pengelolaan persediaan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan perusahaan karena menyangkut performansi utama. Ketika sebuah perusahaan mempertimbangkan adanya substitusi produk, maka pengelolaan persediaannya akan semakin kompleks.

Beberapa peneliti telah mengusulkan model persediaan dalam DCSC, begitu pula model persediaan yang mempertimbangkan substitusi produk. Namun penelitian tentang bagaimana mengelola persediaan pada struktur DCSC dengan mempertimbangkan adanya substitusi produk masih belum banyak dilakukan. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk menyusun model kebijakan persediaan pada struktur DCSC dengan melibatkan pengaruh adanya substitusiproduk. Kriteria optimasi adalah minimasi biaya persediaan masing-masing *channel*, maupun sistem secara keseluruhan. Model ini kemudian diuji dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus keputusan persediaan sentralisasi dan desentralisasi.

Dari hasil percobaan numerik dapat diketahui bahwa semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *optimal order quantity* dan *fillrate* untuk produk utama namun akan meningkatkan *order quantity* untuk produk substitusi. Sedangkan semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order quantity* produk utama dan produk substitusi serta *fillrate* produk utama. Secara keseluruhan, *total cost* sistem pada kasus sentralisasi lebih besar dibandingkan *total cost* pada kasus desentralisasi.

Kata kunci : persediaan, *dual channel supply chain*, produk substitusi



INVENTORY MANAGEMENT WITH PRODUCT SUBSTITUTION IN THE STRUCTURE OF DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN

Name : Jazilatur Rizqiyah Deviabahari
NRP : 2513203012
Supervisor : Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng
Supervisor-co : Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

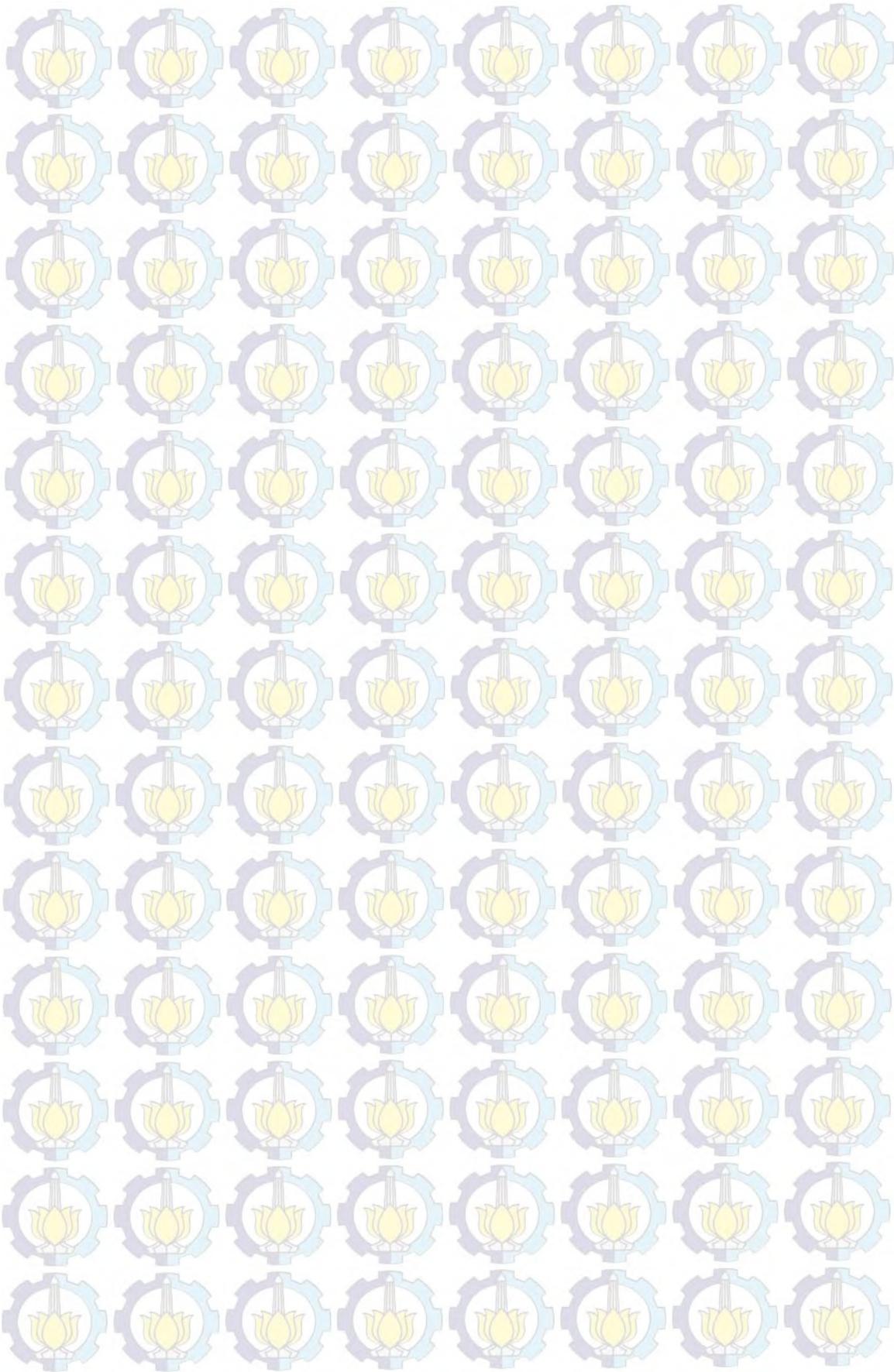
The development of Internet technology has a broad impact on the company, especially in developing new business opportunities. The Internet has provided an opportunity to the companies that previously only using traditional selling system in marketing their products, expanding its market by way of marketing their products through the Internet as a new channel sales. Joint distribution mechanism between offline and online channels is often referred to as a dual-channel supply chain (DCSC).

Many of the challenges faced by companies when applying this DCSC, one of which is how to manage inventory in each channel. It is inevitable that inventory management is one of the critical success factors of the company because it involves a major performance. When a company is considering the substitution of products, it will be increasingly complex inventory management.

Some researchers have proposed inventory models in DCSC, as well as inventory models that take into account the substitution product. However, research on how to manage inventory in DCSC structure by considering the substitution product is not widely done. Therefore, this research aims to develop a model of inventory policies in DCSC structure involving the influence of the substitution product. Optimization criterion is to minimize inventory costs of each channel, as well as the overall system. This model was then tested in two different conditions, namely in the case of centralized and decentralized inventory decisions.

From the results of numerical experiments it is known that the higher degree of substitution will reduce the optimal order quantity and fillrate for main products, but will increase the order quantity for substitution product. While higher customer acceptance of products will increase the order quantity of main products and substitution product and the fillrate of main product. Overall, the total cost of the system in case of centralization is greater than the total cost in the case of decentralization..

Key words : inventory, dual channel supply chain, product substitution



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tesis ini dengan baik.

Laporan Tesis ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi *Magister* di Jurusan Teknik Industri Bidang Keahlian Manajemen Rantai Pasok dengan judul “Pengelolaan *Inventory* dengan Mempertimbangkan Substitusi Pada Struktur *Dual Channel Supply Chain*”.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tesis ini penulis telah menerima banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya dan penghargaan kepada :

1. Kedua orang tua saya Samsuel Bahari dan Acik Suciati, kakak-kakak saya, Jannatul Laily Noviabahari dan Fakhurin Khusnida Noviabahari serta Yuli Khoirul Ummah, atas segala doa dan dukungan yang tak pernah berhenti hingga saat ini untuk penulis.
2. Bapak Erwin Widodo, ST, M.Eng, Dr.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu serta bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D selaku dosen ko-pembimbing yang juga telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.S, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.
5. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D selaku Kepala Program Studi S-2 Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.
6. Seluruh dosen pengajar atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi di Teknik Industri ITS, serta seluruh staf dan karyawan atas bantuannya.
7. Sahabat-sahabat saya Putri, Aisa, Indah, Nyka, Ami, Nicola, Novia, Mbak Dyah, Tari, atas kebersamaan, bantuan, semangat, dukungan, dan doa yang telah diberikan selama ini kepada penulis.

8. Teman-teman S2 Teknik Industri Angkatan 2009 khususnya bidang keahlian Manajemen Rantai Pasok (Laras, Rei, Mas Atma, Kak Dian, Mbak Sinta, Mbak Mimin, Bang Thezar, Kak Luli, Kak Ida, Ratna Ayu, Mas John, Mas Neo, Mbak Nita, dll) yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas semua dukungan dan bantuannya selama kuliah.

9. Dan teman-teman S2 lainnya di residen (Pak Alfa, Mbak Efi, Mbak Eka, Mbak Wiwin, Mbak Vira, Mas Aan, dll) yang telah memberikan bantuan untuk penulis dalam mengerjakan Tesis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tesis ini, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.4.1 Batasan.....	5
1.4.2 Asumsi.....	5
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Inventory</i>	7
2.2 <i>Dual Channel Supply Chain</i>	9
2.3 Produk Substitusi.....	15
2.4 Posisi Penelitian.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Perumusan Masalah.....	24
3.2 Penyusunan Model.....	25
3.3 Pengumpulan Data Parameter.....	25
3.4 Verifikasi dan Validasi Model.....	25
3.5 Bangkitkan Skenario.....	26
3.6 Percobaan Numerik.....	26

3.7	Pembahasan dan Analisis	26
3.8	Kesimpulan dan Saran	26
BAB 4 DESKRIPSI DAN PENGEMBANGAN MODEL		29
4.1	Model Dasar DCSC	29
4.2	Model DCSC dengan Mempertimbangkan Substitusi	31
4.2.1	Fungsi Permintaan	34
4.2.2	Fungsi Tujuan	35
BAB 5 PERCOBAAN NUMERIK		41
5.1	Data Parameter	41
5.2	Verifikasi dan Validasi Model	41
5.3	Hasil Perhitungan Awal (<i>Initial Solution</i>)	43
5.4	Analisis Sensitivitas	51
5.4.1	Analisis Sensitivitas Pada Kasus Sentralisasi	51
5.4.2	Analisis Sensitivitas Pada Kasus Desentralisasi	62
5.4.3	Perbandingan Hasil Sensitivitas Pada Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi	73
BAB 6 PEMBAHASAN DAN ANALISIS		77
6.1	Analisis Pengembangan Model	77
6.2	Analisis Hasil Perhitungan Awal	78
6.3	Analisis Hasil Sensitivitas	82
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		87
7.1	Kesimpulan	87
7.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		89
BIODATA PENULIS		95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi Penelitian	22
Tabel 4.1 Komponen-komponen Biaya Persediaan	35
Tabel 5.1 Parameter Perhitungan	41
Tabel 5.2 Perbandingan Hasil Perhitungan Awal	43
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Optimal <i>Order Quantity</i> terhadap Perubahan Derajat Substitusi	44
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Optimal <i>Order Quantity</i> terhadap Perubahan Derajat Substitusi (lanjutan)	45
Tabel 5.5 Perbandingan <i>Total Cost</i> antara Sentralisasi dengan Desentralisasi terhadap Perubahan Derajat Substitusi	49
Tabel 5.6 Parameter yang akan Digunakan untuk Analisis Sensitivitas	51
Tabel 5.7 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	52
Tabel 5.8 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan)	52
Tabel 5.9 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	52
Tabel 5.10 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan)	52
Tabel 5.11 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	52
Tabel 5.12 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan)	53
Tabel 5.13 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i>	53
Tabel 5.14 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan)	53
Tabel 5.15 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	55

Tabel 5.16 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan)	56
Tabel 5.17 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	56
Tabel 5.18 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan).....	56
Tabel 5.19 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	56
Tabel 5.20 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan)	56
Tabel 5.21 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i>	57
Tabel 5.22 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan).....	57
Tabel 5.23 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	59
Tabel 5.24 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan)	59
Tabel 5.25 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	59
Tabel 5.26 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan).....	59
Tabel 5.27 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	59
Tabel 5.28 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan)	60
Tabel 5.29 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i>	60
Tabel 5.30 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan).....	60
Tabel 5.31 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	62

Tabel 5.32 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan).....	62
Tabel 5.33 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	62
Tabel 5.34 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan).....	63
Tabel 5.35 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	63
Tabel 5.36 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>High</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan).....	63
Tabel 5.37 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i>	64
Tabel 5.38 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan).....	64
Tabel 5.39 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	66
Tabel 5.40 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan).....	67
Tabel 5.41 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	67
Tabel 5.42 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan).....	67
Tabel 5.43 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	67
Tabel 5.44 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Medium</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan).....	67
Tabel 5.45 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i>	68
Tabel 5.46 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan).....	68
Tabel 5.47 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i>	70

Tabel 5.48 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Low</i> (lanjutan)	70
Tabel 5.49 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i>	70
Tabel 5.50 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance Medium</i> (lanjutan).....	70
Tabel 5.51 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i>	70
Tabel 5.52 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika <i>Demand</i> Berada Pada Posisi <i>Low</i> dengan <i>Customer Acceptance High</i> (lanjutan)	71
Tabel 5.53 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i>	71
Tabel 5.54 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap <i>Customer Acceptance</i> (lanjutan)	71
Tabel 5.55 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan <i>Customer Acceptance</i> Rendah	73
Tabel 5.56 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan <i>Customer Acceptance</i> Medium.....	73
Tabel 5.57 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan <i>Customer Acceptance</i> Tinggi.....	73
Tabel 5.58 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Rendah	74
Tabel 5.59 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Medium	74
Tabel 5.60 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Tinggi.....	74
Tabel 6.1 Perbedaan <i>Total Cost</i> Sistem.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penggunaan Jasa Internet di Indonesia (Data Statistik dari APJII).....	1
Gambar 2.1 <i>Dual Channel System</i> (Sumber : Chiang dan Monahan, 2005).....	10
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	23
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian (lanjutan).....	24
Gambar 4.1 Struktur DCSC Pada Kasus Sentralisasi	30
Gambar 4.2 Struktur DCSC Pada Kasus Desentralisasi	30
Gambar 4.3 Diagram Terjadinya Substitusi.....	31
Gambar 4.4 Tingkat Persediaan untuk Kedua Buah Produk dengan Substitusi Sebagian (Sumber : Zhang dkk, 2011).....	32
Gambar 5.1 Perbandingan <i>Total Cost</i> Pada Kasus Sentralisasi	42
Gambar 5.2 Perbandingan <i>Total Cost</i> Pada Kasus Desentralisasi	42
Gambar 5.3 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sentralisasi dan Desentralisasi	44
Gambar 5.4 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Utama Pada <i>Online Channel</i>	46
Gambar 5.5 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Substitusi Pada <i>Online Channel</i>	46
Gambar 5.6 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Utama Pada <i>Retailer</i>	47
Gambar 5.7 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Substitusi Pada <i>Retailer</i>	47
Gambar 5.8 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Utama Pada <i>Central Warehouse</i>	48
Gambar 5.9 Perbandingan <i>Optimal Order Quantity</i> untuk Produk Substitusi Pada <i>Central Warehouse</i>	48
Gambar 5.10 Pengaruh Derajat Substitusi terhadap <i>Total Cost</i> Sistem Pada Kasus Sentralisasi	50
Gambar 5.11 Pengaruh Derajat Substitusi terhadap <i>Total Cost</i> Sistem Pada Kasus Desentralisasi	50
Gambar 5.12 Perbandingan F_{cw} terhadap <i>Customer Acceptance</i>	54

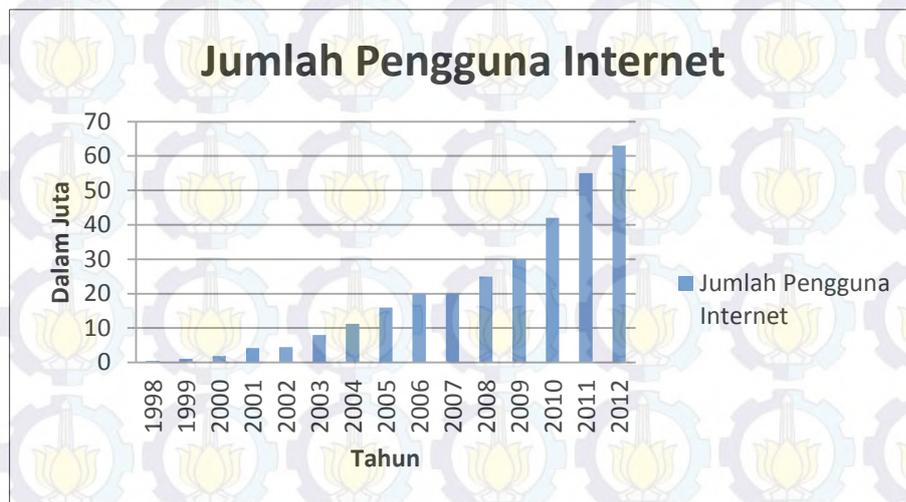
Gambar 5.13 Perbandingan <i>Total Cost</i> Masing-masing <i>Channel</i> terhadap <i>Customer Acceptance</i>	54
Gambar 5.14 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	55
Gambar 5.15 Perbandingan Nilai F_{cw} terhadap <i>Customer Acceptance</i>	58
Gambar 5.16 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	58
Gambar 5.17 Perbandingan Nilai F_{cw} terhadap <i>Customer Acceptance</i>	61
Gambar 5.18 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	61
Gambar 5.19 Perbandingan <i>Fillrate</i> Masing-masing <i>Channel</i> terhadap <i>Customer Acceptance</i>	65
Gambar 5.20 Perbandingan <i>Total Cost</i> Masing-masing <i>Channel</i> terhadap <i>Customer Acceptance</i>	65
Gambar 5.21 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	66
Gambar 5.22 Perbandingan <i>Fillrate</i> di <i>Central Warehouse</i> terhadap <i>Customer Acceptance</i>	69
Gambar 5.23 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	69
Gambar 5.24 Perbandingan <i>Fillrate</i> di <i>Online Channel</i> terhadap <i>Customer Acceptance</i>	72
Gambar 5.25 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sistem Secara Keseluruhan terhadap <i>Customer Acceptance</i>	72

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian yang mencakup batasan dan asumsi selama dilakukan penelitian, serta manfaat dilakukannya penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini sudah semakin maju dan *moder* terutama dalam bidang internet. Dimulai pada pertengahan tahun 1990, internet menjadi komponen penting dalam *retail channel* (Teimoury et.al., 2008). Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), pengguna jasa internet di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Rata-rata pertumbuhan penggunaan internet melebihi 20% tiap tahunnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1 Penggunaan Jasa Internet di Indonesia (Data Statistik dari APJII)

Hal ini tentunya memberikan dampak pada perusahaan-perusahaan, terutama peluang dalam mengembangkan bisnisnya. Saat ini banyak perusahaan yang sebelumnya telah menggunakan sistem tradisional dalam memasarkan

produknya, memperluas jaringan pasarnya dengan cara memasarkan produknya melalui internet. Mekanisme distribusi gabungan antara *offline* dan *online channel* inilah yang sering disebut sebagai *dual channel supply chain* (DCSC). Menurut Chiang dan Monahan (2005), *dual channel supply chain* adalah suatu sistem dimana *manufacturer* menggunakan toko *retail* tradisional dan internet *channel* untuk memasarkan produknya. *Demand* dari *customer* pada *retail* dipenuhi oleh *on-hand inventory* pada toko tersebut sedangkan *order* melalui internet dipenuhi langsung oleh *on-hand inventory* pada *manufacturer*. Adanya *online order* ini ternyata juga dipengaruhi oleh perubahan perilaku dari *customer*. Contoh perusahaan yang telah menerapkan sistem *dual channel* ini adalah Hewlett-Packard (HP), IBM, Eastman Kodak, Nike, Apple, Dell, dan lain sebagainya (Teimoury et.al., 2008; Tsay dkk., 2004).

Ketika suatu perusahaan juga menerapkan sistem *online* maka akan semakin banyak kompetitor-kompetitor baru yang muncul, seperti kompetitor yang menerapkan *pure online* (Mahar dkk., 2012). Tantangan utama yang sering dihadapi ketika perusahaan menerapkan sistem *dual channel* adalah adanya konflik yang muncul antara *manufacturer* dengan *retail*, bagaimana *pricing policy* untuk masing-masing *channel*, serta strategi distribusi apa yang digunakan (Teimoury et.al., 2008). Pada DCSC permasalahan akan semakin kompleks dikarenakan perusahaan harus mengatur penjualan baik secara *offline* maupun *online* sehingga tidak akan menimbulkan konflik diantara keduanya. Selain itu perusahaan juga harus bisa mengelola sistem persediaannya dengan baik agar tidak terjadi *stockout* ataupun *excess inventory*.

Persediaan adalah *on-hand stock* dari material atau aset *tangible* lain yang bisa dilihat, dihitung, dan diukur pada waktu tertentu (Tersine, 1994). Dalam Pujawan dan Mahendrawati ER (2010), persediaan dapat ditimbulkan karena adanya ketidakpastian, perbedaan lokasi, dan motif ekonomi. Ketidakpastian biasanya terjadi pada bagian produksi dan distribusi. Dalam *supply chain*, ketidakpastian tidak hanya muncul dari arah permintaan tetapi juga dari pasokan dan operasi internal. Seperti yang telah kita ketahui persediaan memiliki peranan yang sangat penting dalam perusahaan karena pengendalian persediaan yang efektif merupakan kontribusi penting dalam mencapai kesuksesan sebuah

perusahaan. Menurut Tersine (1994), pengelolaan persediaan yang efektif terutama dalam hal material maupun produk jadi merupakan hal yang krusial bagi perusahaan karena menyangkut performansi berbagai organisasi. Hal tersebut dapat serius berpengaruh terhadap fungsi finansial, produksi, dan juga *marketing*.

Perkembangan teknologi juga membawa dampak terhadap persaingan pasar yang semakin ketat. Saat ini banyak perusahaan mengembangkan produk yang dijualnya dengan berbagai variasi. Sehingga perusahaan bisa menjual lebih dari satu produk. Ketika sebuah perusahaan menjual berbagai macam produk, terdapat syarat yang harus dipenuhi oleh perusahaan, yaitu produk-produk yang dijualnya harus ada kaitannya satu sama lain. Terdapat tiga jenis produk berdasarkan kaitannya, yaitu produk yang kompetitor, produk yang substitusi, dan produk yang komplementer (Widodo, 2014).

Mengelola persediaan (*inventory*) dalam DCSC sangatlah sulit selain dikarenakan permasalahan yang disebutkan di atas ditambah lagi perusahaan harus mengatur persediaan dalam dua *channel*, *offline channel* dan *online channel*. 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 di kedua *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*. Dalam DCSC produk yang dijual biasanya bersifat homogen (sama), dengan mempertimbangkan adanya substitusi produk diharapkan mampu mengurangi terjadinya *understock* atau *overstock* sehingga mampu meminimalkan total biaya yang dikeluarkan.

Penelitian dalam *dual channel supply chain* terkait *inventory management* sudah banyak dilakukan seperti Bendoly dkk. (2004), Chiang dkk. (2005), Bendoly dkk. (2007), Dumrongsiri dkk. (2008), Mahar dkk. (2009), dan lain sebagainya. Namun dalam penelitian mereka masih belum mempertimbangkan adanya produk substitusi. Dengan adanya latar belakang masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk menyusun model kebijakan persediaan pada struktur *dual channel supply chain* dengan melibatkan pengaruh adanya substitusi. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan tingkat persediaan yang optimal di masing-masing *channel* sehingga mampu meminimalkan total biaya persediaan yang dikeluarkan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana derajat substitusi mempengaruhi *optimal order quantity* di masing-masing *channel*.
- b. Bagaimana menentukan tingkat persediaan yang optimal di masing-masing *channel* dengan mempertimbangkan adanya substitusi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Menyusun model persediaan pada struktur DCSC dengan melibatkan pengaruh adanya substitusi.
- b. Mendapatkan tingkat persediaan yang optimal sehingga mampu meminimalkan biaya total persediaan yang dikeluarkan.
- c. Membandingkan pengelolaan persediaan secara sentralisasi dengan desentralisasi.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut merupakan ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini yang mencakup batasan dan asumsi.

1.4.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Meneliti dua produk yaitu produk utama dan produk substitusi, namun perhitungan hanya fokus pada produk utama saja.
2. Struktur DCSC yang diamati adalah struktur yang terdiri dari satu *manufacturer*, satu *central warehouse* dan satu *retailer*.
3. *Demand* di masing-masing *channel* tidak boleh negatif.
4. Derajat substitusi produk tidak boleh melebihi satu ($0 \leq \theta \leq 1$).

1.4.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan selama penelitian adalah :

1. *Demand rate* untuk kedua item adalah konstan.
2. *Demand* untuk produk utama lebih besar dari produk substitusi.
3. *Demand* yang tidak terpenuhi akan dianggap *lost sales*.
4. *Demand* produk utama dan substitusi tidak boleh negatif.
5. Produk substitusi tidak boleh terjadi *stockout*.
6. Harga produk substitusi lebih murah dari pada harga produk utama.
7. *Lead time* adalah nol.
8. *Replenishment* terjadi seketika itu juga.
9. Seluruh harga terkait DCSC diketahui.
10. Seluruh biaya terkait persediaan (biaya pembelian/produksi, biaya pesan/*setup*, biaya penyimpanan, dan biaya *stockout*) diketahui dan konstan.

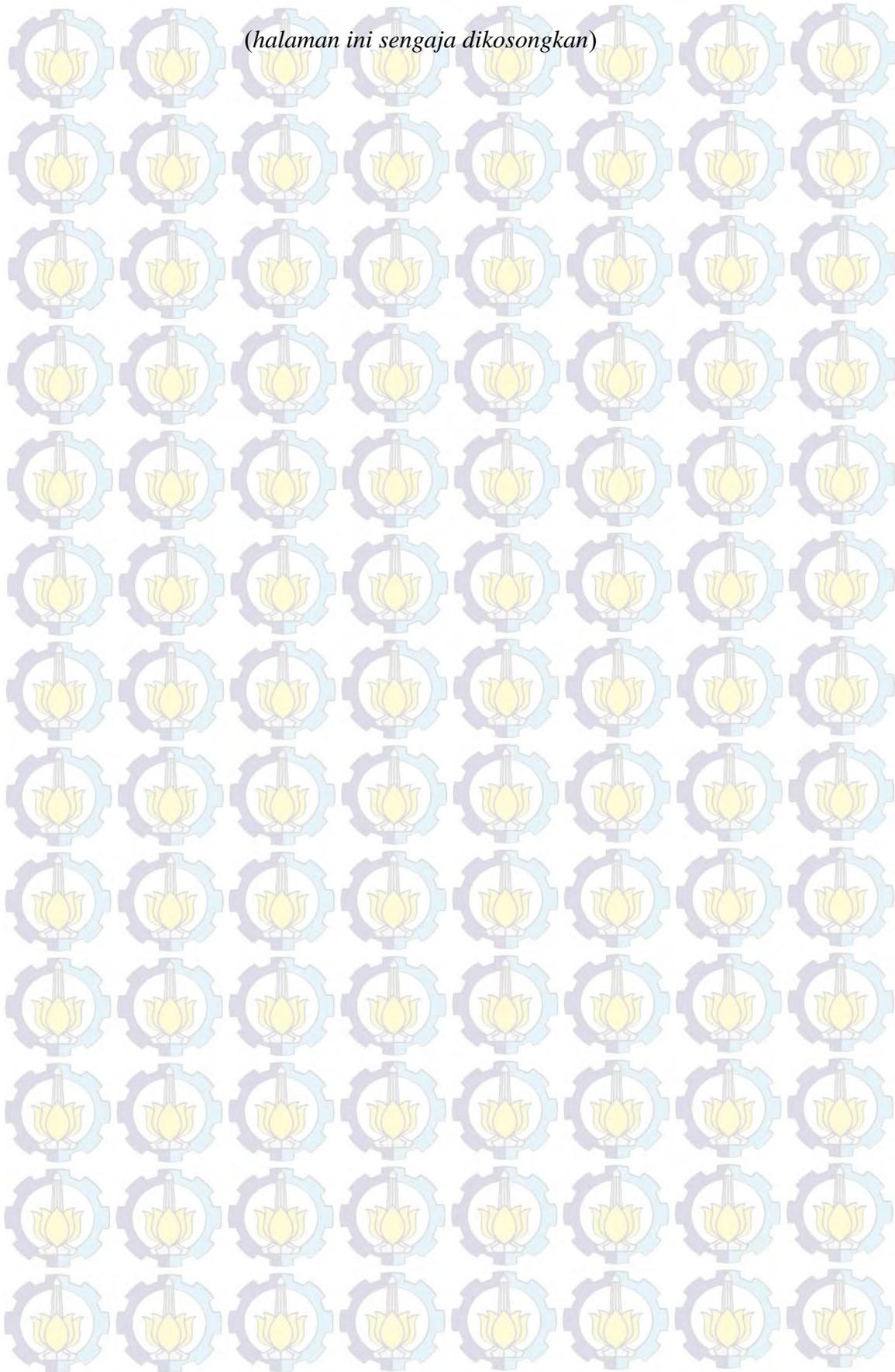
Batasan dan asumsi yang lain akan diberikan pada saat menyusun model.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dilakukannya penelitian ini antara lain adalah :

1. Menambahkan aspek teoritis dalam pendekatan matematis untuk DCSC.
2. Memberikan pengetahuan baru tentang pengaruh substitusi produk terhadap kuantitas pesanan yang optimal.
3. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan dalam menentukan tingkat persediaan yang optimal ketika terdapat produk substitusi sehingga mampu meminimalkan total biaya persediaan yang dikeluarkan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka terkait penelitian yang dilakukan, dimana tinjauan pustaka ini diperoleh dari buku, jurnal, dan lain sebagainya. Terdapat beberapa hal yang dibahas dalam bab ini seperti *inventory*, *dual channel supply chain*, dan produk substitusi. Selain itu dalam bab ini juga dibahas penemuan dari penelitian-penelitian sebelumnya sehingga mampu dijadikan referensi dan landasan teori dalam pengembangan Tesis.

2.1 *Inventory*

Inventory (persediaan) adalah *on-hand stock* dari material atau aset *tangible* lain yang bisa dilihat, dihitung, dan diukur pada waktu tertentu (Tersine, 1994). Menurut Pujawan dan Mahendrawati ER (2010), persediaan dapat ditimbulkan karena adanya ketidakpastian, perbedaan lokasi, dan motif ekonomi. Ketidakpastian biasanya terjadi pada bagian produksi dan distribusi. Dalam *supply chain*, ketidakpastian tidak hanya muncul dari arah permintaan tetapi juga dari pasokan dan operasi internal. Pengelolaan *inventory* memiliki peranan penting dalam menentukan keputusan strategis. Karena itu mengelola *inventory* yang baik akan berpotensi dalam meningkatkan kinerja finansial perusahaan.

Menurut Nahmias (2001), dua permasalahan mendasar dalam mengelola *inventory* adalah menentukan berapa banyak yang harus dipesan dan kapan dilakukan pemesanan. Biasanya semua model *inventory* menggunakan minimasi *cost* sebagai kriteria optimasi (fungsi tujuannya adalah meminimasi total *cost*). Kekompleksan model *inventory* bergantung pada asumsi dan parameter-parameter yang digunakan dalam sistem. Beberapa karakteristik dari sistem *inventory* antara lain yaitu terkait *demand*, *lead time*, *review time*, *excess demand*, dan *changing inventory* (Nahmias, 2001).

Model dasar dari *inventory* adalah EOQ (*economic order quantity*), dimana mengasumsikan *demand* diketahui, konstan, dan kontinu, *lead time* diketahui dan konstan, tidak boleh terjadi *stockout*, dan lainnya. Dari model dasar

ini kemudian dikembangkan model persediaan lainnya seperti dengan mempertimbangkan adanya *stockout*, diskon, *demand* dan *lead time* probabilistik, dan masih banyak lagi. Banyak penelitian yang membahas model EOQ seperti yang dijelaskan berikut ini.

Liao dan Shyu (1991) mengusulkan model persediaan dengan kuantitas pesanan yang telah ditentukan sebelumnya (*predetermined order quantity*) dan permintaan berdistribusi normal, dengan *lead time* menjadi variabel untuk meminimalkan total biaya yang diharapkan. Ben-Daya dan Raouf (1994) memperpanjang model Liao dan Shyu dengan memasukkan *lead time* dan kuantitas pesanan sebagai variabel keputusan. Ouyang dkk. (1996) mempertimbangkan adanya *item* yang *stockout* dan memperlakukan total *stockout* sebagai campuran antara *backorder* dan *lost sales*.

Szendrovits (1975) menyajikan sebuah model untuk mengurangi waktu siklus manufaktur dan total biaya dengan menyamakan ukuran *batch* di semua tahapan untuk masalah multi-eselon di mana biaya transportasi diperlakukan sebagai *sunk cost*. Goyal (1976) menyarankan prosedur pencarian untuk menentukan kuantitas produksi ekonomis dan jumlah *batch* yang optimal untuk model Szendrovits (1975).

Goyal (1977a) merumuskan model ukuran lot ekonomis bersama (*joint economic lot size*) untuk dua tahap *supply chain*. Goyal (1977b) mengembangkan metode untuk menemukan kuantitas produksi yang optimal untuk sistem produksi dua tahap dengan ukuran *batch* tidak sama yang mengikuti peningkatan atau penurunan deret geometri. Goyal (1978) dan Szendrovits dan Drezner (1980) mengusulkan untuk menentukan jumlah *batch* ekonomis dan jumlah optimal dari *batch* pada setiap tahap dengan ukuran lot konstan dengan mengasumsikan ukuran *batch* yang sama pada setiap tahap tertentu dan memungkinkan berbagai jumlah *batch*.

Goyal dan Szendrovits (1986) menyajikan model ukuran lot konstan dengan ukuran *batch* pengiriman yang sama dan tidak sama antara tahap produksi, dan mengusulkan untuk menyelesaikannya secara heuristik. Bannerjee (1986) memperluas model Goyal (1977a) dengan memasukkan tingkat produksi terbatas (*finite production rate*) untuk *vendor*. Namun, total biaya dapat dikurangi secara

signifikan dengan menggunakan kebijakan pengiriman *batch* (*batch shipment policy*). Goyal (1988) memperluas model Bannerjee (1986) dengan menghilangkan asumsi produksi *lot-for-lot* dan menunjukkan bahwa kuantitas produksi ekonomis dari *vendor* bisa menjadi *multiple integer* dari jumlah pembelian *customer*.

Eppen dan Schrage (1981) mempertimbangkan sistem persediaan dua-eselon yang terdiri dari pemasok, dimana *central warehouse* tidak memiliki persediaan, dan toko ritel *J* yang independen, terdistribusi normal, dan permintaan stasioner. Federgruen dan Zipkin (1984a) memperluas kerja Eppen dan Schrage dengan menghilangkan banyak asumsi utama, termasuk pada permintaan stasioner dan biaya penyimpanan dan *backorder* yang identik di ritel. Federgruen dan Zipkin (1984b) mempertimbangkan beberapa pendekatan untuk mendekati kebijakan pemesanan optimal dan biaya sistem yang optimal ketika rasio biaya penyimpanan per unit dan biaya penalti per unit adalah sama untuk semua *retailer*. Bollapragada, Akella, dan Srinivasan (1998) meneliti situasi yang sama dengan Federgruen dan Zipkin (1984a) dimana biaya *backorder* dan biaya penyimpanan dapat bervariasi secara independen di semua outlet ritel, dan memperoleh dan mengevaluasi kuantitas pesanan pada *central warehouse*.

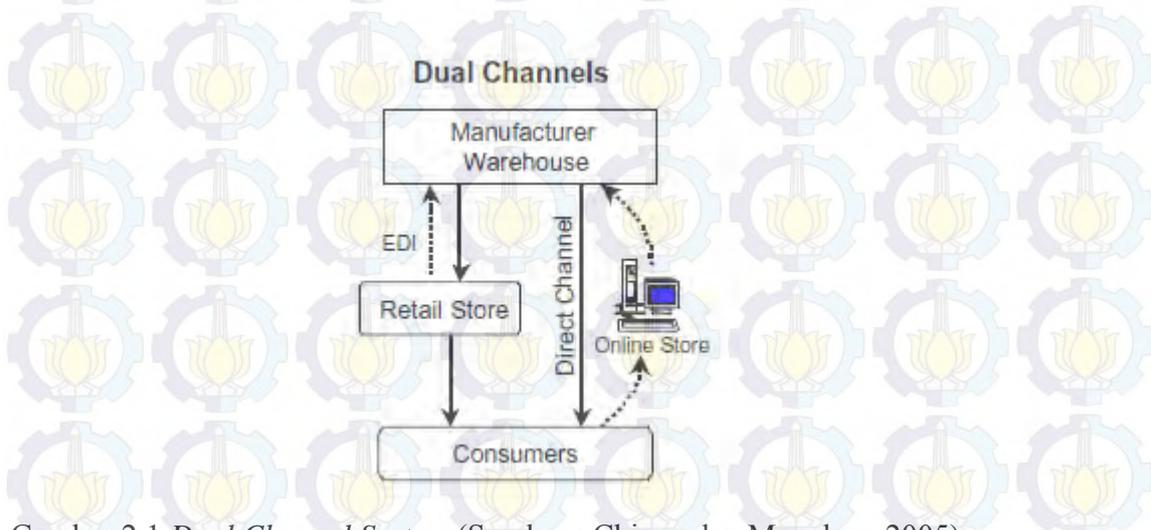
Kemudian ketika sebuah perusahaan tidak hanya menjual satu macam produk tetapi berbagai macam produk pengelolaan persediaannya tidak akan sama. Dalam sistem persediaan multiproduk, tidak semua produk menghasilkan profit yang sama. Karena itu produk yang menguntungkan harus dibedakan dengan produk yang tidak menguntungkan. Salah satu cara adalah dengan menggunakan analisis ABC yang menggunakan konsep dari *Pareto effect* (Eilon dan Mallya, 1985; Nahmias, 2001).

2.2 Dual Channel Supply Chain

Perkembangan teknologi telah membawa dampak yang sangat besar pada perusahaan. Dimulai pada pertengahan 1990 internet menjadi *channel* penting bagi *retailer* (Teimoury dkk., 2008). *Dual channel system* menurut Chiang dan Monahan (2005) adalah suatu sistem dimana *manufacturer* menggunakan toko *retail* tradisional dan *internet channel* untuk mendistribusikan produknya. Dalam

literatur yang sudah ada, *dual channel system* juga disebut sebagai *hybrid retail* (Levary dan Mathieu, 2000), *click-dan-mortar* (Steinfeld dkk., 2002; Bendoly dkk., 2007; Bernstein dkk., 2008). Banyak perusahaan yang sudah menerapkan sistem ini, diantaranya Hewlett-Packard (HP), IBM, Eastman Kodak, Nike, Apple, Dell, dan lain sebagainya (Teimoury et.al., 2008; Tsay dkk., 2004).

Produk-produk yang dapat dijual secara *online* antara lain buku, fashion, elektronik, kosmetik, perabotan rumah, alat kesehatan, perlengkapan bayi, dan lain sebagainya (Nurmaram, 2013). Struktur dasar dari *dual channel system* terdiri dari *manufacturer*, *retailer*, dan *customer* seperti pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 *Dual Channel System* (Sumber : Chiang dan Monahan, 2005)

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa *warehouse* dari *manufacturer* dapat menjual produknya melalui toko *retail* (*offline channel*) maupun langsung ke *customer* dengan menggunakan *internet* (*online channel*). Dari *retail* akan memberikan informasi ke *manufacturer* terkait pemesanan maupun jumlah persediaan melalui EDI (*electronic data interchange*).

Terdapat beberapa manfaat yang bisa diperoleh perusahaan ketika menerapkan sistem *dual channel*. Menurut Chun dkk. (2011), sistem *dual channel* dapat memungkinkan produsen untuk meningkatkan segmen pasar dan keuntungan dengan menyesuaikan produk dan layanan mereka untuk kebutuhan yang berbeda dari segmen pelanggan dengan *channel* yang terpisah. Hua dkk. (2010) menyebutkan bahwa sistem ini dapat membantu *manufacturer* dalam

melakukan ekspansi terhadap segmen pasar, mengontrol harga jual produk, dan meningkatkan pertumbuhan pendapatan. Selain itu distribusi langsung memungkinkan perusahaan untuk membawa produk ke pasar lebih cepat (Teimoury dkk., 2008).

Namun di sisi lain penerapan sistem *dual channel* juga memberikan tantangan tersendiri bagi perusahaan karena ketika suatu perusahaan juga menerapkan sistem *online* maka akan semakin banyak kompetitor-kompetitor baru yang muncul, seperti kompetitor yang menerapkan *pure online* (Mahar dkk., 2012). Teimoury dkk. (2008) mengatakan bahwa persaingan antara *manufacturer* dengan *retailer* dapat memicu adanya *channel conflict*, *pricing policy* untuk masing-masing *channel*, serta strategi distribusi yang digunakan.

Penelitian terkait *dual channel* sudah banyak dilakukan. Dari penelitian tersebut bisa dikelompokkan menjadi dua *issue* yaitu terkait *channel conflict* dan *order fulfillment*. Banyak cara untuk menangani *channel conflict* yang terjadi dalam sistem *dual channel* seperti dengan melakukan kebijakan *pricing strategy* (Zettelmeyer dkk., 2000; Brynjolffson dkk., 2000; Tang dkk., 2001; Chiang dkk., 2003; Cattani dkk., 2006; Cai dkk., 2009; Huang dkk., 2009). Selain itu untuk mengelola konflik yang muncul bisa dengan melakukan profit atau *revenue sharing* antara *manufacturer* dengan *retailer* seperti yang dilakukan oleh Yan, 2008; Hu dkk., 2010.

Rhee dan Taman (1999) mempelajari masalah desain *hybrid channel*, dengan asumsi bahwa ada dua segmen konsumen yaitu segmen yang sensitif terhadap harga dan segmen yang sensitif terhadap layanan. Chiang dkk. (2003) mempelajari permainan penetapan harga antara *manufacturer* dan *retailer* dalam *dual channel supply chain* berdasarkan model pilihan konsumen. Tsay dan Agrawal (2004) menggunakan teori permainan untuk mempelajari *channel conflict* dan koordinasi antara *manufacturer* dan *retailer* dalam *dual channel supply chain* dan mengusulkan kebijakan yang yang bisa mengkoordinasikan tindakan anggota *channel*. Fokus penelitian mereka adalah pada isu persaingan dan koordinasi *channel*.

Cattani dkk. (2006) menunjukkan bahwa *equal-pricing strategy* (harga *online channel* dan *retail channel* adalah sama) tepat asalkan *retail channel* secara

signifikan lebih mudah daripada *online channel*. Cai dkk. (2009) membahas strategi distribusi *manufacturer* dengan fokus pada struktur biaya yang berbeda antara dua *channel* dan menunjukkan bahwa *manufacturer* menggunakan kedua *channel* saat biaya *onlinechannel* tidak terlalu tinggi.

Lee dkk. (2000) dan Li (2002) memperkirakan nilai *information sharing* dalam dua tingkat *supply chain* dan dengan persaingan horisontal dalam *supply chain*. Yao dkk. (2005) meneliti *information sharing* antara *retail* dan *e-tail channel* di mana total permintaan dialokasikan dengan persentase tertentu untuk *e-tail channel* dan sisanya untuk *retail channel*. Yao dan Liu (2005) mempertimbangkan *dual channel supply chain*, dengan *e-tail* dan *retail*, di mana terdapat persaingan harga antara dua *channel* ini. Mereka mengusulkan strategi harga yang optimal bagi *manufacturer*. Dumrongsiri dkk. (2008) mengembangkan model *dual channel supply chain* di mana *manufacturer* menjual produk yang sama ke *retailer* maupun secara langsung kepada konsumen, dan konsumen memilih *channel* mana yang digunakan untuk membeli produk. Konsumen memilih *channel* pembelian berdasarkan harga dan kualitas layanan.

Literatur terkait *order fulfillment* juga telah banyak ditemukan seperti dalam Bendoly, 2004; Chiang dan Monahan, 2005; Netessine dkk., 2006; Yue dkk., 2006; Bendoly dkk., 2007; Teimoury dkk., 2008; Agatz dkk., 2008; Mahar dkk., 2009; Mahar dkk; 2011; dan lain sebagainya. Dalam memenuhi *order* dari *customer* salah satu caranya adalah dengan mengelola *inventory* di kedua *channel* yang merupakan fokus dalam penelitian ini.

Bendoly (2004) mempertimbangkan koordinasi persediaan dalam sistem, di mana toko-toko individu tidak hanya mengintegrasikan persediaan *in-store* dan *online* tetapi juga berbagi informasi mengenai ketersediaan dengan toko-toko lain dalam jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ini secara finansial menguntungkan.

Chiang dkk. (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 dkk. (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 (dalam hal depo *online* yang didedikasikan menangani *e-fulfillment*).

Teimoury dkk. (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. Hsiao (2008) mengkaji masalah persediaan stokastik terintegrasi untuk *supply chain* dua tahap yang terdiri dari *retailer* tunggal dan *manufacturer* tunggal. Dengan menggunakan kebijakan pengiriman *batch*, total biaya yang diharapkan dapat dikurangi secara signifikan.

Yao dkk. (2009) mempelajari *supply chain* yang terdiri dari satu *manufacturer* dan satu *retailer*. *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).

Mahar dkk. (2009) meneliti bagaimana *continuous review* dari permintaan secara *online* dan posisi persediaan dapat memberikan manfaat ekonomi bagi perusahaan yang menangani penjualan *in-store* dan *online*. Mereka mengembangkan dan mengevaluasi dua kebijakan penugasan dinamis yang menggabungkan informasi *real time* untuk menentukan lokasi *e-fulfillment* mana yang akan menangani setiap penjualan Internetnya.

Kurt M. Bretthauer dkk. (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 (*holding, backorder, fixed operating, transportation, dan handling cost*). Takahashi dkk. (2010) mempertimbangkan model dua-eselon

dual channel supply chain dengan *setup* produksi dan pengiriman dan mengembangkan kebijakan pengendalian persediaan baru untuk *supply chain*.

Bin dkk. (2010) mempelajari sistem *dual channel* secara *online* dan mempertimbangkan *supply chain* dengan *manufacturer* yang menjual produk menggunakan dua *channel* penjualan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui strategi produksi dan harga yang optimal di bawah kondisi sentralisasi ketika *manufacturer* beroperasi dengan *dual channel*.

Chun dkk. (2011) menganalisis strategi *channel* yang optimal bagi *manufacturer* ketika mereka mempertimbangkan toko *online* sebagai *direct channel* baru mereka secara *online*, dan membahas beberapa implikasi strategis dari strategi *channel* ini dari perspektif heterogenitas konsumen dan layanan *retailer*.

Mahar dkk. (2011) mengusulkan bahwa perusahaan hanya menyajikan sebagian dari toko kepada pelanggan *online* sebagai lokasi pengambilan yang tersedia, bukan hanya daftar semua toko-toko lokal dengan persediaan. Dengan demikian, perusahaan dapat melindungi toko-toko dengan tingkat persediaan kritis rendah dan mengurangi biaya *backorder*. Mereka mengembangkan dan mengevaluasi *dynamic pickup site inclusion policy* yang menggabungkan informasi *real-time* untuk menentukan lokasi *e-fulfillment* mana yang harus disajikan di *online checkout*.

Huang dkk. (2012) mengembangkan model keputusan terkait produksi dan harga dalam sistem *dual channel supply chain* satu *manufacturer* satu *retailer* yang mengalami gangguan dalam permintaan selama horison perencanaan. Kemudian penulis menerapkan model tersebut dalam kondisi sentralisasi dan desentralisasi.

Dari penelitian di atas dapat diketahui bahwa penelitian terkait model persediaan dalam struktur *dual channel supply chain* sudah banyak dilakukan. Namun dalam penelitian tersebut belum mempertimbangkan adanya substitusi produk, meskipun sudah ada penulis yang mempertimbangkan substitusi antar *channel*. Karena itu hal ini memberikan peluang untuk mengembangkan model persediaan dengan mempertimbangkan substitusi produk pada struktur *dual channel supply chain*.

2.3 Produk Substitusi

Kebanyakan penelitian tentang model persediaan yang mempertimbangkan substitusi produk adalah menggunakan *newsboy problem* atau kasus periode tunggal. Substitusi terjadi jika produk mengalami *stockout* (*demand* lebih besar dari tingkat persediaan). Menurut Huang dkk. (2010), dengan mempertimbangkan adanya substitusi dapat menurunkan kelebihan persediaan dan terjadinya *stockout* dalam *supply chain*, meningkatkan *customer service level*, berpeluang untuk *economies of scale* dalam mengelola persediaan semua produk, serta kemungkinan melakukan *inventory pooling* untuk mengantisipasi ketidakpastian *demand* dan membantu mengurangi *safety stock*.

Produk substitusi pertama kali dipelajari oleh McGillivray dan Silver (1978) dalam konteks kuantitas pesanan ekonomis (EOQ). Smith dan Agrawal (2000), mengembangkan model *demand* probabilistik untuk berbagai macam *item* yang menangkap efek dari substitusi dan sebuah metodologi untuk memilih tingkat persediaan barang sehingga mampu memaksimalkan profit, dengan adanya konstrain kapasitas.

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 dkk. (1997), Rao dkk. (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 Agrawal (2000). Aliran ketiga fokus pada model *single*

period dimana masing-masing produk dapat digunakan untuk mensubstitusikan semua produk lain dengan probabilitas substitusi tertentu. Aliran ini mempertimbangkan efek kumulatif dari substitusi dengan mempertimbangkan total permintaan produk pada akhir musim. *Demand* produk tidak pasti dan tidak terdapat *setup cost*.

McGillivray dan Silver (1978), mempertimbangkan kasus dimana produk mempunyai *cost* yang identik dan masing-masing produk mempunyai probabilitas substitusi tetap untuk produk yang akan diganti dengan produk lain. Parlar dan Goyal (1984), menunjukkan *total expected profit* adalah *concave* untuk berbagai kasus. Pasternack dan Drezner (1991), mempertimbangkan produk yang sepenuhnya tersubstitusi dan menunjukkan bahwa *optimal order quantity* dapat lebih besar atau kecil dibandingkan jika tidak terdapat substitusi. Rudi dan Netessine (1999), mempertimbangkan kasus untuk menentukan *order quantity* dibawah substitusi dengan dua skenario, yaitu tanpa dan dengan persaingan *retail*.

Netessine dan Rudi (2002), membahas kebijakan persediaan optimal untuk produk dengan mempertimbangkan *consumer-directed substitution* dimana peneliti menggunakan formulasi *single-period* dengan *demand* untuk produk mengikuti *continuous multivariate distribution*. Song dan Xue (2007), meneliti *optimal pricing* dan keputusan *replenishment* untuk *substitutable products* selama horizon waktu terbatas dengan mempertimbangkan *price driven substitution*.

Nagarajan dan Rajagopalan (2007), meneliti tentang dampak dari *customer-driven substitution* karena *stockout* terhadap keputusan persediaan dari sebuah kategori produk pada *retailer*, dimana *retailer* mengelola persediaan dua *item* dengan substitusi parsial. Mereka mengembangkan kebijakan yang disebut *partially decoupled base stock policy*. Mereka mengklasifikasikan literatur terkait *inventory* dengan efek substitusi dan *single-decision maker* menjadi 2, yaitu substitusi yang didorong oleh *customer* atau oleh *decision maker*. Literatur terkait *decision-maker driven substitution* diantaranya adalah Robinson (1991), Bassok dkk. (1999), Rudi dkk. (2001), Van Mieghem dan Rudi (2002), Axsater (2003), dan Deniz dkk. (2004).

Mahajan dan Van Ryzin (1998) menunjukkan model substitusi dinamis, di mana perilaku substitusi tergantung pada status persediaan pada saat seorang

pelanggan membuat pilihannya. McGillivray dan Silver (1978) mengembangkan kebijakan heuristik untuk masalah dua produk ketika terdapat substitusi parsial. Parlar dan Goyal (1984) juga mempelajari masalah substitusi parsial dan menunjukkan bahwa fungsi keuntungan yang diharapkan adalah cekung. Parlar (1985) mempertimbangkan *perishable inventory model* dengan substitusi antara barang baru dan lama ketika terjadi *stockout*. Pasternack dan Drezner (1991) menunjukkan beberapa karakteristik yang menarik dari tingkat persediaan yang optimal dalam masalah dua produk dengan substitusi penuh. Gerchak dan Mossman (1992) menunjukkan bahwa, bertentangan dengan intuisi, efek substitusi dapat menyebabkan meningkatnya tingkat persediaan yang optimal dalam kondisi biaya dan permintaan tertentu. Semua *paper* di atas mempertimbangkan model periode tunggal di mana permintaan produk tidak berkorelasi.

Beberapa *paper* yang mempelajari kebijakan persediaan dengan efek substitusi ketika *demand* berkorelasi, salah satunya adalah Rajaram dan Tang (2001), mempelajari model periode-tunggal jika terdapat dampak substitusi parsial dan korelasi permintaan. Yang dan Schrage (2002) menunjukkan bahwa peningkatan substitusi dapat mengakibatkan tingkat persediaan yang lebih tinggi dalam kondisi tertentu dan membahas anomali menarik lainnya yang berhubungan dengan *risk pooling*. Ernst dan Kouvelis (1999) mempelajari masalah *packaged goods* dengan dua produk yang bisa disubstitusikan dan dapat dijual secara tunggal atau paket dan melakukan analisis numerik pada efek korelasi pada kebijakan optimal. Netessine dan Rudi (2003) mempelajari masalah substitusi N-produk di mana produk N memiliki permintaan acak yang berkorelasi dan fraksi tetap dari *customer* menghadapi *stockout* dari suatu produk akan diganti (jika mungkin) dengan produk lain.

Terdapat literatur tentang perencanaan *assortment*, seperti Smith dan Agrawal (2000) dan Mahajan dan Van Ryzin (2001) yang mempelajari sistem persediaan di mana pilihan konsumen dan efek substitusi dimodelkan secara rinci dan substitusi dalam situasi *out of stock* adalah probabilistik. Kok dan Fisher (2004) mempertimbangkan masalah perencanaan *assortment* dengan memperhitungkan efek substitusi. Gaur dan Honhon (2005) mempelajari

perencanaan *assortment* periode-tunggal dan masalah manajemen persediaan yang menggunakan model pilihan lokasi sebagai pilihan konsumen. Kok, Fisher dan Vaidyanathan (2006) memberikan kajian komprehensif dari literatur tentang perencanaan *assortment*.

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. Chiang (2010), meneliti dampak substitusi dari *customer* berdasarkan *stock-out* pada ketersediaan produk dan efisiensi *channel* dari *dual channel supply chain*.

Gurler dkk. (2010), mempertimbangkan dua tingkat *supply chain* dalam *newsboy* model dengan dua produk yang bisa saling menggantikan (*substitutable product*) dan *retailer* boleh mengembalikan produk yang tidak habis terjual ke *manufacturer* dengan kondisi tertentu. Mereka mengklasifikasikan literatur terkait substitusi menjadi dua, yaitu substitusi satu arah dan substitusi dua arah. Substitusi satu arah, yang umumnya didorong oleh *retailer*, biasanya mengasumsikan bahwa produk yang diklasifikasikan ke dalam kelas yang berbeda dan bahwa produk dengan nilai yang lebih tinggi dapat digunakan untuk menggantikan produk dengan nilai yang lebih rendah. Penelitian terkait substitusi ini misalnya, Bitran dan Dasu (1992), Bassok dkk. (1999), Hsu dan Bassok (1999), Hsu dkk. (2005), Bayindir dkk. (2007), Dutta dan Chakraborty (2009).

Sedangkan substitusi dua arah, dapat didorong baik oleh *retailer* maupun *customer*, memungkinkan bahwa setiap produk dapat digunakan untuk menggantikan semua produk lainnya secara bebas. Aliran penelitian juga disebut sebagai substitusi parsial antara produk di mana hanya sebagian kecil dari pelanggan akan membeli pengganti jika produk favorit mereka *out-of-stock*. Dalam substitusi parsial, produk dapat menggantikan produk lain dengan probabilitas substitusi tertentu (tingkat substitusi). Penelitian terkait substitusi ini seperti, Parlar dan Goyal (1984); Parlar (1988); Khouja dkk. (1996); Netessine dan Rudi (2003); Rajaram dan Tang (2001); Nagarajan dan Rajagopalan (2008).

Huang dkk. (2010), mempelajari *multi-product newsboy model* dengan mempertimbangkan ada atau tidaknya substitusi (*full dan free substitution*) dan

mengembangkan algoritma simulasi *Monte Carlo* untuk mencari solusi optimal. Huang dkk. (2011), meneliti *multi-product competitive newsboy problem* dengan mempertimbangkan *stockout penalty cost* dan *partial product substitution*. Peneliti mengembangkan *iterative algorithm* untuk menyelesaikan permasalahan.

Huang dkk. (2011), mengklasifikasikan model persediaan dengan substitusi produk menjadi dua jenis, yaitu *firm-driven substitution* dan *customer-driven substitution*. Menurut Lang (2010) dalam Huang dkk. (2011), *firm-driven substitution* berarti bahwa *supplier* membuat keputusan untuk *customer* dalam memilih produk pengganti. *Customer-driven substitution* berarti bahwa *customer* dapat memilih sendiri pengganti dari produk pilihan pertama mereka.

Firm-driven substitution yang disebut juga *one-way substitution*, mengasumsikan bahwa produk diurutkan dalam beberapa tingkat dengan atribut tertentu dan hanya produk dengan tingkat yang lebih tinggi dapat menggantikan produk dengan tingkat yang lebih rendah. *Customer-driven substitution* dalam literatur mengikuti dua aliran. Pada aliran pertama, kedatangan customer mengikuti proses stokastik dan *customer* membuat keputusan pembayaran berdasarkan kriteria maksimasi utilitas/profit. Pada aliran kedua, tiap produk dapat menggantikan produk lain dengan probabilitas tertentu dan efek kumulatif dari penggantian terhadap total permintaan untuk sebuah produk dievaluasi dan dipertimbangkan dalam menentukan tingkat persediaan yang optimal. Penelitian dalam aliran ini dapat dikategorikan sebagai kasus *two-product* atau *multi-product*, sentralisasi atau kompetisi, dan dengan substitusi sebagian atau penuh.

Zhang dkk. (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 *stockout*.

Gao dkk. (2012), mengkaji dampak peramalan permintaan dan estimasi substitusi permintaan terhadap manajemen persediaan dan harga dengan musim penjualan pendek untuk rantai pasok PC yang terdiri dari satu *retailer* dan dua *manufacturer*.

Tan dan Karabati (2013), mempertimbangkan masalah manajemen persediaan dari kategori produk dengan substitusi berbasis *stockout* dan beberapa *item* dalam kategori produk dan mengusulkan pendekatan untuk menentukan *order-up-to level* untuk memaksimalkan keuntungan yang diharapkan dengan *constraint* tingkat layanan.

Deflem dkk. (2013), menyajikan sebuah pendekatan mendalam untuk menganalisis sistem persediaan periodik dua *item* dengan substitusi satu arah yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya yang diharapkan per periode, yang terdiri dari biaya pembelian, biaya penyimpanan, biaya *stockout*, dan biaya *adjustment*.

Liu dkk. (2013), mempelajari permainan *newsvendor* di mana dua *substitutable product* dijual oleh dua *retailer* yang berbeda (*newsvendors*) dengan preferensi *loss-averse*. Setiap *loss-averse retailer* menghadapi permintaan *stochastic* dari *customer* dan tingkat substitusi deterministik akan membuat keputusan kuantitas pesanan untuk memaksimalkan utilitasnya.

Hoseinina dkk. (2013) mempelajari manajemen persediaan dalam sistem *multi channel distribution* yang terdiri dari produsen, dengan satu produk, dan sejumlah *retailer* yang menghadapi permintaan stokastik.

Ahiska dkk. (2014), mempertimbangkan masalah pengendalian persediaan dengan *periodic review* untuk sistem di mana produk manufaktur dan remanufaktur dianggap tidak identik dan memiliki aliran permintaan yang terpisah.

Salameh dkk. (2014), mengusulkan prosedur untuk menyelesaikan model *joint replenishment* dengan substitusi (JRMS) untuk dua produk dalam kerangka model kuantitas pesanan ekonomi klasik. Mereka menentukan jumlah pesanan optimal untuk setiap produk dengan mempertimbangkan substitusi sehingga permintaan yang sebagian dipenuhi dan total biaya terkait dengan pengiriman, penyimpanan, dan *stockout* dapat diminimalkan.

Dari penelitian di atas dapat diketahui bahwa penelitian terkait model persediaan dengan mempertimbangkan substitusi sudah banyak dilakukan. Namun kebanyakan dari penelitian tersebut hanya fokus pada satu eselon saja (*retailer*) dan belum mempertimbangkan adanya *dual channel*. Karena itu hal ini bisa

menjadi *gap* dari penelitian yang diusulkan, yaitu mengembangkan model persediaan untuk produk substitusi pada struktur *dual channel supply chain*.

Dimana dalam penelitian ini perusahaan melalui *central warehouse* menjual produk melalui *retailer* dan langsung ke *customer* melalui internet, dan baik *central warehouse* maupun *retailer* sama-sama mempertimbangkan adanya substitusi produk.

2.4 Posisi Penelitian

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa penelitian terkait pengelolaan persediaan dalam *dual channel* dengan mempertimbangkan adanya substitusi produk masih belum dilakukan, sehingga ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk meneliti atau mengembangkan lebih lanjut terkait hal tersebut.

Tabel 2.1 berikut ini merupakan posisi penelitian jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya dalam lima hal, pertama terkait variabel keputusan dimana pada penelitian ini hanya mencari *optimal order quantity*.

Kedua, fungsi tujuan dari model yang disusun adalah untuk minimasi biaya bukan memaksimalkan profit. Ketiga, penelitian ini mempertimbangkan adanya substitusi produk. Keempat, terdapat *dual channel* dalam sistem yang diamati. Dan yang terakhir, *demand* yang diamati bersifat deterministik.

Sementara itu, penelitian ini sangat berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk. (2011). Namun terdapat beberapa perbedaan diantaranya, pertama dalam *paper* ini hanya mempertimbangkan adanya pengaruh substitusi, sedangkan dalam *paper* Zhang dkk. (2011), mempertimbangkan adanya pengaruh dari *backorder* dan substitusi. Kedua, fungsi *demand* utama sangat berbeda, pada *paper* ini lebih kompleks dibanding pada *paper* Zhang dkk.

(2011). Ketiga, sistem yang diamati pada *paper* ini terdiri dari tiga eselon, yaitu *manufacturer*, *central warehouse* dan *retailer*, sedangkan pada *paper* Zhang dkk. (2011), sistem hanya terdiri dari satu eselon. Keempat, model yang disusun pada

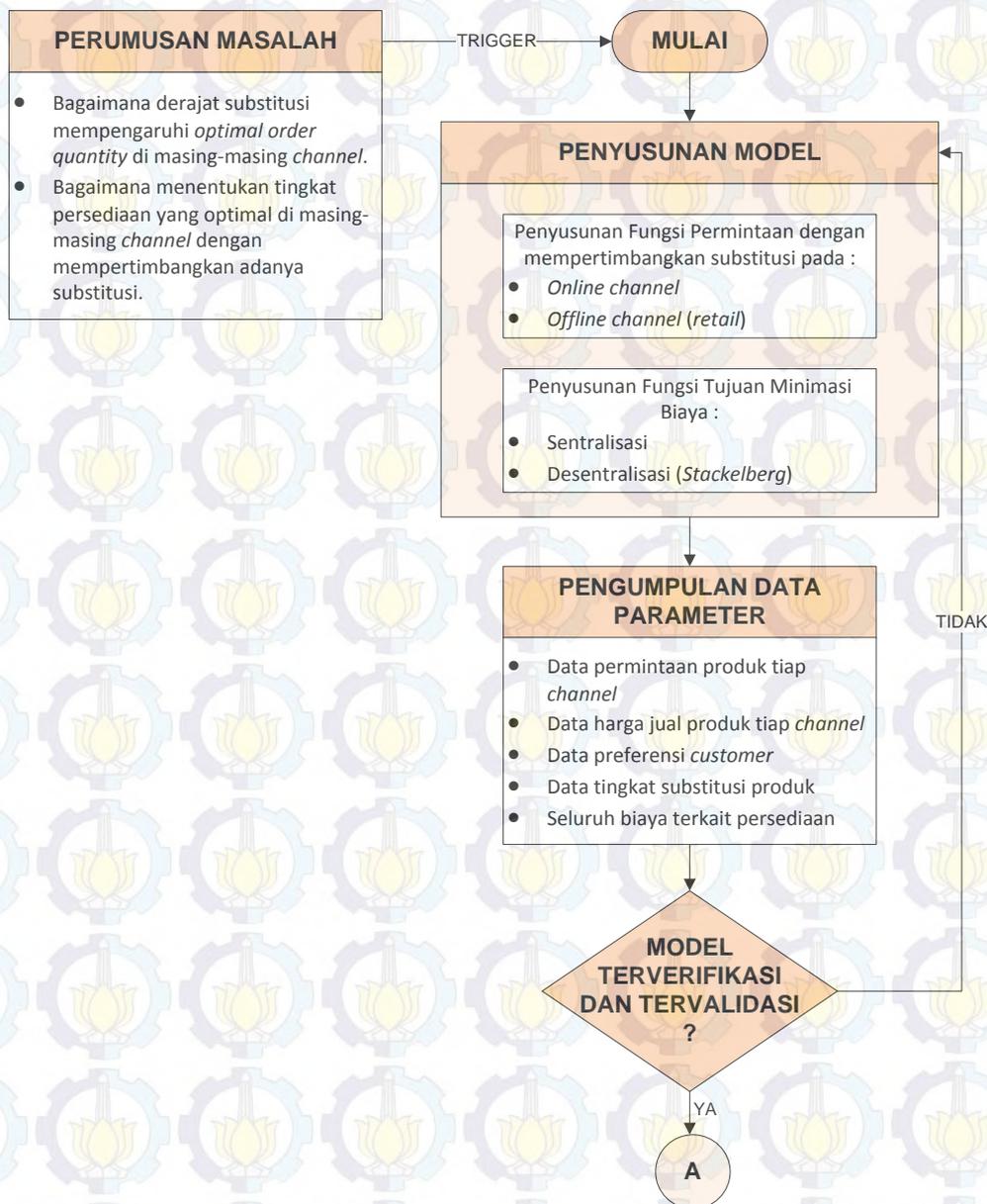
paper ini akan diuji dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan desentralisasi, sedangkan pada *paper* Zhang dkk. (2011), tidak dilakukan demikian.

Tabel 2.1 Posisi Penelitian

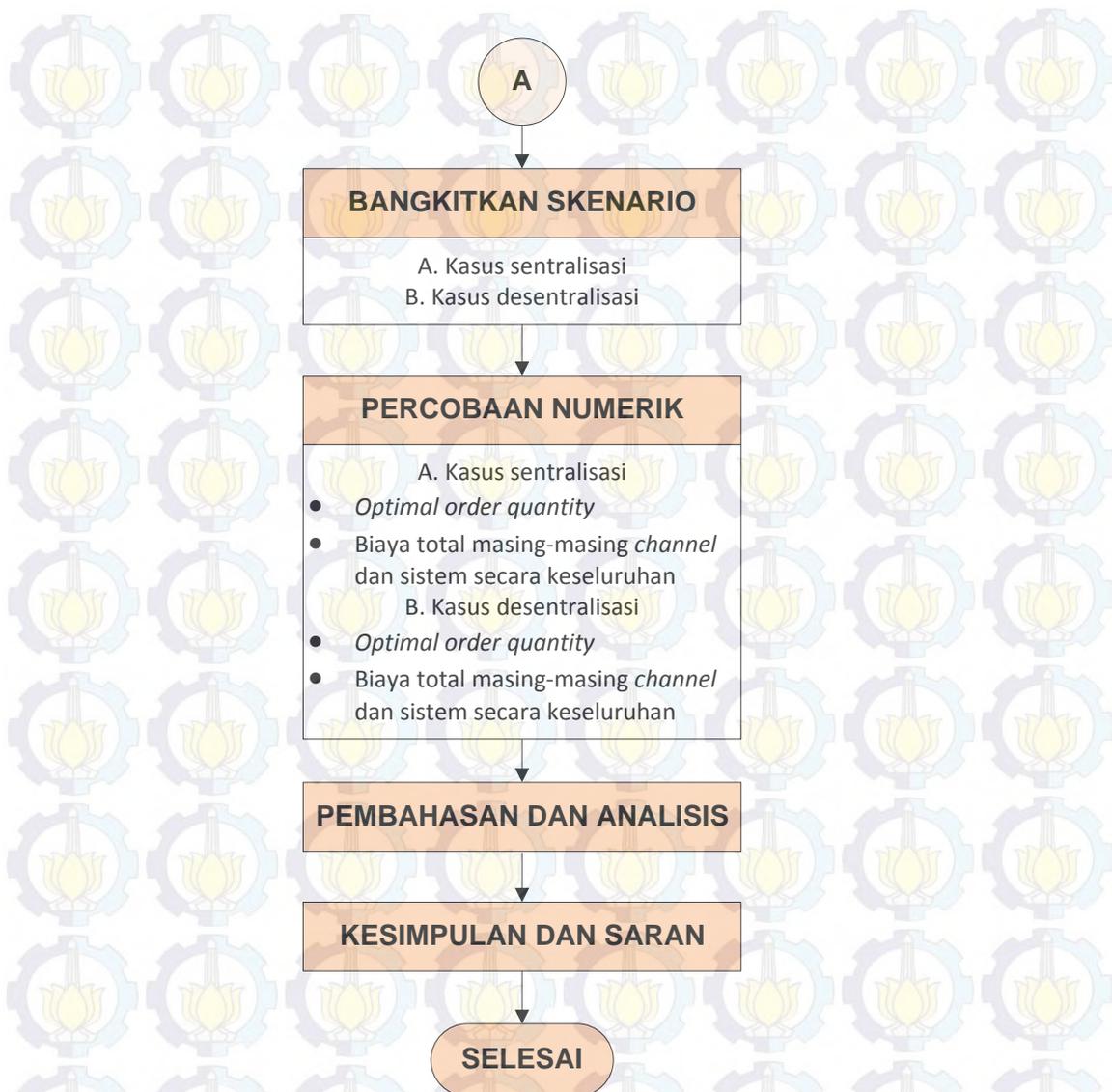
Peneliti	Judul	Variabel Keputusan		Fungsi Tujuan		Substitusi		Channel		Demand		Metode
		Price	Quantity	Maksimasi Profit	Minimasi Cost	Ada	Tidak	Single	Dual	Deterministik	Probabilistik	
Yao et al. (2009)	Strategic inventory deployment for retail and e-tail stores		√	√			√		√		√	Optimisasi
Zhang et al. (2010)	A two item deterministik EOQ model with partial backordering and substitution		√		√	√		√		√		Optimisasi
Huang, Di et al. (2011)	A competitive multiple-product newsboy problem with partial product substitution		√	√		√		√			√	Heuristik
Huang, Song et al. (2012)	Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruptions	√	√	√			√		√	√		Optimisasi
Salameh et al. (2014)	Joint replenishment model with substitution		√		√	√		√			√	Optimisasi
Deviabahari (2014)	Pengelolaan Inventory dengan Mempertimbangkan Substitusi Pada Struktur Dual Channel Supply Chain		√		√	√		√	√	√		Optimisasi

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metodologi penelitian yang merupakan langkah-langkah sistematis dalam melakukan penelitian yang dapat digambarkan seperti *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian (lanjutan)

3.1 Perumusan Masalah

Tahap ini membuat perumusan masalah terkait penelitian yang akan dilakukan. Dalam merumuskan masalah, peneliti mengumpulkan informasi dari berbagai sumber terutama *paper* yang berhubungan dengan area penelitian kemudian mencari *gap* dari penelitian tersebut yang bisa dikembangkan lebih lanjut. Perumusan masalah inilah yang akan menjadi pemicu dalam pembuatan model.

3.2 Penyusunan Model

Penyusunan model dilakukan dalam dua tahap, pertama menyusun model konseptual yang menggambarkan kondisi sistem yang diamati dan kedua menyusun model matematis. Model matematis inilah yang nantinya akan digunakan dalam mencari solusi optimal dari masalah yang dirumuskan. Sebelum menyusun model matematis perlu didefinisikan terlebih dahulu parameter-parameter yang akan digunakan. Model pertama yang disusun adalah terkait fungsi permintaan. Fungsi permintaan sendiri dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan pada *online channel* dan fungsi permintaan pada *retailer (offline channel)*. Kemudian dari fungsi permintaan tersebut disusun fungsi tujuan yang dapat meminimalkan total biaya persediaan yang dikeluarkan masing-masing *channel* dan sistem secara keseluruhan. Fungsi tujuan ini kemudian disusun untuk dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan kasus desentralisasi. Variabel keputusan dari model yang disusun adalah berupa *optimal order quantity* di masing-masing *channel*.

3.3 Pengumpulan Data Parameter

Setelah model terbentuk, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan bisa berupa data primer maupun data sekunder. Data-data inilah yang akan diolah menjadi parameter yang digunakan dalam model. Data yang dikumpulkan antara lain : data permintaan produk pada tiap *channel*, data harga produk pada tiap *channel*, data preferensi *customer*, data tingkat substitusi produk, dan data seluruh biaya terkait persediaan.

3.4 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi perlu dilakukan setelah model tersusun. Verifikasi adalah proses untuk menentukan apakah model matematis yang dibuat merepresentasikan model konseptual yang ada. Sedangkan validasi adalah proses untuk menentukan apakah model konseptual merepresentasikan sistem nyata. Model yang telah terverifikasi dan tervalidasi selanjutnya bisa dilakukan percobaan numerik.

3.5 Bangkitkan Skenario

Sebelum melakukan percobaan numerik, perlu membangkitkan skenario terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana penerapan atau aplikasi model ketika dalam kondisi yang berbeda. Terdapat dua skenario usulan, yaitu menerapkan model persediaan dengan mempertimbangkan substitusi pada kasus sentralisasi dan menerapkan model persediaan dengan mempertimbangkan substitusi pada kasus desentralisasi.

3.6 Percobaan Numerik

Pada tahap ini dilakukan percobaan numerik untuk mendapatkan solusi dari model yang telah dibuat. Percobaan numerik dilakukan untuk mengetahui dampak dari substitusi produk (derajat substitusi) terhadap *optimal order quantity* serta untuk mengetahui tingkat persediaan yang optimal di masing-masing *channel* sehingga mampu meminimalkan total biaya persediaan yang dikeluarkan. Kemudian dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana solusi optimum yang diperoleh berubah ketika parameter-parameter dari model juga berubah. Salah satu analisis sensitivitas yang dilakukan adalah dengan mengubah-ubah parameter derajat substitusi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dampak dari derajat substitusi terhadap *optimal order quantity*.

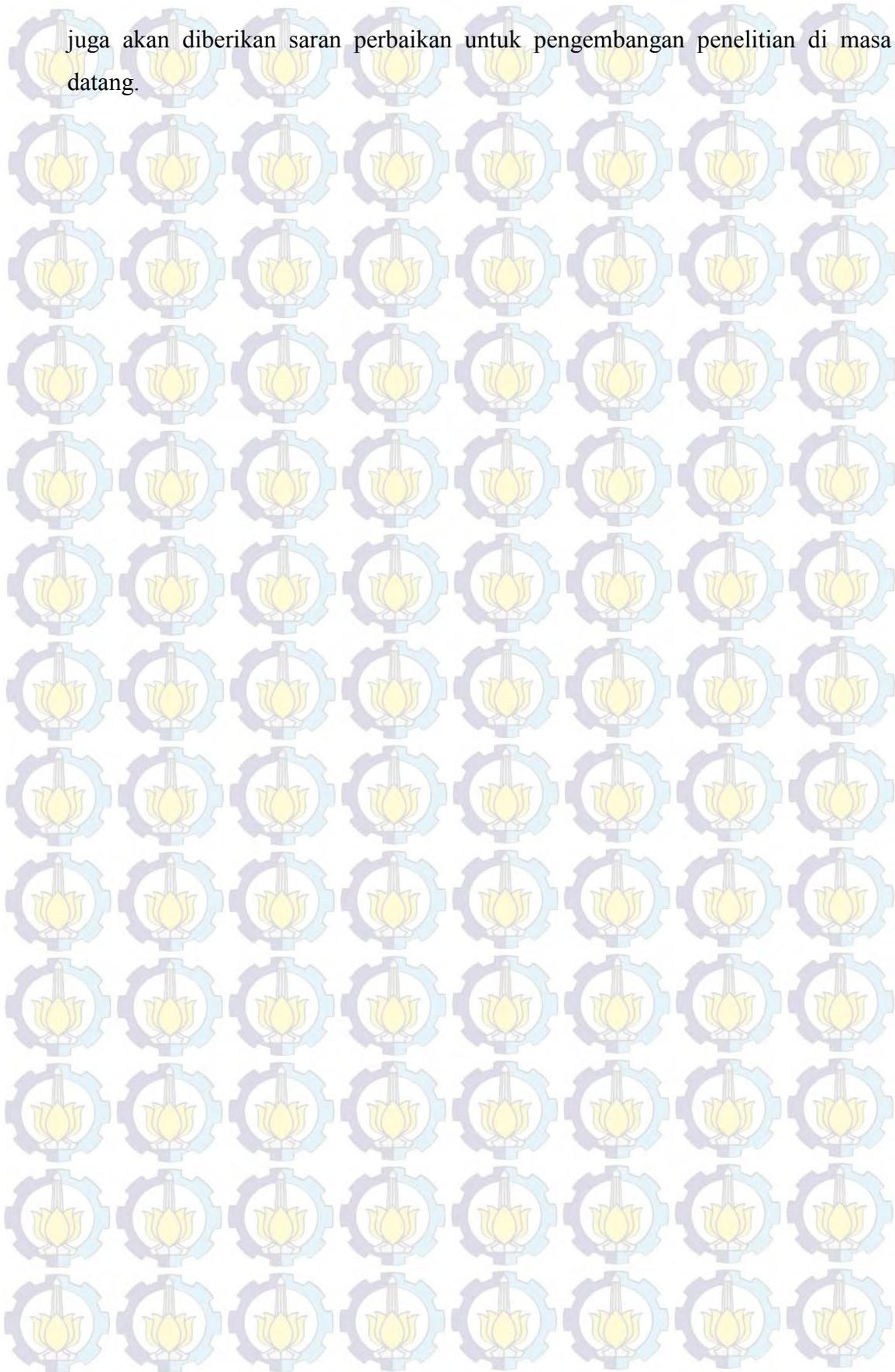
3.7 Pembahasan dan Analisis

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. Analisis ini mencakup pengembangan model yang disusun, hasil perhitungan awal dari model yang diusulkan, kemudian hasil dari analisis sensitivitas. Selain itu temuan-temuan penting dari hasil penelitian juga akan dianalisis lebih lanjut.

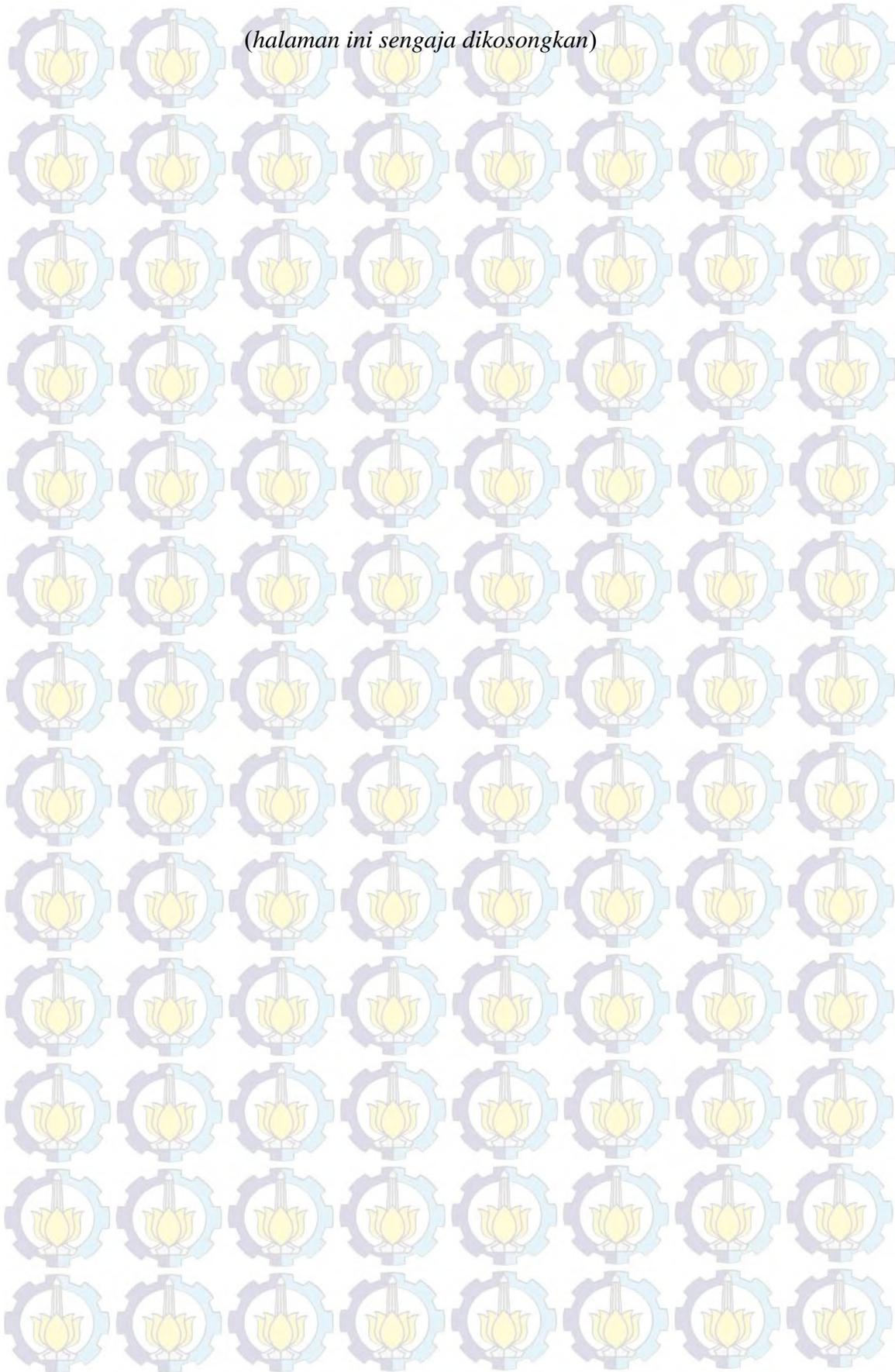
3.8 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil keseluruhan tahapan penelitian di atas dapat ditarik suatu kesimpulan yang akan menjawab masalah yang ditetapkan. Kemudian nantinya

juga akan diberikan saran perbaikan untuk pengembangan penelitian di masa datang.



(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 4

DESKRIPSI DAN PENGEMBANGAN MODEL

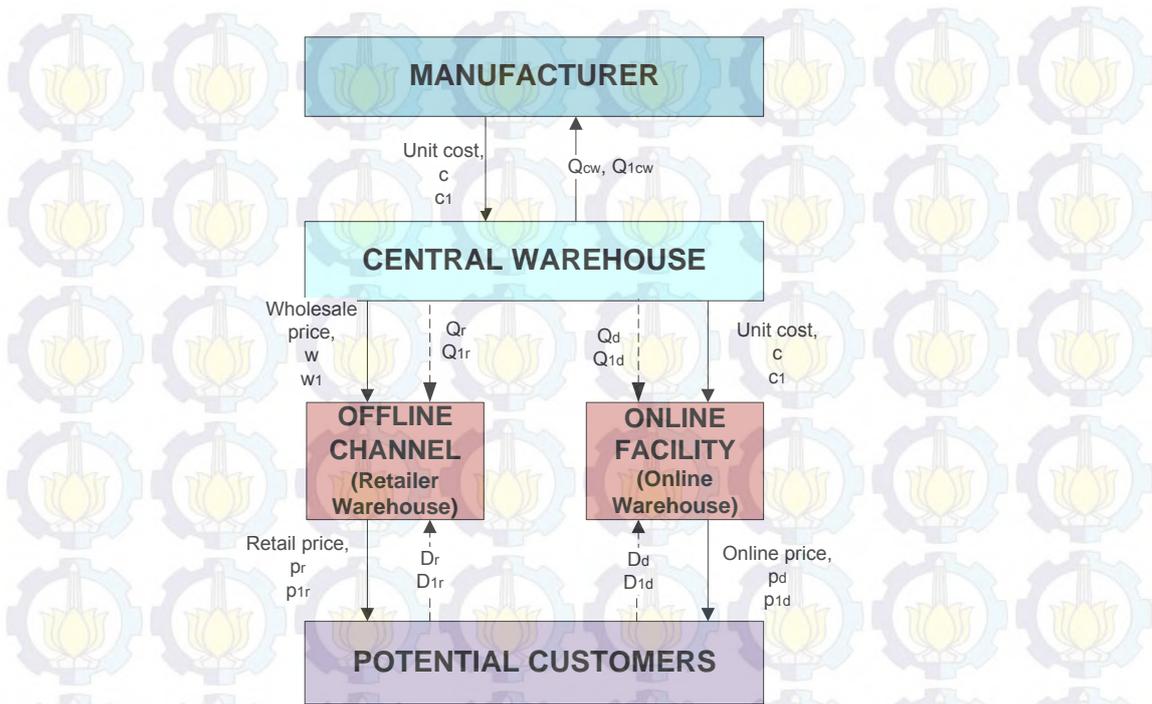
Bab ini menjelaskan model dasar dan model yang dikembangkan untuk DCSC dengan mempertimbangkan produk substitusi.

4.1 Model Dasar DCSC

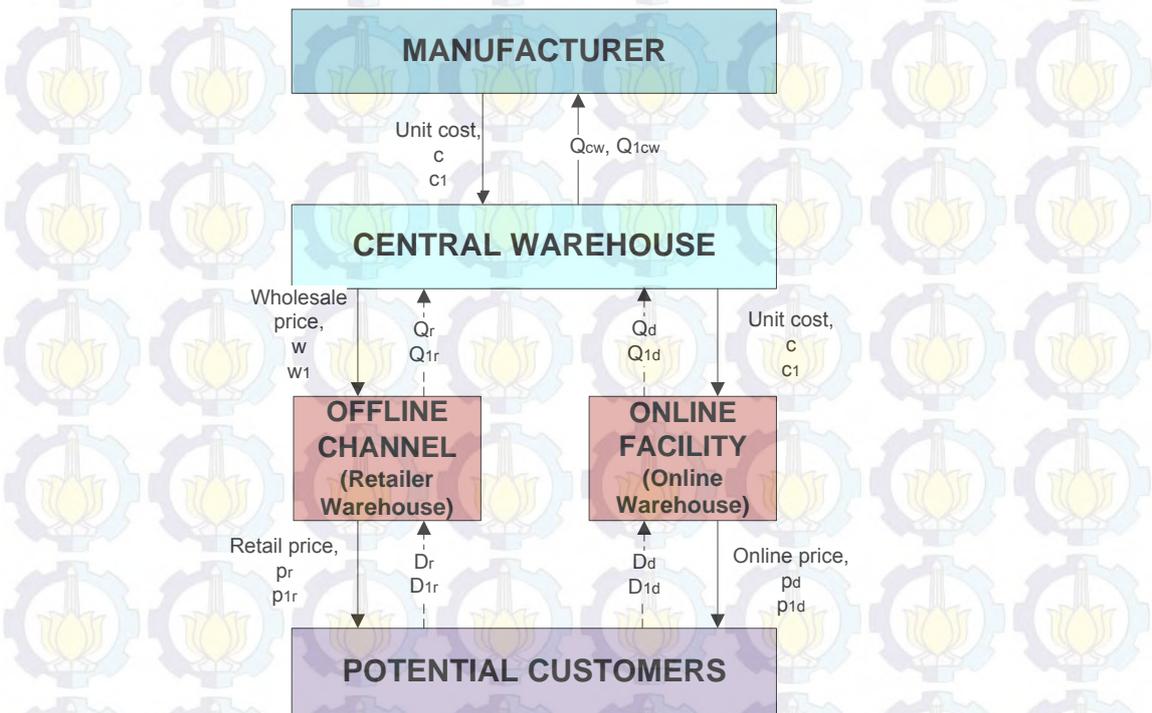
Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, struktur dasar DCSC terdapat satu *manufacturer* dan satu *retailer*, dimana *manufacturer* menjual produknya melalui dua *channel*, yaitu melalui *retailer* dan langsung ke *customer*. Karena itu dalam model dasar DCSC, fungsi permintaan dibagi menjadi dua, yaitu fungsi permintaan untuk *retailer (offline channel)* dan fungsi permintaan untuk *online channel*.

Pada penelitian ini sistem yang diamati 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*).

Gambaran mengenai sistem amatan bisa dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.1 Struktur DCSC Pada Kasus Sentralisasi



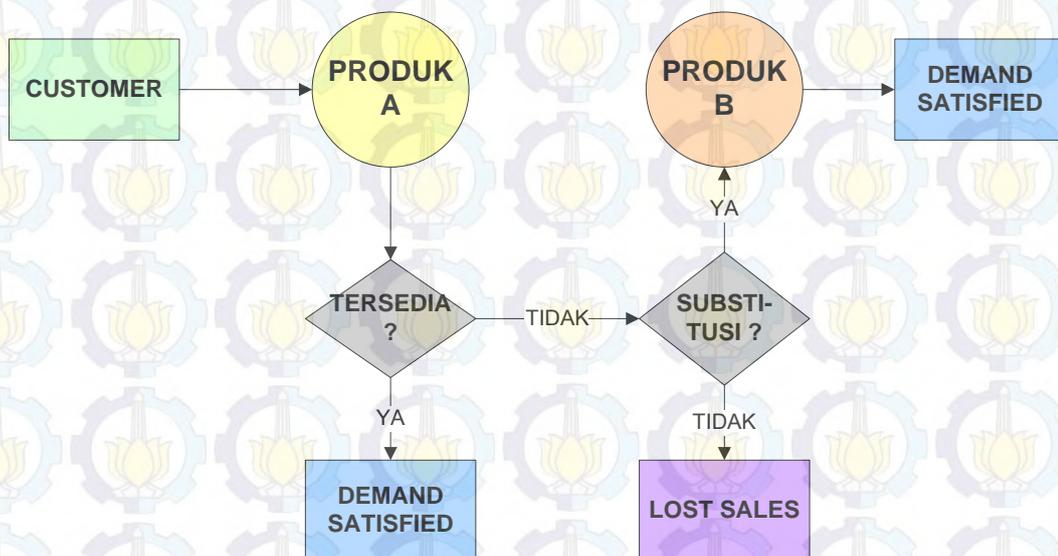
Gambar 4.2 Struktur DCSC Pada Kasus Desentralisasi

Dari kedua gambar tersebut dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan mengenai sistem amatan antara kasus sentralisasi dengan kasus desentralisasi.

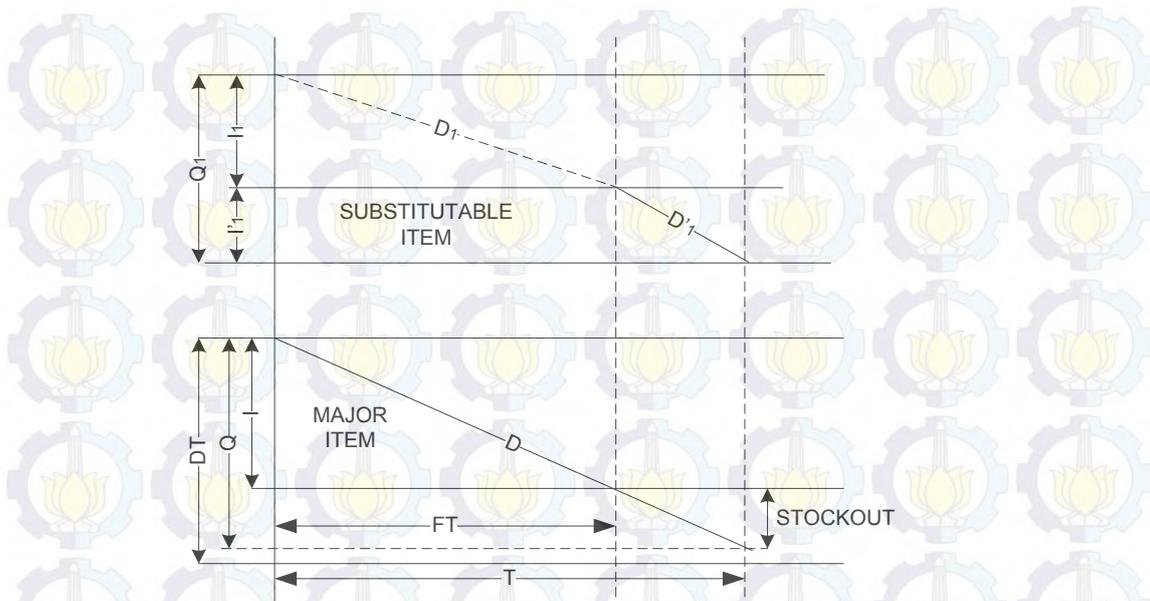
Perbedaan ini terletak pada pengambilan keputusan terkait *optimal order quantity*, dimana pada kasus sentralisasi pengambilan keputusan terpusat pada *central warehouse* sedangkan pada kasus desentralisasi dilakukan di masing-masing *channel*. Penjelasan lebih lanjut akan dibahas pada sub bab berikutnya.

4.2 Model DCSC dengan Mempertimbangkan Substitusi

Banyaknya variasi produk yang dijual oleh perusahaan memungkinkan terjadinya substitusi. Ketika perusahaan mempertimbangkan adanya substitusi, maka fungsi permintaan produk tersebut akan berbeda. Substitusi di sini mengacu pada kondisi jika produk utama mengalami *stockout*, maka kelebihan *demand* pada produk tersebut akan dipenuhi oleh persediaan produk lain (produk substitusi) dengan proporsi tertentu. Kemudian jika *customer* tidak mau menerima produk pengganti tersebut maka akan terjadi *lost sales*. Gambar 4.3 dan 4.4 berikut merupakan gambaran mengenai substitusi produk.



Gambar 4.3 Diagram Terjadinya Substitusi



Gambar 4.4 Tingkat Persediaan untuk Kedua Buah Produk dengan Substitusi Sebagian (Sumber : Zhang dkk, 2011)

Dari kedua gambar tersebut dapat diketahui bahwa ketika produk utama mengalami *lost sales* maka *demand* yang tidak terpenuhi tersebut akan disubstitusikan ke produk pengganti dengan derajat tertentu sehingga akan menambah *demand* dari produk substitusi tersebut. Substitusi terjadi di semua *channel*, yaitu pada *online channel* dan *offline channel (retailer)* serta pada *central warehouse*. Terdapat asumsi bahwa *online channel* mengetahui jika terjadi substitusi pada produk utama.

Berikut adalah notasi-notasi yang digunakan selama penyusunan model.

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}	= <i>holding cost</i> untuk produk substitusi pada <i>online channel</i>
Ch_r	= <i>holding cost</i> untuk produk utama pada <i>retail channel</i>
Ch_{1r}	= <i>holding cost</i> untuk produk substitusi pada <i>retail channel</i>
Ch_{cw}	= <i>holding cost</i> untuk produk utama pada <i>central warehouse</i>
Ch_{1cw}	= <i>holding cost</i> untuk produk substitusi pada <i>central warehouse</i>
C_{od}	= <i>lost sale cost</i> untuk <i>online channel</i>
C_{or}	= <i>lost sale cost</i> untuk <i>retail channel</i>
C_{ocw}	= <i>lost sale cost</i> untuk <i>central warehouse</i>
D	= <i>potential demand</i> untuk produk utama
D_1	= <i>potential demand</i> untuk produk substitusi
D_d	= <i>demand</i> untuk produk utama pada <i>online channel</i>
D_{1d}	= <i>demand</i> untuk produk substitusi pada <i>online channel</i>
D_r	= <i>demand</i> untuk produk utama pada <i>retail channel</i>
D_{1r}	= <i>demand</i> untuk produk substitusi pada <i>retail channel</i>
D_{cw}	= <i>demand</i> untuk produk utama pada <i>central warehouse</i>
D_{1cw}	= <i>demand</i> untuk produk substitusi pada <i>central warehouse</i>
F_d	= <i>fillrate</i> untuk <i>online channel</i>
F_r	= <i>fillrate</i> untuk <i>retail channel</i>
F_{cw}	= <i>fillrate</i> untuk <i>central warehouse</i>
k_d	= <i>order cost</i> untuk produk utama pada <i>online channel</i>
k_{1d}	= <i>order cost</i> untuk produk substitusi pada <i>online channel</i>
k_r	= <i>order cost</i> untuk produk utama pada <i>retail channel</i>
k_{1r}	= <i>order cost</i> untuk produk substitusi pada <i>retail channel</i>
k_{cw}	= <i>order cost</i> untuk produk utama pada <i>central warehouse</i>
k_{1cw}	= <i>order cost</i> untuk produk substitusi pada <i>central warehouse</i>
p_d	= <i>online price</i> untuk produk utama
p_{1d}	= <i>online price</i> untuk produk substitusi
p_r	= <i>retail price</i> untuk produk utama
p_{1r}	= <i>retail price</i> untuk produk substitusi
w	= <i>wholesale price</i> untuk produk utama
w_1	= <i>wholesale price</i> untuk produk substitusi
Q_d	= <i>order quantity</i> pada <i>online channel</i>

- Q_r = order quantity pada retailer
 T_d = order interval untuk online channel
 T_r = order interval untuk retail channel
 T_{cw} = order interval untuk central warehouse

4.2.1 Fungsi Permintaan

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 dkk. (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*

Untuk produk utama

$$D_d = \rho D - \alpha_2 p_d + \beta_2 p_r \quad (3)$$

Untuk produk substitusi

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

D_r adalah permintaan di *retail channel* sedangkan D_d adalah permintaan di *online channel*. p_d adalah harga jual produk pada *online channel* dan p_r adalah harga jual produk pada *retail channel*. Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa permintaan di kedua *channel* bergantung pada harga *retail*, p_r , dan harga *online*, p_d . Parameter D menunjukkan *potential demand* jika produk dijual dengan harga serendah-rendahnya. Parameter ρ menunjukkan preferensi *customer* untuk membeli langsung ke *central warehouse* (*direct channel*) atau bisa diartikan sebagai proporsi permintaan di *online channel*. Sedangkan proporsi permintaan di *retail channel* adalah $(1-\rho)$. α_1 dan α_2 merupakan *self-price elasticity* dari *demand*

di *retail* dan *online channel*. Sedangkan β_1 dan β_2 merupakan *cross-price sensitivity* yang mencerminkan derajat substitusi penjualan produk di kedua *channel*. Jika *cross-price sensitivity* dari kedua *channel* diasumsikan sama maka dapat disederhanakan menjadi β . Pada persamaan tersebut mengasumsikan bahwa $\alpha_i > \beta$ untuk $i = 1, 2$ yang berarti bahwa pengaruh dari *self-price* (harga pada *channel* tersebut) lebih besar daripada pengaruh dari *cross-price* (harga pada *channel* lain).

4.2.2 Fungsi Tujuan

Untuk fungsi tujuan minimasi total biaya persediaan mengacu pada model dasar EOI (*Economic Order Interval*) dan model yang disusun oleh Zhang dkk. (2011) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Minimasi Total inventory cost} = \text{purchase cost} + \text{order cost} + \text{holding cost} + \text{shortage cost}$$

Tabel 4.1 berikut adalah komponen-komponen biaya yang menyusun rumus tersebut di atas.

Tabel 4.1 Komponen-komponen Biaya Persediaan

<i>Purchase cost</i>	dengan biaya per unit untuk produk utama adalah c dan c_1 untuk produk substitusi, <i>demand</i> untuk produk utama adalah D dan D_1 untuk produk substitusi, maka <i>purchase cost</i> per tahun adalah $cD + c_1D_1$
<i>Order cost</i>	dengan k dan k_1 adalah biaya pesan pada produk utama dan pada produk substitusi, serta T adalah periode waktu pemesanan, maka <i>order cost</i> per tahun adalah $\frac{k+k_1}{T}$
<i>Holding cost</i>	dengan C_h dan C_{h1} adalah biaya simpan per unit untuk produk utama dan produk substitusi, serta <i>demand</i> sebesar D , derajat substitusi sebesar θ , periode pemesanan sebesar T dan <i>fillrate</i> sebesar F , maka <i>holding cost</i> per unit per tahun adalah $\frac{C_h D T F^2}{2}$

	untuk produk utama dan $\frac{C_{h1}(D_1+\theta D)T}{2} - \frac{C_{h1}DTF^2}{2}$ holding cost per unit per tahun untuk produk substitusi
<i>Shortage cost</i>	dengan C_0 adalah biaya <i>lost sale</i> per unit, <i>demand</i> adalah D , derajat substitusi adalah θ , dan <i>fillrate</i> adalah F , maka <i>shortage cost</i> per tahun adalah $(1 - \theta)C_0(1 - F)D$

Kemudian penyusunan fungsi tujuan ini dibuat dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kasus sentralisasi dan pada kasus desentralisasi.

Fungsi tujuan untuk kasus sentralisasi

Pada kasus sentralisasi *central warehouse* memegang kendali penuh terhadap *online* dan *offline channel*. Sehingga *central warehouse* lah yang menentukan berapa jumlah pengiriman *order* di masing-masing *channel*. Karena *order quantity* di masing-masing *channel* ditetapkan oleh *central warehouse*, sebagai konsekuensinya maka masing-masing *channel* tidak terbebani dengan biaya *order* maupun biaya penyimpanan. Namun biaya *lost sales* pada *retailer* akan ditanggung oleh *retailer* itu sendiri. Sedangkan biaya *lost sales* pada *online channel* ditanggung oleh *central warehouse* karena *online channel* merupakan milik *central warehouse* itu sendiri. Sehingga *online channel* tidak terkena biaya apapun.

Fungsi tujuan pada *central warehouse*

$$\begin{aligned}
\text{Min } TC_{cw}(Q) = & c(D_d + D_r) + c_1(D_{1d} + D_{1r}) + \frac{k_{cw} + k_{1cw}}{T_{cw}} \\
& + \frac{(C_{hd} - \theta C_{h1d})D_d T_{cw} F_{cw}^2}{2} + \frac{C_{h1d}[D_{1d} + \theta D_d]T_{cw}}{2} \\
& + \frac{(C_{hr} - \theta C_{h1r})D_r T_{cw} F_{cw}^2}{2} + \frac{C_{h1r}[D_{1r} + \theta D_r]T_{cw}}{2} \\
& + [(1 - \theta)C_{od}](1 - F_{cw})D_d \quad (5)
\end{aligned}$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (5) di atas 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 pada *online facility*. Suku keenam dan ketujuh merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi pada *retailer*. Suku kedelapan merupakan biaya *lost sale* karena terdapat *demand* yang tidak dapat terpenuhi di *online channel*.

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

$$T_{cw}^* = \sqrt{\frac{2(k_{cw} + k_{1cw})[(C_{hd}D_d - \theta C_{h1d}D_d) + (C_{hr}D_r - \theta C_{h1r}D_r)] - [C_{ocw}(D_d + D_r) - \theta C_{od}(D_d + D_r)]^2}{[(C_{hd}D_d - \theta C_{h1d}D_d) + (C_{hr}D_r - \theta C_{h1r}D_r)][(C_{h1d}D_{1d} + \theta C_{h1d}D_d) + (C_{h1r}D_{1r} + \theta C_{h1r}D_r)]}} \quad (6)$$

$$F_{cw}^* = \frac{(1-\theta)C_{ocw}(D_d + D_r)}{[(C_{hd}D_d - \theta C_{h1d}D_d) + (C_{hr}D_r - \theta C_{h1r}D_r)]T_{cw}^*} \quad (7)$$

Kemudian setelah diketahui nilai optimal dari T_{cw} dan F_{cw} maka bisa dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa *optimal order quantity* untuk *online* dan *offline channel* dengan rumus sebagai berikut.

Untuk *online channel*

Optimal order quantity produk utama

$$Q_d = D_d \times T_{cw}^* \times F_{cw}^* \quad (8)$$

Optimal order quantity produk substitusi

$$Q_{1d} = [D_{1d} + \theta D_d(1 - F_{cw}^*)] \times T_{cw}^* \quad (9)$$

Untuk *offline channel (retailer)*

Optimal order quantity produk utama

$$Q_r = D_r \times T_{cw}^* \times F_{cw}^* \quad (10)$$

Optimal order quantity produk substitusi

$$Q_{1r} = [D_{1r} + \theta D_r(1 - F_{cw}^*)] \times T_{cw}^* \quad (11)$$

Biaya total pada *retailer*

$$TC_r^* = wD_r + w_1D_{1r} + [(1 - \theta)C_{or}](1 - F_{cw}^*)D_r \quad (12)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (12) di atas adalah *wholesale price* untuk produk utama dan produk substitusi. Suku ketiga merupakan merupakan biaya *lost sale* pada *retailer* karena gagal memenuhi *demand*.

Fungsi tujuan untuk kasus desentralisasi

Fungsi tujuan pada kasus desentralisasi mengikuti skema *Stackelberg game*, dimana *central warehouse* bertindak sebagai *Stackelberg inventory leader*, *online facility* dan *retailer* bertindak sebagai *Stackelberg follower*. *Online facility* mempunyai kendali penuh dalam membuat keputusan terkait *optimal order quantity*, Q_d . Sedangkan *retailer* membuat keputusan terkait *optimal order quantity* sebanyak Q_r , untuk meminimalkan total biaya persediaan. Kemudian setelah masing-masing *channel* membuat keputusan terkait *order quantity*, barulah *central warehouse* membuat keputusan *order* ke *manufacturer*.

Fungsi tujuan pada *online facility*

$$\begin{aligned} \text{Min } TC_d(Q_d) = & cD_d + c_1D_{1d} + \frac{k_d + k_{1d}}{T_d} + \frac{(C_{hd} - \theta C_{h1d})D_d T_d F_d^2}{2} \\ & + \frac{C_{h1d}[D_{1d} + \theta D_d]T_d}{2} + [(1 - \theta)C_{od}](1 - F_d)D_d \end{aligned} \quad (13)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (13) adalah biaya per unit untuk produk utama dan produk substitusi. Suku ketiga merupakan biaya *order* dari *online facility* ke *central warehouse*. Suku keempat dan kelima merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi. Suku keenam merupakan biaya *lost sale*. Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (13) di atas terhadap T_d dan F_d dan membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk T_d dan F_d berikut ini.

$$T_d^* = \sqrt{\frac{2(k_d + k_{1d})(C_{hd} - \theta C_{h1d}) - D_d(C_{od} - \theta C_{od})^2}{(C_{hd} - \theta C_{h1d})C_{h1d}(D_{1d} + \theta D_d)}} \quad (14)$$

$$F_d^* = \frac{(1 - \theta)C_{od}}{(C_{hd} - \theta C_{h1d})T_d^*} \quad (15)$$

Setelah mendapatkan nilai dari T_d dan F_d maka bisa dihitung *optimal order quantity* untuk *online channel* sebagai berikut.

Optimal order quantity produk utama

$$Q_d = D_d \times T_d^* \times F_d^* \quad (16)$$

Optimal order quantity produk substitusi

$$Q_{1d} = [D_{1d} + \theta D_d(1 - F_d^*)] \times T_d^* \quad (17)$$

Fungsi tujuan pada *retailer*

$$\begin{aligned} \text{Min } TC_r(Q_r) = & wD_r + w_1D_{1r} + \frac{k_r + k_{1r}}{T_r} + \frac{(C_{hr} - \theta C_{h1r})D_r T_r F_r^2}{2} \\ & + \frac{C_{h1r}[D_{1r} + \theta D_r]T_r}{2} + [(1 - \theta)C_{or}](1 - F_r)D_r \end{aligned} \quad (18)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (18) adalah biaya pembelian (*wholesale price*) untuk produk utama dan produk substitusi. Suku ketiga merupakan biaya *order* dari *retailer* ke *central warehouse*. Suku keempat dan kelima merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi. Suku keenam merupakan biaya *lost sale*. Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (18) di atas terhadap T_r dan F_r dan membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk T_r dan F_r berikut ini.

$$T_r^* = \sqrt{\frac{2(k_r + k_{1r})(C_{hr} - \theta C_{h1r}) - D_r(C_{or} - \theta C_{or})^2}{(C_{hr} - \theta C_{h1r})C_{h1r}(D_{1r} + \theta D_r)}} \quad (19)$$

$$F_r^* = \frac{(1 - \theta)C_{or}}{(C_{hr} - \theta C_{h1r})T_r^*} \quad (20)$$

Dari nilai T_r dan F_r tersebut dapat dihitung *optimal order quantity* untuk *retailer* sebagai berikut.

Optimal order quantity produk utama

$$Q_r = D_r \times T_r^* \times F_r^* \quad (21)$$

Optimal order quantity produk substitusi

$$Q_{1r} = [D_{1r} + \theta D_r(1 - F_r^*)] \times T_r^* \quad (22)$$

Fungsi tujuan pada *central warehouse*

Misalkan $D_{cw} = (Q_d + Q_r)$ dan $D_{1cw} = (Q_{1d} + Q_{1r})$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Min } TC_{cw}(Q_{cw}) = & cD_{cw} + c_1D_{1cw} + \frac{k_{cw} + k_{1cw}}{T_{cw}} + \frac{(C_{hcw} - \theta C_{h1cw})D_{cw}T_{cw}F_{cw}^2}{2} \\ & + \frac{C_{h1cw}(D_{1cw} + \theta D_{cw})T_{cw}}{2} + [(1 - \theta)C_{ocw}](1 - F_{cw})D_{cw} \end{aligned} \quad (23)$$

Suku pertama dan kedua pada persamaan (23) di atas adalah biaya per unit untuk produk utama dan produk substitusi berdasarkan *demand* total yang terdiri dari *order quantity* untuk *online* dan *retailer channel*. Suku ketiga merupakan biaya *order* dari *central warehouse* ke *manufacturer*, suku keempat dan kelima merupakan biaya penyimpanan untuk produk utama dan produk substitusi pada *central warehouse*. Suku keenam merupakan biaya *lost sale* pada karena terdapat *demand* yang tidak dapat terpenuhi.

Dengan menurunkan sebagian fungsi dari biaya total pada persamaan (23) di atas terhadap T_{cw} dan F_{cw} masing-masing serta membuatnya sama dengan 0, dapat diperoleh nilai optimal untuk T_{cw} dan F_{cw} berikut ini.

$$T_{cw}^* = \sqrt{\frac{2(k_{cw} + k_{1cw})(C_{hcw} - \theta C_{h1cw}) - D_{cw}(C_{ocw} - \theta C_{ocw})^2}{(C_{hcw} - \theta C_{h1cw})C_{h1cw}(D_{1cw} + \theta D_{cw})}} \quad (24)$$

$$F_{cw}^* = \frac{(1 - \theta)C_{ocw}}{(C_{hcw} - \theta C_{h1cw})T_{cw}^*} \quad (25)$$

Kemudian dari nilai T_{cw} dan F_{cw} tersebut bisa dihitung *optimal order quantity* untuk *central warehouse* seperti berikut ini.

Optimal order quantity produk utama

$$Q_{cw} = D_{cw} \times T_{cw}^* \times F_{cw}^* \quad (26)$$

Optimal order quantity produk substitusi

$$Q_{1cw} = [D_{1cw} + \theta D_{cw}(1 - F_{cw}^*)] \times T_{cw}^* \quad (27)$$

BAB 5 PERCOBAAN NUMERIK

Pada bab ini dijelaskan hasil percobaan numerik dari model yang telah disusun sebelumnya sehingga dapat diketahui performansi dari model tersebut.

5.1 Data Parameter

Berikut ini adalah kumpulan data parameter yang digunakan untuk melakukan percobaan numerik.

Tabel 5.1 Parameter Perhitungan

k_d	Rp 400.000,00	k_{1d}	Rp 350.000,00	c	Rp 200.000,00	D_1	700
k_r	Rp 400.000,00	k_{1r}	Rp 350.000,00	c_1	Rp 150.000,00	D	1000
k_{cw}	Rp 400.000,00	k_{1cw}	Rp 350.000,00	w	Rp 250.000,00	θ	0,6
C_{hd}	Rp 24.000,00	C_{h1d}	Rp 12.000,00	w_1	Rp 185.000,00	ρ	0,5
C_{hr}	Rp 37.500,00	C_{h1r}	Rp 18.500,00	p_r	Rp 270.000,00	α_1	0,001
C_{hcw}	Rp 30.000,00	C_{h1cw}	Rp 15.000,00	p_d	Rp 260.000,00	α_2	0,001
C_{od}	Rp 5.000,00	C_{or}	Rp 7.000,00	p_{1r}	Rp 200.000,00	β_1	0,001
C_{ocw}	Rp 6.000,00			p_{1d}	Rp 190.000,00	β_2	0,001

Parameter-parameter di atas nantinya akan digunakan pada kedua kasus yaitu sentralisasi dan desentralisasi.

5.2 Verifikasi dan Validasi Model

Setelah model terbentuk, maka perlu dilakukan verifikasi dan validasi untuk mengetahui apakah model yang disusun tersebut telah merepresentasikan model konseptual yang ada dan sistem nyata di lapangan. Verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan model matematis dengan model konseptual yang telah disusun sebelumnya. Apakah parameter-parameter dalam rumus (model matematis) tersebut sudah benar-benar merepresentasikan hubungan yang ada, seperti adanya substitusi.

Sedangkan validasi dilakukan dengan melihat tingkah laku *demand* terhadap *total cost*. Bagaimanakah *total cost* sistem jika *demand* berubah-ubah.

Disini *demand* akan dibagi menjadi tiga kategori, *low*, *medium*, dan *high*. Hasil dari percobaan bisa dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2 berikut ini.



Gambar 5.1 Perbandingan *Total Cost* Pada Kasus Sentralisasi



Gambar 5.2 Perbandingan *Total Cost* Pada Kasus Desentralisasi

Pada kedua gambar di atas dapat diketahui bahwa di kedua kasus, baik sentralisasi maupun desentralisasi, semakin besar *demand* maka *total cost* sistem juga semakin meningkat. Hal ini sudah sesuai dengan kondisi di lapangan, maka dari itu model yang disusun sudah tervalidasi.

5.3 Hasil Perhitungan Awal (*Initial Solution*)

Pada perhitungan awal, parameter *demand* (D), derajat substitusi (θ), serta *customer acceptance* (ρ) diset pada nilai medium. Dengan fungsi tujuan untuk meminimasi biaya total persediaan dan variabel keputusan terkait *order quantity*, berikut adalah hasil perhitungan awal pada kasus sentralisasi dan desentralisasi.

Tabel 5.2 Perbandingan Hasil Perhitungan Awal

	Sentralisasi	Desentralisasi		Sentralisasi	Desentralisasi
D_r	490	490	Q_{cw}	47	13
D_{1r}	340	340	Q_{1cw}	324	212
D_d	510	510	LS_D	168	146
D_{1d}	360	360	LS_R	162	135
θ	0,6	0,6	LS_{cw}	330	34
ρ	0,5	0,5	FR_D	89	146
T_d	-	0,42	FR_R	86	153
F_d	-	28,7%	FR_{cw}	175	29
T_r	-	0,34	S_D	253	218
F_r	-	31,2%	S_R	243	202
T_{cw}	0,27	0,45	S_{cw}	495	50
F_{cw}	17,5%	25,6%	TC_d	-	158.533.449
Q_d	24	61	TC_r	186.532.131	188.550.807
Q_{1d}	166	240	TC_{cw}	311.370.455	89.766.876
Q_r	23	52	TC	497.902.586	436.851.131
Q_{1r}	158	184			

Dari Tabel 5.2 di atas dapat diketahui beberapa hal, pertama *order interval* (periode waktu pemesanan) dari *central warehouse* ke *manufacturer* pada kasus sentralisasi lebih pendek daripada kasus desentralisasi, yaitu sekitar 4 bulan dan 6 bulan masing-masing. Kedua, *fillrate* (prosentase pemenuhan *demand*) di *central warehouse* pada kasus sentralisasi lebih rendah daripada kasus desentralisasi, yaitu sebesar 17,5% dan 25,6% masing-masing. Ketiga, *optimal order quantity* baik untuk produk utama maupun produk substitusi di kedua *channel* (*online* dan *offline*) lebih rendah pada kasus sentralisasi daripada kasus desentralisasi, sedangkan di *central warehouse* sebaliknya. Keempat, *lost sales* banyak terjadi pada kasus sentralisasi dibanding pada kasus desentralisasi. Kelima, jumlah *demand* yang terpenuhi untuk produk utama pada kasus

sentralisasi lebih rendah daripada kasus desentralisasi kecuali untuk *central warehouse*. Keenam, jumlah produk utama yang disubstitusikan lebih banyak pada kasus sentralisasi daripada kasus desentralisasi. Terakhir, biaya total persediaan secara keseluruhan pada kasus desentralisasi lebih rendah dibanding dengan biaya total persediaan pada kasus sentralisasi, yaitu sebesar Rp. 443.633.215,00 dan Rp. 499.263.047,00 masing-masing. Gambar 5.3 berikut ini merupakan grafik hasil perbandingan *total cost* pada kasus sentralisasi dan desentralisasi.



Gambar 5.3 Perbandingan *Total Cost* Sentralisasi dan Desentralisasi

Kemudian untuk mengetahui pengaruh substitusi terhadap *optimal order quantity* dan *total cost*, maka perlu mengubah-ubah nilai dari derajat substitusi (θ) seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.3 dan 5.4 berikut ini.

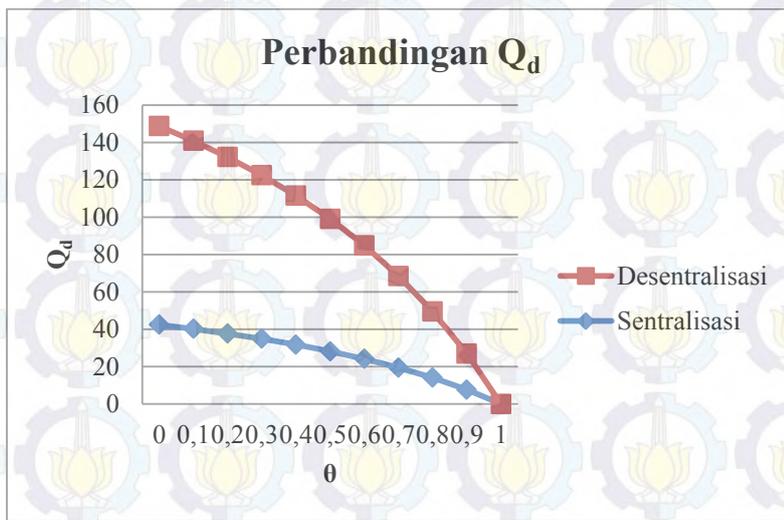
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan *Optimal Order Quantity* terhadap Perubahan Derajat Substitusi

Parameter		Sentralisasi						Desentralisasi					
θ	ρ	Q_d	Q_{1d}	Q_r	Q_{1r}	Q_{cw}	Q_{1cw}	Q_d	Q_{1d}	Q_r	Q_{1r}	Q_{cw}	Q_{1cw}
0	0,5	42	125	41	118	83	244	106	170	91	126	40	158
0,1	0,5	40	132	39	124	79	256	101	179	87	133	35	166
0,2	0,5	38	138	36	130	74	268	94	189	81	141	31	175
0,3	0,5	35	144	34	137	68	281	88	200	75	150	27	184
0,4	0,5	32	151	31	143	62	294	80	212	68	160	22	193
0,5	0,5	28	158	27	150	55	309	71	225	61	171	18	202
0,6	0,5	24	166	23	158	47	324	61	240	52	184	13	212

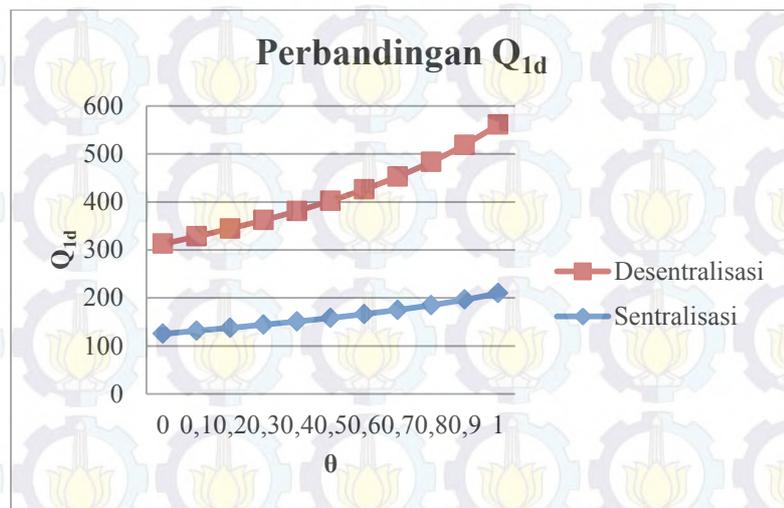
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Optimal *Order Quantity* terhadap Perubahan Derajat Substitusi (lanjutan)

Parameter		Sentralisasi						Desentralisasi					
θ	ρ	Q_d	Q_{1d}	Q_r	Q_{1r}	Q_{cw}	Q_{1cw}	Q_d	Q_{1d}	Q_r	Q_{1r}	Q_{cw}	Q_{1cw}
0,7	0,5	20	175	19	167	38	342	49	258	42	199	8	221
0,8	0,5	14	185	14	176	28	361	35	278	30	216	4	230
0,9	0,5	8	196	7	187	15	384	19	302	16	236	1	237
1	0,5	0	210	0	200	0	410	0	330	0	259	0	243

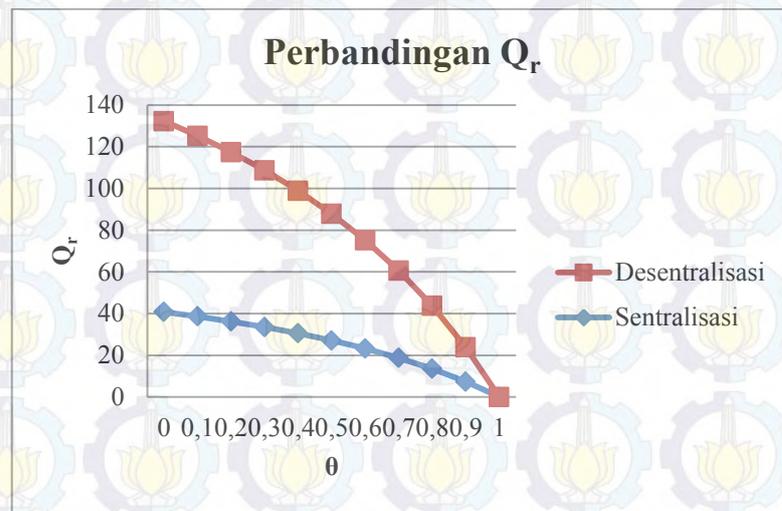
Dari kedua tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *customer acceptance* tetap pada nilai 0,5 semakin tinggi derajat substitusi, semakin rendah *order quantity* untuk produk utama namun *order quantity* untuk produk substitusi semakin meningkat di masing-masing *channel* pada kedua kasus. *Order quantity* tertinggi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0 untuk produk utama dan terendah ketika derajat substitusi bernilai 1. Hal ini berkebalikan untuk produk substitusi dimana *order quantity* tertinggi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0 dan terendah ketika derajat substitusi bernilai 1. Pada kasus sentralisasi, *order quantity* untuk *online* dan *offline channel* untuk kedua produk lebih rendah dibanding *order quantity* pada kasus desentralisasi. Sedangkan *order quantity* untuk kedua produk pada *central warehouse* lebih besar pada kasus sentralisasi dibanding pada kasus desentralisasi. Gambar 5.4 sampai 5.9 berikut merupakan grafik perbandingan *order quantity* antara sentralisasi dan desentralisasi di masing-masing *channel*.



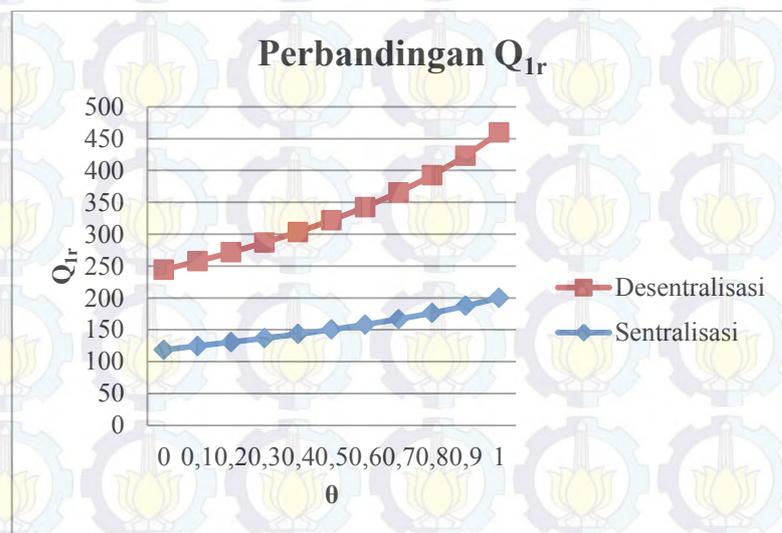
Gambar 5.4 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Utama Pada *Online Channel*



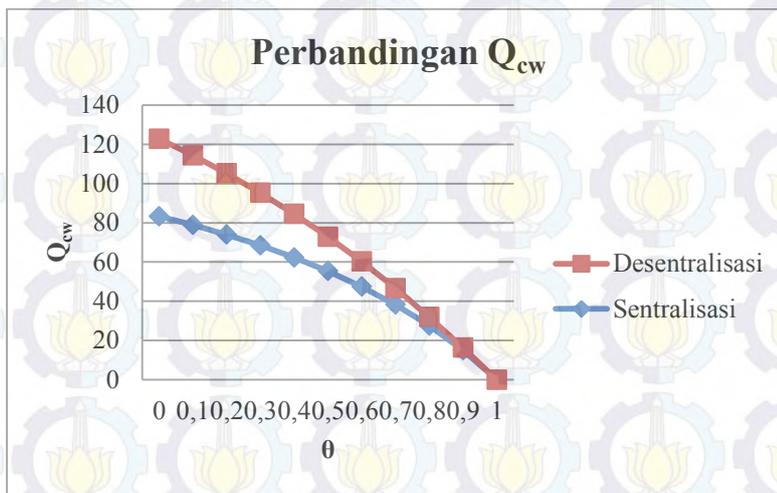
Gambar 5.5 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Substitusi Pada *Online Channel*



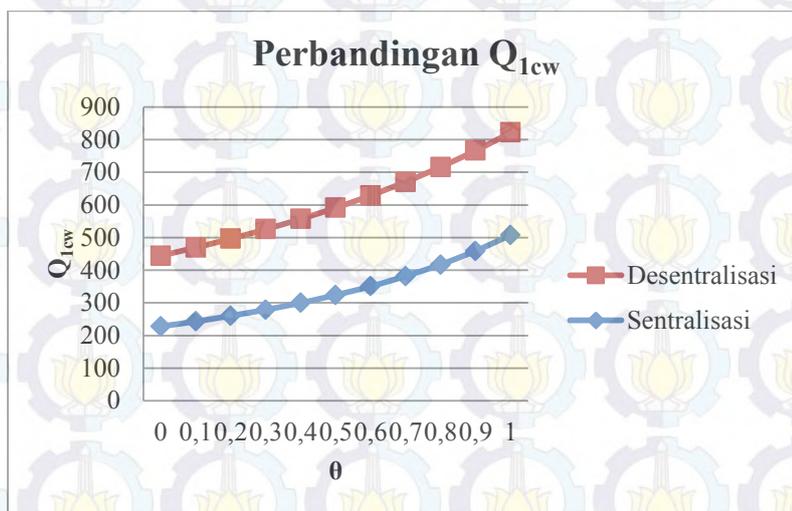
Gambar 5.6 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Utama Pada *Retailer*



Gambar 5.7 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Substitusi Pada *Retailer*



Gambar 5.8 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Utama Pada *Central Warehouse*



Gambar 5.9 Perbandingan *Optimal Order Quantity* untuk Produk Substitusi Pada *Central Warehouse*

Dari keenam gambar di atas dapat diketahui bahwa untuk produk utama, baik pada *online* dan *offline channel (retailer)* maupun pada *central warehouse*, grafik selalu menunjukkan pola yang sama, yaitu semakin tinggi derajat substitusi maka semakin rendah *optimal order quantity*. Hal ini berlaku di kedua kasus, sentralisasi dan desentralisasi, dengan nilai *order quantity* yang lebih besar pada kasus desentralisasi dibanding pada kasus sentralisasi. Sedangkan untuk produk substitusi, baik pada *online* dan *offline channel (retailer)* maupun pada *central warehouse* serta di kedua kasus, semakin tinggi derajat substitusi semakin tinggi

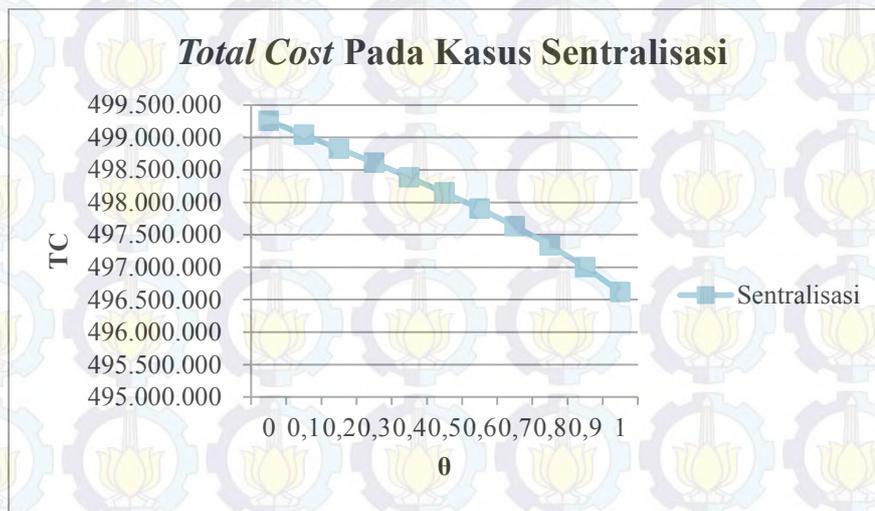
pula *optimal order quantity*, dengan nilai *order quantity* yang lebih besar pada kasus desentralisasi dibanding pada kasus sentralisasi.

Pada Tabel 5.5 berikut ini merupakan hasil perhitungan terkait pengaruh perubahan derajat substitusi (θ) terhadap *total cost* sistem secara keseluruhan pada kedua kasus, sentralisasi dan desentralisasi.

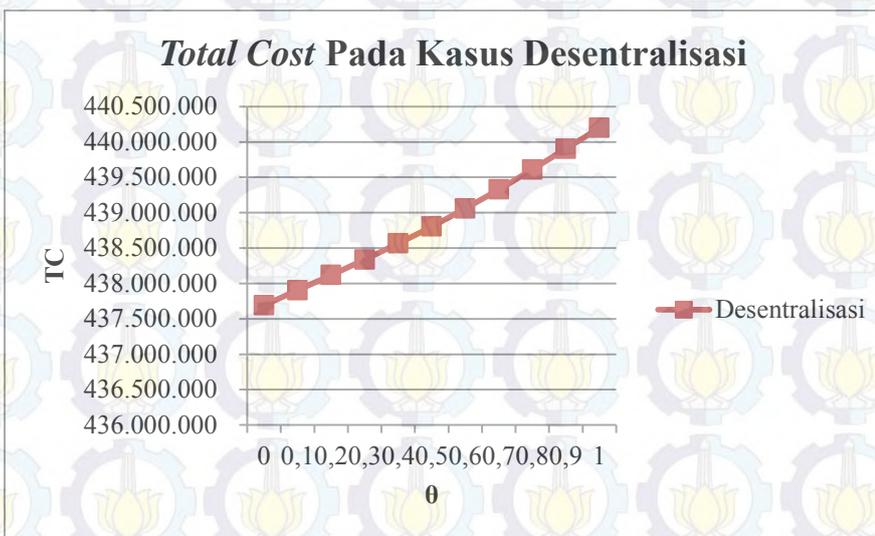
Tabel 5.5 Perbandingan *Total Cost* antara Sentralisasi dengan Desentralisasi terhadap Perubahan Derajat Substitusi

Parameter	Sentralisasi	Desentralisasi
θ	TC	TC
0	499.256.044	437.692.150
0,1	499.043.306	437.904.482
0,2	498.829.241	438.118.077
0,3	498.611.351	438.337.203
0,4	498.386.728	438.565.215
0,5	498.151.898	438.804.830
0,6	497.902.586	439.058.143
0,7	497.633.352	439.326.367
0,8	497.337.050	439.609.113
0,9	497.003.954	439.902.824
1	496.620.330	440.197.321

Dari Tabel 5.5 di atas dapat diketahui bahwa pada kasus sentralisasi semakin tinggi derajat substitusi, semakin rendah *total cost* sistem secara keseluruhan, sedangkan pada kasus desentralisasi sebaliknya, semakin tinggi derajat substitusi akan menaikkan *total cost* sistem secara keseluruhan. Dan jika dibandingkan kedua kasus tersebut *total cost* pada sentralisasi lebih besar daripada desentralisasi. Grafik 5.10 dan 5.11 berikut ini menggambarkan pengaruh derajat substitusi terhadap *total cost* sistem di masing-masing kasus.



Gambar 5.10 Pengaruh Derajat Substitusi terhadap *Total Cost* Sistem Pada Kasus Sentralisasi



Gambar 5.11 Pengaruh Derajat Substitusi terhadap *Total Cost* Sistem Pada Kasus Desentralisasi

Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa derajat substitusi membawa pengaruh yang berbeda jika diaplikasikan pada kasus yang berbeda, seperti pengambilan keputusan terpusat (sentralisasi) dan individu (desentralisasi). Pada kasus sentralisasi, *total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 1, sedangkan pada kasus desentralisasi, *total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0.

5.4 Analisis Sensitivitas

Setelah mendapatkan hasil awal dari tiap skenario dengan model yang diusulkan, selanjutnya yaitu melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana kondisi sistem berubah jika beberapa parameternya diubah. Hasil awal di atas diperoleh dengan menyetting parameter dengan kondisi medium, sedangkan pada analisis sensitivitas berikut ini parameter diset dengan tiga kondisi yang berbeda, yaitu *low*, *medium*, dan *high*. Terdapat tiga parameter yang dirubah, pertama *potential demand* untuk produk utama (D) dan produk substitusi (D_1), kedua *customer acceptance* (ρ), dan ketiga adalah derajat substitusi (θ). Tabel 5.6 berikut ini merupakan set parameter yang akan digunakan dalam analisis sensitivitas di kedua kasus, sentralisasi dan desentralisasi.

Tabel 5.6 Parameter yang akan Digunakan untuk Analisis Sensitivitas

Parameter	D	D_1	ρ	θ
<i>Low</i>	500	350	0,2	0,3
<i>Medium</i>	1.000	700	0,5	0,6
<i>High</i>	2.000	1.400	0,8	0,9

Analisis sensitivitas ini dilakukan dengan menggabungkan beberapa kondisi parameter, seperti *low*, *medium*, *high*; kemudian *medium*, *low*, *medium*; dan lain sebagainya.

5.4.1 Analisis Sensitivitas Pada Kasus Sentralisasi

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, analisis sensitivitas ini dilakukan dengan menggabungkan beberapa kondisi parameter. Minimal harus ada satu parameter yang kondisinya berubah-ubah sedangkan sisanya tetap pada kondisi semula. Tabel 5.7 sampai 5.30 berikut ini merupakan hasil dari uji sensitivitas pada kasus sentralisasi.

5.4.1.1 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi *Demand High*

Dalam analisis sensitivitas ini parameter *demand* (untuk kedua produk) diset tetap pada kondisi *high*, kemudian terdapat dua parameter yang diubah yaitu *customer acceptance* dan derajat substitusi. Masing-masing diubah sesuai dengan

kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu pada Tabel 5.6. Terdapat tiga kombinasi hasil, pertama *high, low*; kedua *high, medium*; ketiga *high, high*; dimana masing-masing disensitivitaskan terhadap tiga kondisi dari derajat substitusi (*low, medium, high*). Tabel 5.7 sampai 5.12 berikut ini merupakan hasil dari analisis sensitivitas tersebut.

Tabel 5.7 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance Low*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,2	0,21	11,7%	10	39	49	82	316	399	253	982	1236
0,6	0,2	0,18	9,2%	7	27	34	94	361	454	149	578	726
0,9	0,2	0,17	3,2%	2	8	11	107	412	519	40	154	194

Tabel 5.8 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance Low* (lanjutan)

θ	ρ	FR_D	FR_R	FR_{cw}	S_D	S_R	S_{cw}	TC_{cw}	TC_r	TC
0,3	0,2	48	187	235	109	421	530	618.525.761	609.726.505	1.228.252.266
0,6	0,2	38	146	184	223	866	1090	618.963.099	606.892.663	1.225.855.762
0,9	0,2	13	51	64	357	1385	1742	619.277.756	603.927.187	1.223.204.944

Tabel 5.9 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance Medium*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,5	0,20	33,2%	68	67	135	186	181	367	472	463	935
0,6	0,5	0,19	24,9%	47	46	94	220	214	434	304	298	601
0,9	0,5	0,18	8,5%	15	15	30	270	264	534	92	91	183

Tabel 5.10 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR_D	FR_R	FR_{cw}	S_D	S_R	S_{cw}	TC_{cw}	TC_r	TC
0,3	0,5	336	329	665	202	198	401	619.727.484	378.388.524	998.116.007
0,6	0,5	251	246	497	455	446	902	619.474.892	377.232.891	996.707.783
0,9	0,5	86	84	170	832	815	1647	619.028.459	375.784.171	994.812.631

Tabel 5.11 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,8	0,17	72%	200	49	249	220	53	273	320	77	397
0,6	0,8	0,19	45,8%	139	34	172	311	75	386	349	85	434
0,9	0,8	0,19	14,7%	44	11	55	442	106	548	137	33	171

Tabel 5.12 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,3	0,8	1154	279	1433	137	33	170	620.238.145	147.991.827	768.229.972
0,6	0,8	737	179	916	524	127	650	619.711.678	148.041.945	767.753.624
0,9	0,8	236	57	294	1236	299	1536	618.724.524	147.682.923	766.407.447

Dari keenam tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* tetap pada kondisi *high*, diperoleh *total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,9 untuk masing-masing *customer acceptance*. Hal ini berarti bahwa sebagian besar *demand* produk utama akan disubstitusikan ke produk pengganti jika terjadi *lost sales*. Namun meskipun demikian prosentase pemenuhan *demand* produk utama menjadi sangat rendah. *Fillrate* tertinggi yaitu sebesar 72% terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Untuk *order quantity*, semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *order quantity* pada produk utama namun akan menaikkan *order quantity* pada produk substitusi. Kemudian setelah diketahui *total cost* terendah berada pada posisi tersebut (derajat substitusi = 0,9), selanjutnya akan dibandingkan terhadap masing-masing *customer acceptance* seperti pada Tabel 5.13 dan 5.14 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance*

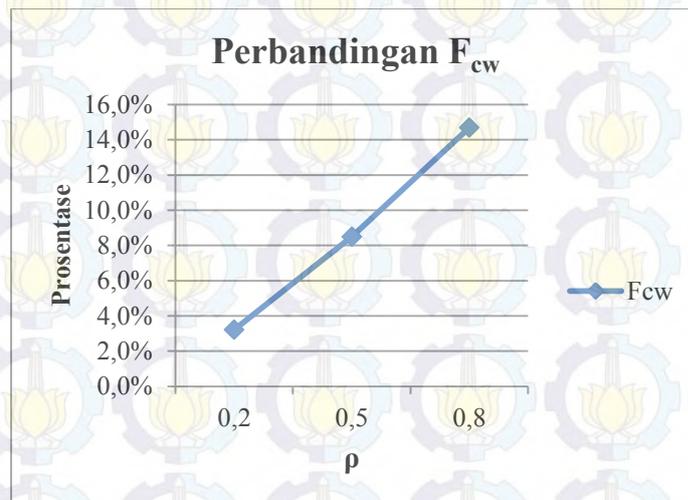
θ	ρ	T _{cw}	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,9	0,2	0,17	3,2%	2	8	11	107	412	519	40	154	194
0,9	0,5	0,18	8,5%	15	15	30	270	264	534	92	91	183
0,9	0,8	0,19	14,7%	44	11	55	442	106	548	137	33	171

Tabel 5.14 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance* (lanjutan)

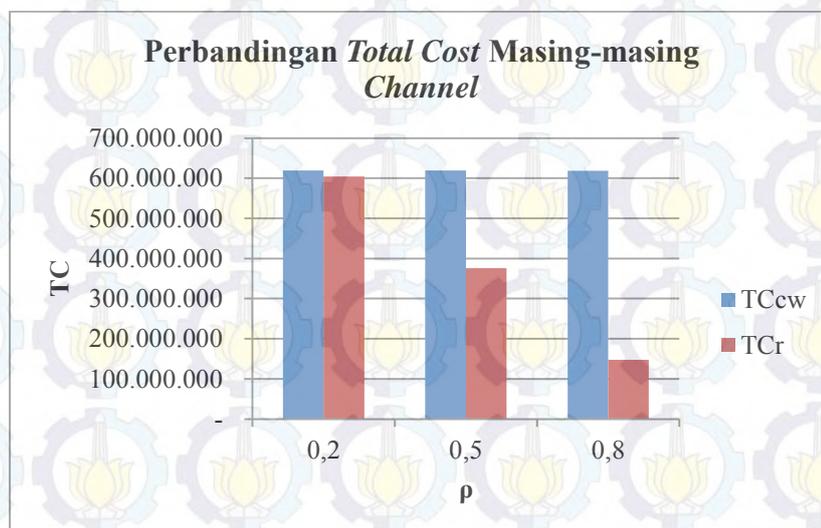
θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,9	0,2	13	51	64	357	1385	1742	619.277.756	603.927.187	1.223.204.944
0,9	0,5	86	84	170	832	815	1647	619.028.459	375.784.171	994.812.631
0,9	0,8	236	57	294	1236	299	1536	618.724.524	147.682.923	766.407.447

Dari kedua tabel di atas dapat diketahui bahwa *fillrate* pada *central warehouse* tertinggi yaitu sebesar 14,7% terjadi ketika *customer acceptance*

bernilai 0,8. Begitu pula *total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 766.407.447,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. *Order quantity* untuk kedua produk akan naik seiring dengan tingginya *customer acceptance*. Gambar 5.12 sampai 5.14 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate*, serta *total cost* masing-masing *channel* dan sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.12 Perbandingan F_{cw} terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.13 Perbandingan *Total Cost* Masing-masing *Channel* terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.14 Perbandingan *Total Cost* Sistem Secara Keseluruhan terhadap *Customer Acceptance*

Dari ketiga gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *fillrate* di *central warehouse*. Sedangkan biaya total di masing-masing *channel* maupun sistem secara keseluruhan mengalami penurunan dengan meningkatnya *customer acceptance*.

5.4.1.2 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi *Demand Medium*

Dalam analisis sensitivitas ini parameter *demand* diset tetap pada kondisi *medium*, kemudian terdapat dua parameter yang diubah yaitu *customer acceptance* dan derajat substitusi. Sama seperti sebelumnya, terdapat tiga kombinasi hasil, pertama *high, low*; kedua *high, medium*; ketiga *high, high*; dimana masing-masing juga disensitivitaskan terhadap tiga kondisi dari derajat substitusi. Tabel 5.15 sampai 5.20 berikut ini merupakan hasil dari analisis sensitivitas tersebut.

Tabel 5.15 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Low*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,2	0,29	8,5%	5	20	25	61	226	287	135	506	641
0,6	0,2	0,26	6,7%	4	14	17	69	257	326	78	295	373
0,9	0,2	0,23	2,3%	1	4	5	78	291	369	21	77	98

Tabel 5.16 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Low* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,3	0,2	18	67	85	58	217	275	310.770.879	302.793.477	613.564.356
0,6	0,2	14	53	67	118	442	560	311.183.939	301.314.885	612.498.824
0,9	0,2	5	18	23	185	694	879	311.514.294	299.790.102	611.304.397

Tabel 5.17 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Medium*

θ	ρ	T _{cw}	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,5	0,30	22,7%	35	34	68	144	137	281	276	265	541
0,6	0,5	0,27	17,5%	24	23	47	166	158	324	168	162	330
0,9	0,5	0,25	6,1%	8	7	15	196	187	384	48	46	94

Tabel 5.18 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,3	0,5	116	111	227	118	114	232	311.355.996	187.255.355	498.611.351
0,6	0,5	89	86	175	253	243	495	311.370.455	186.532.131	497.902.586
0,9	0,5	31	30	61	431	414	845	311.281.741	185.722.212	497.003.954

Tabel 5.19 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T _{cw}	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,8	0,29	42,6%	102	24	125	209	48	257	325	76	402
0,6	0,8	0,28	30,9%	70	17	87	255	59	313	224	52	276
0,9	0,8	0,27	10,4%	22	5	28	324	75	400	73	17	90

Tabel 5.20 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,3	0,8	345	81	426	139	33	172	311.723.738	72.084.014	383.807.753
0,6	0,8	251	59	309	336	79	414	311.452.932	71.917.442	383.370.375
0,9	0,8	84	20	104	653	153	806	311.017.302	71.669.143	382.686.445

Dari keenam tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* diset tetap pada kondisi *medium*, diperoleh *fillrate* tertinggi yaitu sebesar 42,6% terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Prosentase pemenuhan *demand* pada produk utama ini lebih rendah daripada perhitungan sebelumnya. Nilai *order quantity* pada produk utama semakin

menurun dengan naiknya derajat substitusi, sedangkan *order quantity* untuk produk substitusi sebaliknya. *Total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,9. Hal ini berarti bahwa sebagian besar *demand* produk utama akan disubstitusikan ke produk pengganti. Kemudian setelah diketahui *total cost* terendah berada pada posisi tersebut (derajat substitusi = 0,9), selanjutnya akan dibandingkan terhadap masing-masing *customer acceptance* seperti pada Tabel 5.21 dan 22 berikut ini.

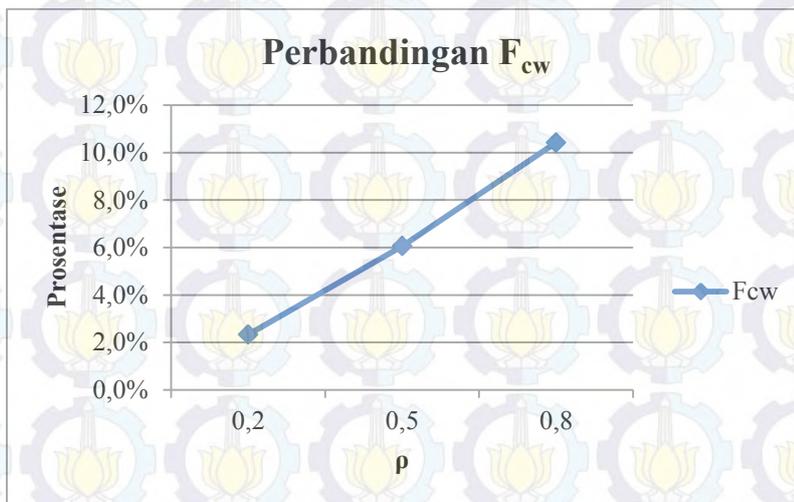
Tabel 5.21 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,9	0,2	0,23	2,3%	1	4	5	78	291	369	21	77	98
0,9	0,5	0,25	6,1%	8	7	15	196	187	384	48	46	94
0,9	0,8	0,27	10,4%	22	5	28	324	75	400	73	17	90

Tabel 5.22 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance* (lanjutan)

θ	ρ	FR_D	FR_R	FR_{cw}	S_D	S_R	S_{cw}	TC_{cw}	TC_r	TC
0,9	0,2	5	18	23	185	694	879	311.514.294	299.790.102	611.304.397
0,9	0,5	31	30	61	431	414	845	311.281.741	185.722.212	497.003.954
0,9	0,8	84	20	104	653	153	806	311.017.302	71.669.143	382.686.445

Dari Tabel 5.21 dan 5.22 tersebut dapat diketahui bahwa *order quantity* untuk kedua produk (kecuali *order quantity* untuk produk substitusi pada *retailer*) akan naik seiring dengan tingginya *customer acceptance*. *Fillrate* pada *central warehouse* tertinggi yaitu sebesar 10,4% terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Begitu pula *total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 382.686.445,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Gambar 5.15 dan 5.16 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate* serta *total cost* sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.15 Perbandingan Nilai F_{cw} terhadap $Customer Acceptance$



Gambar 5.16 Perbandingan $Total Cost$ Sistem Secara Keseluruhan terhadap $Customer Acceptance$

Dari kedua gambar tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi $customer acceptance$ akan menaikkan $fillrate$ di $central warehouse$, namun akan menurunkan biaya total sistem secara keseluruhan.

5.4.1.3 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi Demand Low

Dalam analisis sensitivitas ini parameter $demand$ diset tetap pada kondisi low , kemudian terdapat dua parameter yang diubah yaitu $customer acceptance$ dan derajat substitusi. Sama seperti dua analisis sensitivitas sebelumnya, dari ketiga kombinasi, ($high, low$; $high, medium$; serta $high, high$), akan

disensitivitaskan terhadap nilai dari derajat substitusi. Hasil analisis sensitivitas tersebut tercantum pada Tabel 5.23 sampai 5.28 berikut ini.

Tabel 5.23 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Low*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,2	0,42	6,3%	3	10	13	46	159	205	72	256	328
0,6	0,2	0,37	4,9%	2	7	9	52	181	233	42	148	190
0,9	0,2	0,33	1,7%	1	2	3	59	204	263	11	38	49

Tabel 5.24 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Low* (lanjutan)

θ	ρ	FR_D	FR_R	FR_{cw}	S_D	S_R	S_{cw}	TC_{cw}	TC_r	TC
0,3	0,2	7	24	31	31	110	141	156.446.939	149.241.382	305.688.322
0,6	0,2	5	19	25	63	222	285	156.790.609	148.488.172	305.278.781
0,9	0,2	2	7	9	97	345	442	157.077.217	147.718.276	304.795.492

Tabel 5.25 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Medium*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,5	0,44	16,1%	18	17	35	109	98	208	153	141	294
0,6	0,5	0,39	12,5%	13	12	24	125	113	237	91	84	175
0,9	0,5	0,35	4,4%	4	4	8	144	131	275	25	23	48

Tabel 5.26 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR_D	FR_R	FR_{cw}	S_D	S_R	S_{cw}	TC_{cw}	TC_r	TC
0,3	0,5	107	42	39	65	60	126	156.700.803	91.511.966	248.212.769
0,6	0,5	33	30	63	136	126	262	156.823.284	91.112.808	247.936.092
0,9	0,5	11	11	22	224	207	430	156.883.300	90.685.649	247.568.949

Tabel 5.27 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T_{cw}	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LS_D	LS_R	LS_{cw}
0,3	0,8	0,45	28,5%	52	11	64	169	36	205	205	45	250
0,6	0,8	0,41	21,7%	36	8	44	197	42	239	128	28	157
0,9	0,8	0,38	7,5%	12	3	14	238	51	289	38	8	46

Tabel 5.28 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,3	0,8	117	26	143	88	19	107	156.875.300	33.915.276	190.790.575
0,6	0,8	89	19	108	193	42	235	156.811.644	33.797.437	190.609.081
0,9	0,8	31	7	37	341	75	416	156.669.103	33.658.299	190.327.402

Dari keenam tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* diset tetap pada kondisi *low*, diperoleh nilai *order quantity* pada produk utama semakin menurun dengan naiknya derajat substitusi, sedangkan *order quantity* untuk produk substitusi sebaliknya. *Fillrate* tertinggi yaitu sebesar 28,5% terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. *Fillrate* ini paling rendah jika dibandingkan dengan dua kondisi sebelumnya. *Total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,9. Hal ini berarti bahwa sebagian besar *demand* produk utama akan disubstitusikan ke produk pengganti jika terjadi *lost sales*. Kemudian setelah diketahui *total cost* terendah berada pada posisi tersebut (derajat substitusi = 0,9), selanjutnya akan dibandingkan terhadap masing-masing *customer acceptance* seperti pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.29 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance*

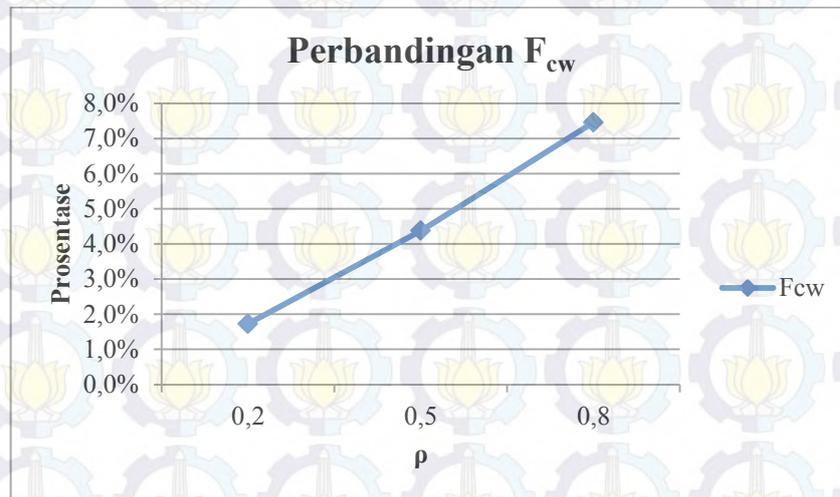
θ	ρ	T _{cw}	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,9	0,2	0,33	1,7%	1	2	3	59	204	263	11	38	49
0,9	0,5	0,35	4,4%	4	4	8	144	131	275	25	23	48
0,9	0,8	0,38	7,5%	12	3	14	238	51	289	38	8	46

Tabel 5.30 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas untuk Masing-masing *Customer Acceptance* (lanjutan)

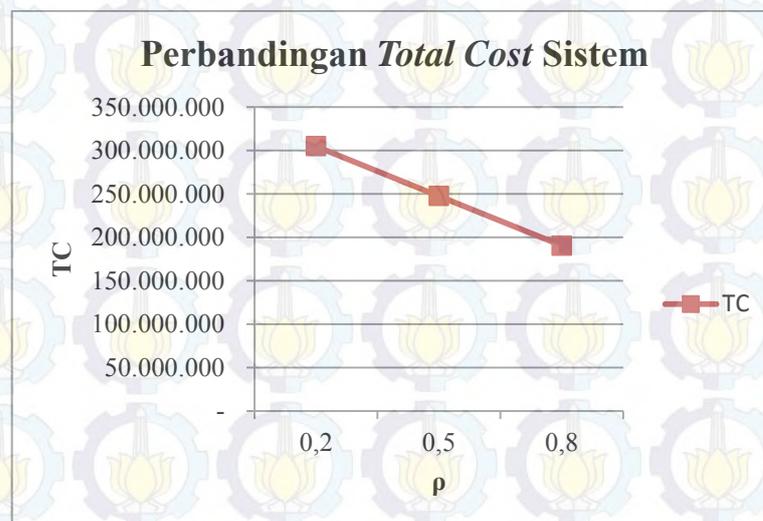
θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	S _D	S _R	S _{cw}	TC _{cw}	TC _r	TC
0,9	0,2	2	7	9	97	345	442	157.077.217	147.718.276	304.795.492
0,9	0,5	11	11	22	224	207	430	156.883.300	90.685.649	247.568.949
0,9	0,8	31	7	37	341	75	416	156.669.103	33.658.299	190.327.402

Dari Tabel 5.17 tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan meningkatkan *order quantity* untuk kedua produk (kecuali *order quantity* untuk produk substitusi pada *retailer*). *Fillrate* pada *central warehouse* tertinggi yaitu sebesar 7,5% terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8.

Begitu pula *total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 190.327.302,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Gambar 5.17 dan 5.18 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate* serta *total cost* sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.17 Perbandingan Nilai F_{cw} terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.18 Perbandingan *Total Cost* Sistem Secara Keseluruhan terhadap *Customer Acceptance*

Dari kedua gambar tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *fillrate* di *central warehouse*, namun akan menurunkan biaya total sistem secara keseluruhan.

5.4.2 Analisis Sensitivitas Pada Kasus Desentralisasi

Sama seperti pada kasus sentralisasi, analisis sensitivitas pada kasus desentralisasi juga dilakukan dengan menggabungkan ketiga kondisi parameter. Namun terdapat sedikit perbedaan dimana pada kasus desentralisasi ini, analisis sensitivitas dilakukan di masing-masing *channel* (*online* dan *offline* serta *central warehouse*) karena optimasi dilakukan di masing-masing *channel* tersebut. Tabel 5.31 sampai 5.54 berikut ini merupakan hasil analisis sensitivitas pada kasus desentralisasi.

5.4.2.1 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi Demand High

Pada saat *demand* diset pada posisi *high*, *customer acceptance* dan derajat substitusi diubah-ubah sesuai dengan ketiga kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya, terdapat tiga kombinasi hasil, yaitu *high, low*; *high, medium*; serta *high, high*. Masing-masing kombinasi ini selanjutnya akan disensitivitaskan terhadap derajat substitusi. Hasil analisis sensitivitas tersebut tercantum pada Tabel 5.31 sampai 5.36 berikut ini.

Tabel 5.31 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika Demand Berada Pada Posisi High dengan Customer Acceptance Low

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,2	0,50	0,10	0,49	34,1%	150,4%	33,5%	70	162	38	187	113	170	189	0	108
0,6	0,2	0,47	0,16	0,40	25,5%	64,6%	28,3%	49	169	25	221	237	223	122	225	62
0,9	0,2	0,43	0,18	0,37	8,7%	19,0%	9,9%	16	53	3	272	400	269	37	129	6

Tabel 5.32 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika Demand Berada Pada Posisi High dengan Customer Acceptance Low (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	S _{cw}	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,2	140	1590	78	81	0	46	127.936.634	610.206.797	93.630.659	831.774.090
0,6	0,2	105	1028	62	183	337	94	127.717.144	608.995.336	114.487.156	851.199.637
0,9	0,2	36	303	7	337	1159	56	127.413.662	608.003.048	116.722.035	852.138.744

Tabel 5.33 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika Demand Berada Pada Posisi High dengan Customer Acceptance Medium

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,5	0,27	0,20	0,42	63,3%	75,4%	39,0%	173	152	54	223	155	185	260	171	139
0,6	0,5	0,28	0,23	0,38	42,2%	47,1%	30,0%	120	105	26	300	226	236	234	210	63
0,9	0,5	0,28	0,22	0,35	13,7%	14,9%	10,3%	38	33	3	413	325	281	87	84	6

Tabel 5.34 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,5	639	746	127	111	73	60	312.564.314	380.030.625	124.321.523	816.916.462
0,6	0,5	426	466	68	351	314	95	312.324.180	379.945.763	126.269.237	818.539.180
0,9	0,5	139	148	7	784	758	58	311.652.258	379.077.268	127.145.694	817.875.220

Tabel 5.35 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{Scw}
0,3	0,8	0,17	0,41	0,45	103%	37,4%	36,9%	267	60	54	188	141	174	0	171	144
0,6	0,8	0,21	0,39	0,39	56,5%	27,5%	29,5%	192	41	27	327	169	231	280	113	66
0,9	0,8	0,22	0,36	0,36	17,4%	9,3%	10,2%	61	13	3	507	212	278	133	35	7

Tabel 5.36 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *High* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,8	1610	146	121	0	73	62	496.018.763	150.473.865	117.229.093	763.721.721
0,6	0,8	910	107	69	420	170	99	496.460.187	150.187.956	123.334.883	769.983.027
0,9	0,8	280	36	8	1197	318	60	495.606.914	149.779.545	124.811.087	770.197.546

Dari ketiga tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* diset tetap pada kondisi *high*, sedangkan dua parameter lainnya diubah-ubah, diperoleh *fillrate* tertinggi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 untuk masing-masing *customer acceptance*, begitu pula optimal *order quantity* di masing-masing *channel*. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *order quantity* produk utama namun akan menaikkan *order quantity* untuk produk substitusi. *Total cost* terendah yaitu sebesar Rp763.721.721,- terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Hal ini berarti bahwa dengan *demand* yang lebih tinggi pada *online channel* hanya sebagian kecil *demand* produk utama yang akan disubstitusikan ke produk pengganti. Tabel 5.37 dan 5.38 berikut ini merupakan perbandingan hasil analisis sensitivitas terhadap ketiga kondisi *customer acceptance*.

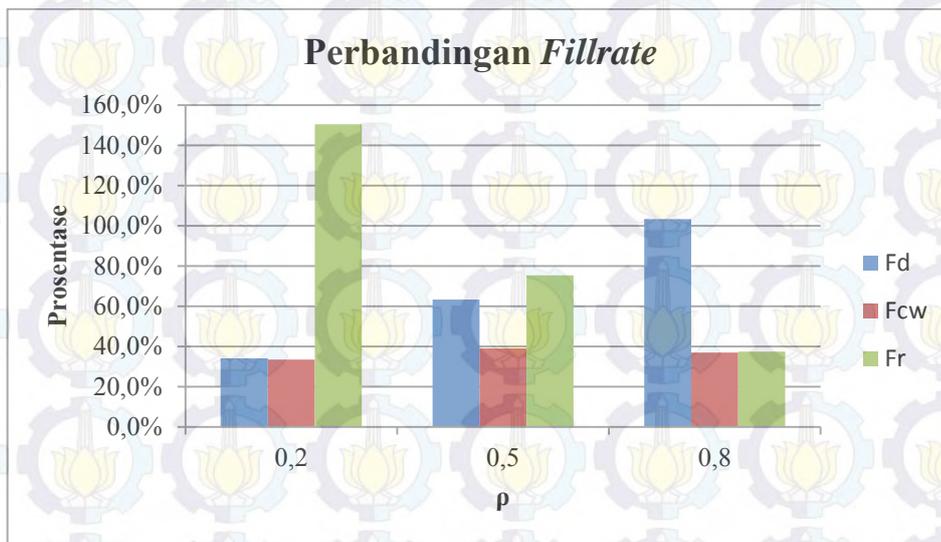
Tabel 5.37 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance*

θ	ρ	Td	Tr	Tcw	Fd	Fr	Fcw	Qd	Qr	Qcw	Q1d	Q1r	Q1cw	LSd	LSr	LScw
0,3	0,2	0,50	0,10	0,49	34,1%	150,4%	33,5%	70	162	38	187	113	170	189	0	108
0,3	0,5	0,27	0,20	0,42	63,3%	75,4%	39,0%	173	152	54	223	155	185	260	171	139
0,3	0,8	0,17	0,41	0,45	103%	37,4%	36,9%	267	60	54	188	141	174	0	171	144

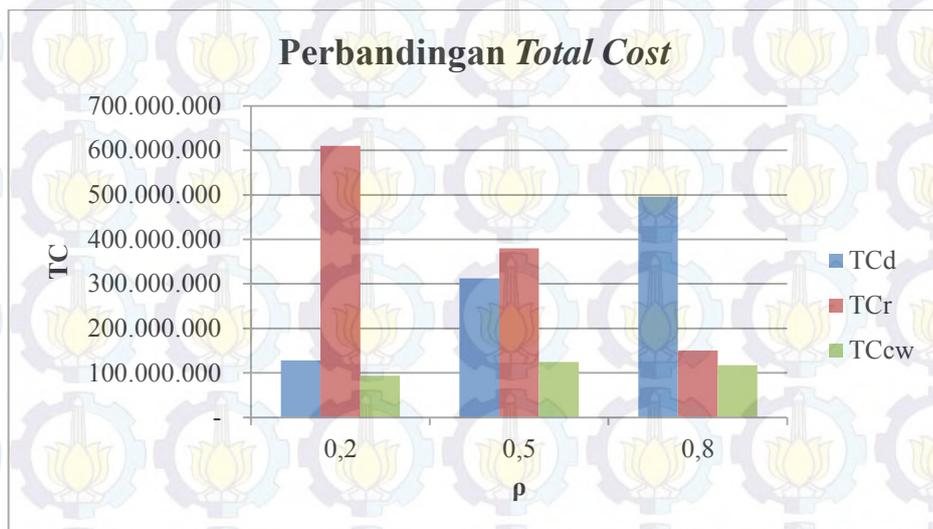
Tabel 5.38 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance* (lanjutan)

θ	ρ	FRD	FRr	FRcw	SD	SR	Scw	TCd	TCr	TCcw	TC
0,3	0,2	140	1590	78	81	0	46	127.936.634	610.206.797	93.630.659	831.774.090
0,3	0,5	639	746	127	111	73	60	312.564.314	380.030.625	124.321.523	816.916.462
0,3	0,8	1610	146	121	0	73	62	496.018.763	150.473.865	117.229.093	763.721.721

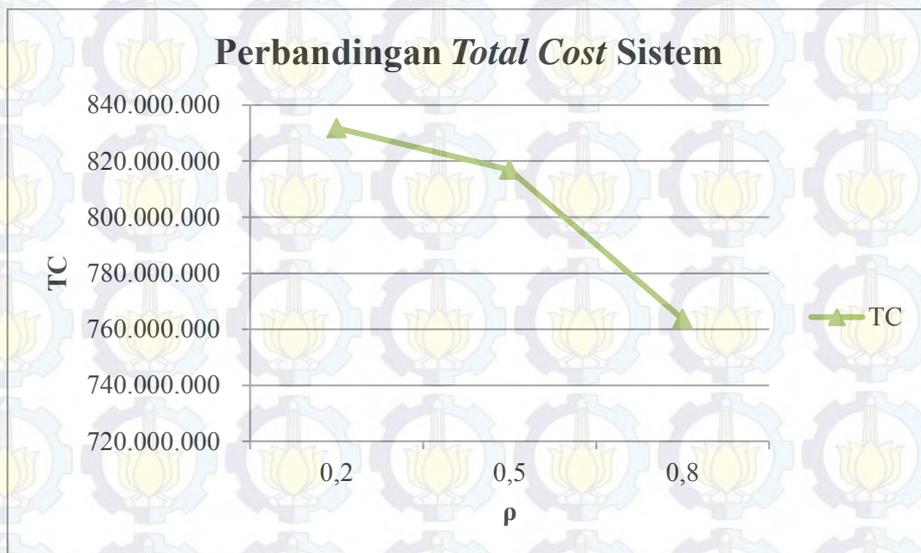
Dari kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan meningkatkan *order quantity* untuk kedua produk (kecuali *order quantity* untuk produk substitusi pada *retailer*). *Fillrate* pada *online channel* semakin meningkat dengan naiknya *customer acceptance*. Begitu juga *fillrate* di *central warehouse* tertinggi yaitu sebesar 39% terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,5. Sedangkan pada *retailer* semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *fillrate* di *channel* tersebut. *Total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 763.721.721,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Gambar 5.19 sampai 5.21 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate* serta *total cost* sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.19 Perbandingan *Fillrate* Masing-masing *Channel* terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.20 Perbandingan *Total Cost* Masing-masing *Channel* terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.21 Perbandingan *Total Cost* Sistem Secara Keseluruhan terhadap *Customer Acceptance*

Dari ketiga gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *total cost* di *retailer* namun akan menaikkan *total cost* di *online channel*. Secara keseluruhan biaya total sistem turun seiring dengan naiknya *customer acceptance*.

5.4.2.2 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi *Demand Medium*

Pada saat *demand* diset pada posisi *medium*, *customer acceptance* dan derajat substitusi diubah-ubah sesuai dengan ketiga kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya, terdapat tiga kombinasi hasil, yaitu *high, low*; *high, medium*; serta *high, high*. Masing-masing kombinasi ini selanjutnya akan disensitivitaskan terhadap nilai dari derajat substitusi. Hasil analisis sensitivitas tersebut tercantum pada Tabel 5.39 sampai 5.44 berikut ini.

Tabel 5.39 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Low*

θ	ρ	T_d	T_r	T_{cw}	F_d	F_r	F_{cw}	Q_d	Q_r	Q_{cw}	Q_{1d}	Q_{1r}	Q_{1cw}	LSD	LSR	LS _{cw}
0,3	0,2	0,73	0,25	0,51	23,4%	61,5%	32,1%	36	121	26	145	160	173	113	213	75
0,6	0,2	0,66	0,26	0,47	18,0%	41,0%	24,4%	25	84	12	168	214	202	69	186	33
0,9	0,2	0,61	0,25	0,44	6,2%	13,3%	8,3%	8	27	1	198	294	228	20	68	3

Tabel 5.40 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Low* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,2	49	486	50	48	91	32	66.085.974	306.753.581	80.614.276	453.453.831
0,6	0,2	38	324	27	103	279	49	65.977.936	306.358.082	82.459.309	454.795.327
0,9	0,2	13	105	3	177	616	28	65.835.194	305.681.744	84.194.688	455.711.626

Tabel 5.41 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Medium*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,5	0,44	0,35	0,48	39,0%	43,3%	34,2%	88	75	27	200	150	184	218	195	75
0,6	0,5	0,42	0,34	0,45	28,7%	31,2%	25,6%	61	52	13	240	184	212	146	135	34
0,9	0,5	0,39	0,32	0,42	9,7%	10,5%	8,7%	19	16	1	302	236	237	46	44	3

Tabel 5.42 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,5	199	212	56	93	83	32	158.792.699	190.994.227	88.550.277	438.337.203
0,6	0,5	146	153	29	218	202	50	158.533.449	190.757.819	89.766.876	439.058.143
0,9	0,5	50	51	3	414	395	29	158.156.172	190.380.496	91.366.156	439.902.824

Tabel 5.43 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,8	0,32	0,63	0,49	53,2%	24,5%	33,4%	139	29	28	220	108	179	265	100	78
0,6	0,8	0,32	0,57	0,45	37,1%	18,8%	25,2%	96	20	13	281	126	208	204	62	35
0,9	0,8	0,31	0,52	0,42	12,3%	6,5%	8,6%	31	6	1	373	150	235	71	18	3

Tabel 5.44 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Medium* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,8	431	47	56	114	43	34	251.152.810	74.647.863	86.445.522	412.246.194
0,6	0,8	300	36	29	306	93	52	250.854.713	74.634.705	87.916.428	413.405.845
0,9	0,8	99	12	3	640	160	30	250.285.497	74.568.808	89.502.210	414.356.515

Dari keenam tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* diset tetap pada kondisi *medium*, diperoleh *total cost* terendah terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 untuk masing-masing *customer acceptance*. Namun secara keseluruhan, *total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 416.691.55,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8 yang berarti bahwa *demand* untuk *online*

channel lebih tinggi daripada *retailer*. Begitu pula *fillrate* dan *optimal order quantity* di masing-masing *channel*, nilai tertinggi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dan *customer acceptance* bernilai 0,8. Tabel 5.45 dan 5.46 berikut ini merupakan perbandingan hasil analisis sensitivitas terhadap ketiga kondisi *customer acceptance*.

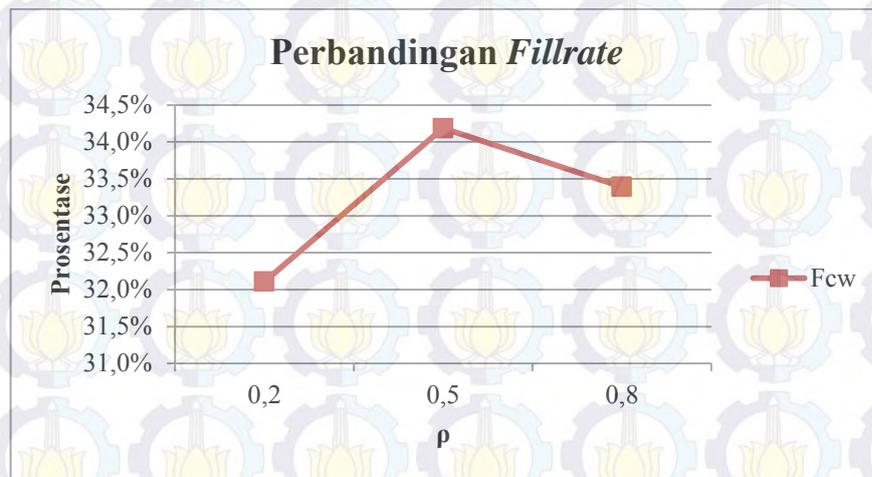
Tabel 5.45 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,2	0,73	0,25	0,51	23,4%	61,5%	32,1%	36	121	26	145	160	173	113	213	75
0,3	0,5	0,44	0,35	0,48	39,0%	43,3%	34,2%	88	75	27	200	150	184	218	195	75
0,3	0,8	0,32	0,63	0,49	53,2%	24,5%	33,4%	139	29	28	220	108	179	265	100	78

Tabel 5.46 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,2	49	486	50	48	91	32	66.085.974	306.753.581	80.614.276	453.453.831
0,3	0,5	199	212	56	93	83	32	158.792.699	190.994.227	88.550.277	438.337.203
0,3	0,8	431	47	56	114	43	34	251.152.810	74.647.863	86.445.522	412.246.194

Dari kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan meningkatkan *order quantity* untuk kedua produk pada *online channel* dan *central warehouse*. Sedangkan *order quantity* pada *offline channel* mengalami penurunan. *Fillrate* pada *online channel* semakin meningkat dengan naiknya *customer acceptance*. Begitu juga *fillrate* di *central warehouse* tertinggi yaitu sebesar 34,2% terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,5. Sedangkan pada *retailer* semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *fillrate* di *channel* tersebut. *Total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 412.246.194,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Gambar 5.22 dan 5.23 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate* serta *total cost* sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.22 Perbandingan *Fillrate* di *Central Warehouse* terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.23 Perbandingan *Total Cost Sistem* Secara Keseluruhan terhadap *Customer Acceptance*

Dari kedua gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *total cost* sistem secara keseluruhan.

5.4.2.3 Analisis Sensitivitas Pada Kondisi *Demand Low*

Pada saat *demand* diset pada posisi *low*, *customer acceptance* dan derajat substitusi diubah-ubah sesuai dengan ketiga kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya, terdapat tiga kombinasi hasil, yaitu *high, low*; *high, medium*; serta *high, high*. Masing-masing kombinasi ini selanjutnya akan disensitivitaskan

terhadap nilai dari derajat substitusi. Hasil analisis sensitivitas tersebut tercantum pada Tabel 5.47 sampai 5.52 berikut ini.

Tabel 5.47 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Low*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,2	1,03	0,41	0,59	16,7%	37,4%	27,8%	19	60	13	111	141	159	64	171	40
0,6	0,2	0,92	0,39	0,55	13,0%	27,5%	20,8%	13	41	6	126	169	176	38	113	17
0,9	0,2	0,84	0,36	0,52	4,5%	9,3%	7,0%	4	13	1	146	212	193	11	35	2

Tabel 5.48 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Low* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,2	18	146	22	27	73	17	35.050.097	150.473.865	54.966.339	240.490.301
0,6	0,2	14	107	11	57	170	26	35.009.170	150.187.956	56.673.949	241.871.075
0,9	0,2	5	36	1	95	318	14	34.950.626	149.779.545	58.558.066	243.288.236

Tabel 5.49 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Medium*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,5	0,65	0,55	0,56	26,3%	28,0%	29,2%	45	37	13	158	119	166	134	121	40
0,6	0,5	0,59	0,50	0,53	20,1%	21,2%	21,7%	31	25	6	184	139	184	83	76	18
0,9	0,5	0,55	0,46	0,50	6,9%	7,3%	7,3%	10	8	1	220	168	200	24	22	2

Tabel 5.50 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance Medium* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	Scw	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,5	68	67	24	57	52	17	81.570.087	92.739.328	59.435.563	233.744.978
0,6	0,5	52	51	12	125	113	27	81.430.707	92.554.643	61.229.221	235.214.572
0,9	0,5	18	17	1	218	200	15	81.246.364	92.309.604	63.267.865	236.823.833

Tabel 5.51 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance High*

θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,8	0,50	0,94	0,58	34,1%	16,3%	28,6%	70	14	14	187	78	163	189	53	42
0,6	0,8	0,47	0,84	0,54	25,5%	12,7%	21,4%	49	10	7	221	90	181	122	31	18
0,9	0,8	0,43	0,76	0,50	8,7%	4,4%	7,2%	16	3	1	272	104	198	37	9	2

Tabel 5.52 Hasil Analisis Sensitivitas Ketika *Demand* Berada Pada Posisi *Low* dengan *Customer Acceptance High* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	S _{cw}	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,8	140	15	24	81	23	18	127.936.634	34.764.329	58.067.653	220.768.616
0,6	0,8	105	11	12	183	47	28	127.717.144	34.717.364	59.764.970	222.199.479
0,9	0,8	36	4	1	337	77	15	127.413.662	34.649.940	61.670.495	223.734.097

Dari keenam tabel di atas dapat diketahui bahwa dengan *demand* diset tetap pada kondisi *low*, diperoleh *total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 225.551.020,- terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dan *customer acceptance* bernilai 0,8. Hal ini berarti bahwa ketika terjadi *lost sales* hanya sebagian kecil *demand* produk utama yang akan disubstitusikan ke produk pengganti dengan tingkat pemenuhan *demand* yang lebih besar di *online channel* daripada di *offline channel*. Tabel 5.53 dan 5.54 berikut ini merupakan perbandingan hasil analisis sensitivitas terhadap ketiga kondisi *customer acceptance*.

Tabel 5.53 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance*

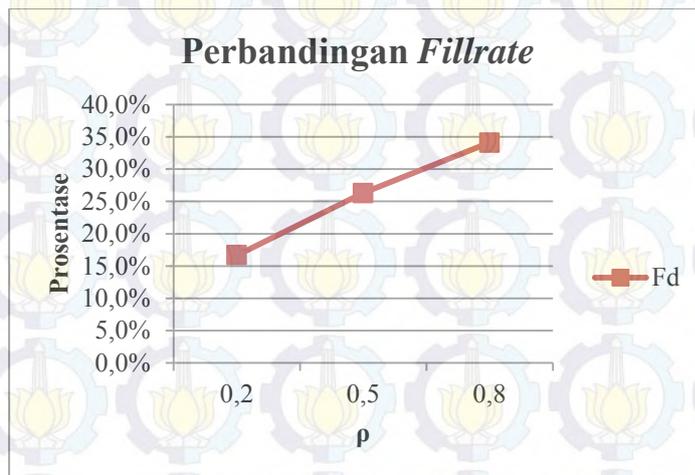
θ	ρ	T _d	T _r	T _{cw}	F _d	F _r	F _{cw}	Q _d	Q _r	Q _{cw}	Q _{1d}	Q _{1r}	Q _{1cw}	LS _D	LS _R	LS _{cw}
0,3	0,2	1,03	0,41	0,59	16,7%	37,4%	27,8%	19	60	13	111	141	159	64	171	40
0,3	0,5	0,65	0,55	0,56	26,3%	28,0%	29,2%	45	37	13	158	119	166	134	121	40
0,3	0,8	0,50	0,94	0,58	34,1%	16,3%	28,6%	70	14	14	187	78	163	189	53	42

Tabel 5.54 Hasil Perbandingan Analisis Sensitivitas terhadap *Customer Acceptance* (lanjutan)

θ	ρ	FR _D	FR _R	FR _{cw}	SD	SR	S _{cw}	TC _d	TC _r	TC _{cw}	TC
0,3	0,2	18	146	22	27	73	17	35.050.097	150.473.865	54.966.339	240.490.301
0,3	0,5	68	67	24	57	52	17	81.570.087	92.739.328	59.435.563	233.744.978
0,3	0,8	140	15	24	81	23	18	127.936.634	34.764.329	58.067.653	220.768.616

Dari kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi *customer acceptance* akan meningkatkan *order quantity* untuk kedua produk pada *online channel* dan *central warehouse*. Sedangkan *order quantity* pada *offline channel* mengalami penurunan. *Fillrate* pada *online channel* semakin meningkat dengan naiknya *customer acceptance*, begitu juga *fillrate* di *central warehouse*. Sedangkan pada *retailer* semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan

fillrate di *channel* tersebut. *Fillrate* tertinggi pada *online channel* yaitu sebesar 34,1% terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. *Total cost* terendah yaitu sebesar Rp. 220.768.616,- terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,8. Gambar 5.24 dan 5.25 berikut ini merupakan grafik perbandingan *fillrate* serta *total cost* sistem secara keseluruhan.



Gambar 5.24 Perbandingan *Fillrate* di *Online Channel* terhadap *Customer Acceptance*



Gambar 5.25 Perbandingan *Total Cost* Sistem Secara Keseluruhan terhadap *Customer Acceptance*

5.4.3 Perbandingan Hasil Sensitivitas Pada Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi

Dari hasil analisis sensitivitas masing-masing kasus tersebut maka dapat dilakukan perbandingan hasil antara kasus sentralisasi dengan kasus desentralisasi seperti yang tercantum pada Tabel 5.55 sampai 5.60 berikut ini.

Tabel 5.55 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan *Customer Acceptance* Rendah

<i>Demand</i>	θ	ρ	Sentralisasi			Desentralisasi		
			F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,3	0,2	6,3%	13	305.688.322	27,8%	13	240.490.301
<i>medium</i>	0,6	0,2	4,9%	9	305.278.781	20,8%	6	241.871.075
<i>high</i>	0,9	0,2	1,7%	3	304.795.492	7,0%	1	243.288.236

Tabel 5.56 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan *Customer Acceptance* Medium

<i>Demand</i>	θ	ρ	Sentralisasi			Desentralisasi		
			F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,3	0,5	22,7%	68	498.611.351	34,2%	27	438.337.203
<i>medium</i>	0,6	0,5	17,5%	47	497.902.586	25,6%	13	439.058.143
<i>high</i>	0,9	0,5	6,1%	15	497.003.954	8,7%	1	439.902.824

Tabel 5.57 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan *Customer Acceptance* Tinggi

<i>Demand</i>	θ	ρ	Sentralisasi			Desentralisasi		
			F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,3	0,8	72,0%	249	768.229.972	36,9%	54	763.721.721
<i>medium</i>	0,6	0,8	45,8%	172	767.753.624	29,5%	27	769.983.027
<i>high</i>	0,9	0,8	14,7%	55	766.407.447	10,2%	3	770.197.546

Dari ketiga tabel di atas dapat diketahui bahwa untuk masing-masing *customer acceptance*, peningkatan derajat substitusi membawa pengaruh yang berbeda jika diaplikasikan pada kondisi yang berbeda pula. Semakin tinggi derajat substitusi produk, prosentase pemenuhan *demand* di *central warehouse* semakin menurun dengan nilai *fillrate* yang lebih tinggi pada kasus desentralisasi dibanding pada kasus sentralisasi, kecuali ketika *customer acceptance* bernilai 0,8, *fillrate* di sentralisasi justru lebih tinggi daripada di desentralisasi. *Order*

quantity untuk *central warehouse* lebih tinggi pada kasus sentralisasi daripada desentralisasi dengan nilai yang semakin menurun seiring dengan meningkatnya derajat substitusi. *Order quantity* tertinggi yaitu sebesar 249 unit terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Untuk *total cost*, semakin tinggi derajat substitusi *total cost* di *central warehouse* semakin menurun pada kasus sentralisasi, sedangkan *total cost* di desentralisasi semakin meningkat. *Total cost* terendah pada kasus sentralisasi dan desentralisasi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,9 dan 0,3 masing-masing dengan *customer acceptance* bernilai 0,2.

Tabel 5.58 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Rendah

			Sentralisasi			Desentralisasi		
<i>Demand</i>	θ	ρ	F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,3	0,2	6,3%	13	305.688.322	27,8%	13	240.490.301
<i>medium</i>	0,3	0,5	22,7%	68	498.611.351	34,2%	27	438.337.203
<i>high</i>	0,3	0,8	72,0%	249	768.229.972	36,9%	54	763.721.721

Tabel 5.59 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Medium

			Sentralisasi			Desentralisasi		
<i>Demand</i>	θ	ρ	F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,6	0,2	4,9%	9	305.278.781	20,8%	6	241.871.075
<i>medium</i>	0,6	0,5	17,5%	47	497.902.586	25,6%	13	439.058.143
<i>high</i>	0,6	0,8	45,8%	172	767.753.624	29,5%	27	769.983.027

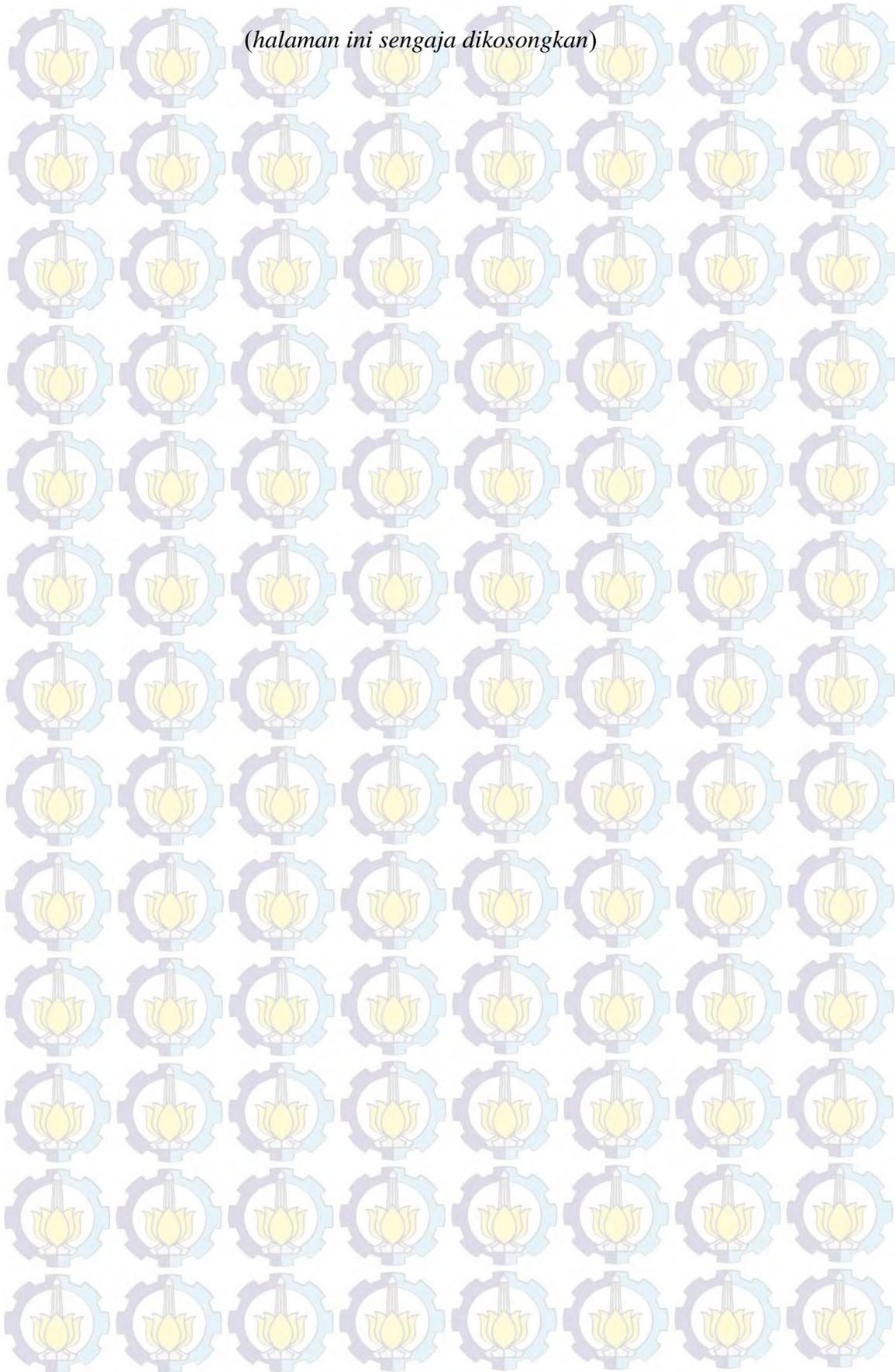
Tabel 5.60 Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Kasus Sentralisasi dengan Desentralisasi dengan Derajat Substitusi Tinggi

			Sentralisasi			Desentralisasi		
<i>Demand</i>	θ	ρ	F_{cw}	Q_{cw}	TC	F_{cw}	Q_{cw}	TC
<i>low</i>	0,9	0,2	1,7%	3	304.795.492	7,0%	1	243.288.236
<i>medium</i>	0,9	0,5	6,1%	15	497.003.954	8,7%	1	439.902.824
<i>high</i>	0,9	0,8	14,7%	55	766.407.447	10,2%	3	770.197.546

Dari ketiga tabel di atas dapat diketahui bahwa di kedua kasus, semakin tinggi *customer acceptance*, prosentase pemenuhan *demand* di *central warehouse* semakin meningkat dengan nilai *fillrate* yang lebih tinggi pada kasus sentralisasi

dibanding pada kasus desentralisasi ketika derajat substitusi bernilai 0,8. *Order quantity* untuk *central warehouse* semakin meningkat seiring dengan tingginya *customer acceptance* dengan nilai yang besar pada kasus sentralisasi daripada desentralisasi. *Order quantity* tertinggi terjadi ketika derajat substitusi bernilai 0,3 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Di kedua kasus, semakin tinggi *customer acceptance total cost* di *central warehouse* semakin meningkat. *Total cost* terendah terjadi ketika *customer acceptance* bernilai 0,2 untuk masing-masing nilai dari derajat substitusi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 6 PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi pembahasan dan analisis dari hasil pengembangan model dan percobaan numerik yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini digunakan untuk mengetahui bagaimana hasil percobaan numerik tersebut sehingga nantinya dapat ditarik suatu kesimpulan terkait penelitian ini.

6.1 Analisis Pengembangan Model

Model yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan perpaduan antara model *inventory* dan model DCSC. Dalam penelitian sebelumnya, terdapat beberapa peneliti yang mengusulkan model *inventory* maupun model DCSC. Tak jarang pula, penelitian yang mengusulkan model *inventory* pada DCSC. Namun diantara penelitian-penelitian tersebut, masih belum ada yang menyertakan pengaruh substitusi. Padahal, adanya substitusi produk sangat berpotensi untuk meningkatkan efektifitas sistem khususnya DCSC. Karena itu, penelitian ini menjadi menarik karena didalamnya mempertimbangkan adanya substitusi produk dalam mengelola persediaan ketika perusahaan menerapkan sistem DCSC. Hal ini sangat bersesuaian dengan kondisi lapangan saat ini dimana pada saat terjadi *lost sales* pada produk utama, sebagian *customer* akan menginginkan adanya produk pengganti.

Substitusi produk merupakan upaya *channel* untuk meningkatkan tingkat pemenuhan terhadap permintaan. Dimana pada saat terjadi *lost sales* pada produk utama, *channel* akan menawarkan produk pengganti pada *customer*. Pada kenyataannya, tidak semua *lost sales* akan sepenuhnya disubstitusikan ke produk pengganti. Oleh karena itu, pada penelitian ini substitusi didasarkan pada proporsi tertentu, yang nantinya disebut sebagai derajat substitusi (θ) dalam model yang dikembangkan.

Substitusi produk yang diamati dalam penelitian ini adalah substitusi yang terjadi pada *online* dan *offline channel* serta di *central warehouse*. Hal ini dapat diartikan bahwa setiap *channel* dapat menawarkan substitusi produk pada

customer. Adanya substitusi pada sistem DCSC membawa dampak bagi pengelolaan *inventory*. Dimana, dengan adanya substitusi maka setiap *channel* perlu melakukan pengelolaan *inventory* pada dua produk (produk utama dan produk substitusi) tersebut.

Salah satu ciri pengelolaan *inventory* yang baik adalah kebijakan *inventory* yang mampu meminimalkan *total cost*. Oleh karena itu, pada penelitian ini, akan dilihat pengaruh substitusi pada *optimal order quantity* untuk produk utama dan substitusi serta perhitungan *total cost* yang dikeluarkan.

Distribusi produk pada sistem DCSC melibatkan beberapa entitas. Pada sistem yang diamati, hanya terdiri dari *manufacturer*, *central warehouse*, *online* dan *offline channel*. Adanya keterlibatan berbagai entitas dalam sistem, memungkinkan terjadinya beberapa alternatif dalam pengambilan keputusan. Pada umumnya, pengambilan keputusan dapat dilakukan melalui dua cara yaitu sentralisasi dan desentralisasi. Pada pengelolaan *inventory* secara sentralisasi, keputusan *optimal order quantity* dilakukan oleh *central warehouse*. Sedangkan, pengelolaan *inventory* secara desentralisasi, keputusan *optimal order quantity* dilakukan oleh masing-masing entitas. Dalam model ini, adanya skema sentralisasi dan desentralisasi dalam pengelolaan *inventory* menimbulkan konsekuensi yang berbeda pada *total cost* dan pertanggungjawabannya. Sebagai contoh pada kasus sentralisasi, *order quantity* milik *retailer* ditentukan oleh *central warehouse*. Sebagai konsekuensi dari hal tersebut *central warehouse* menanggung biaya penyimpanan dari *retailer* sebagai kompensasi atas kewenangan *retailer* yang kini diambil oleh *central warehouse*.

6.2 Analisis Hasil Perhitungan Awal

Setelah model selesai dikembangkan selanjutnya mencari *initial solution* untuk mengetahui *output* dari model tersebut terkait *optimal order quantity* di masing-masing *channel* yang merupakan variabel keputusan dengan fungsi tujuan untuk meminimasi biaya total persediaan. Dengan set parameter yang sama, hasil awal untuk kasus sentralisasi dan desentralisasi disajikan pada Tabel 5.2.

Dari Tabel 5.2 tersebut dapat diketahui bahwa periode waktu pemesanan pada kasus sentralisasi lebih pendek daripada kasus desentralisasi. Hal ini berarti

bahwa pada kasus sentralisasi, *central warehouse* lebih sering melakukan pemesanan ke *manufacturer* dibanding pada kasus desentralisasi. Jika rata-rata periode pemesanan dari *central warehouse* ke *manufacturer* 4 bulan untuk kasus sentralisasi dan 6 bulan untuk kasus desentralisasi, maka dalam satu tahun *central warehouse* melakukan 3 kali pemesanan pada kasus sentralisasi dan 2 kali pemesanan pada kasus desentralisasi. Karena pada kasus sentralisasi keputusan terpusat pada *central warehouse*, maka hanya *central warehouse* yang berhak menentukan periode pemesanan beserta kuantitasnya. Sedangkan pada kasus desentralisasi, masing-masing entitas berhak menentukan keputusan baik terkait periode pemesanan maupun kuantitas pemesanan.

Fillrate (prosentase pemenuhan *demand*) pada kasus sentralisasi lebih rendah dibanding kasus desentralisasi. Hal ini dikarenakan semakin rendah periode pemesanan maka prosentase pemenuhan *demand* juga semakin turun. Karena periode pemesanan serta *fillrate* yang rendah pada kasus sentralisasi, maka *order quantity* di masing-masing *channel* lebih rendah dibanding kasus desentralisasi. Namun *order quantity* untuk *central warehouse* lebih besar pada kasus sentralisasi daripada desentralisasi. Hal ini dikarenakan pada kasus sentralisasi, *order quantity* pada *central warehouse* merupakan total *order* dari kedua *channel* tanpa perlu melakukan optimasi lagi. Sedangkan pada kasus desentralisasi dari hasil optimasi dari masing-masing *channel* tersebut, *central warehouse* melakukan optimasi sendiri untuk menentukan berapa *optimal order quantity* ke *manufacturer*. Jika dilihat dari inputnya, input pada kasus sentralisasi berasal dari *demand* di masing-masing *channel*, sedangkan pada kasus desentralisasi input berasal *optimal order quantity* di masing-masing *channel*.

Fillrate yang rendah ini juga membawa dampak pada tingginya jumlah produk utama yang mengalami *lost sales*. Sehingga jumlah *lost sales* pada kasus sentralisasi lebih besar daripada kasus desentralisasi. Dengan *fillrate* hanya sebesar 17,5%, jumlah *demand* yang terpenuhi pada kasus sentralisasi untuk masing-masing *channel* lebih rendah dibanding kasus desentralisasi. Namun meskipun demikian, tingkat pemenuhan *demand* produk utama di kedua kasus ini sangat kecil jika dibandingkan dengan *demand* awal pada masing-masing *channel*. Karena itu, *order quantity* untuk produk substitusi serta jumlah produk utama

yang disubstitusikan nilainya sangat besar. Jumlah produk utama yang *lost sales* dan yang disubstitusikan ini juga dipengaruhi oleh set parameter yang ditentukan di awal, dimana derajat substitusi dan *customer acceptance* berada pada posisi medium, yaitu 0,6 dan 0,5 masing-masing. Hal ini mengindikasikan bahwa jika terjadi *stockout* pada produk utama, 60% akan disubstitusikan ke produk pengganti dan sisanya 40% akan mengalami *lost sales* dengan proporsi *demand* di *online* dan *offline channel* 50% masing-masing.

Pada kasus sentralisasi, karena keputusan terpusat pada *central warehouse* sebagai konsekuensinya *central warehouse* menanggung semua biaya penyimpanan untuk kedua *channel*, sedangkan masing-masing *channel* hanya terbebani dengan biaya *lost sales*. Karena *online channel* merupakan milik *central warehouse*, maka biaya *lost sales* pada *online channel* ditanggung oleh *central warehouse* sehingga *online channel* tidak mengeluarkan biaya apapun. Karena itu, biaya total persediaan pada *retailer* pada kasus sentralisasi lebih rendah daripada kasus desentralisasi. Sedangkan biaya total persediaan pada *central warehouse* sebaliknya, pada kasus sentralisasi lebih tinggi daripada kasus desentralisasi. Total biaya persediaan dari sistem secara keseluruhan lebih tinggi pada kasus sentralisasi daripada kasus desentralisasi dengan perbedaan sekitar 11,5%. Hal ini terutama disebabkan oleh tingginya biaya pembelian untuk produk utama dan produk substitusi di *central warehouse*. Namun ketika mengabaikan biaya pembelian ini, maka biaya total sistem secara keseluruhan lebih rendah pada kasus sentralisasi daripada kasus desentralisasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.1 berikut ini.

Tabel 6.1 Perbedaan *Total Cost* Sistem

	<i>Purchase cost</i> produk utama	<i>Purchase cost</i> produk substitusi	<i>Order cost</i>	<i>Holding cost</i> produk utama	<i>Holding cost</i> produk substitusi	<i>Lost sales cost</i>	<i>Total cost</i> sistem	<i>Total cost</i> sistem dengan mengabaikan <i>purchase cost</i>
Desentralisasi	247.036.797	180.566.748	5.693.915	394.927	5.298.989	1.872.588	440.863.963	13.260.419
Sentralisasi	322.500.000	167.900.000	2.764.391	89.164	2.675.227	1.973.804	497.902.586	7.502.586
Perbedaan	23%	7%	51%	77%	50%	5%	11%	43%

Dari Tabel 6.1 di atas dapat diketahui bahwa biaya pembelian menyumbangkan prosentase terbesar yaitu sekitar 64% dari biaya total sistem secara keseluruhan dibandingkan komponen biaya lainnya. Sehingga ketika biaya pembelian tersebut tidak dimasukkan dalam komponen biaya total, maka pada kasus sentralisasi menghasilkan biaya total yang lebih rendah daripada kasus desentralisasi dengan perbedaan sebesar 43%. Karena jika dilihat dari tiap komponen biaya, kasus sentralisasi mempunyai komponen biaya yang cukup rendah jika dibandingkan dengan kasus desentralisasi.

Berdasarkan hasil awal dari percobaan numerik tersebut kemudian dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh derajat substitusi terhadap *optimal order quantity* dan *total cost* yang dikeluarkan untuk masing-masing skema. Derajat substitusi disini mengacu pada keinginan *customer* untuk membeli produk substitusi jika produk utama habis. Dari Tabel 5.3 dan 5.4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan *order quantity* untuk produk utama namun akan menaikkan *order quantity* untuk produk substitusi di masing-masing *channel* pada kedua kasus. Dimana *order quantity* pada kasus sentralisasi lebih rendah daripada kasus desentralisasi. Nilai *order quantity* ini juga dipengaruhi oleh periode waktu pemesanan serta prosentase pemenuhan *demand*. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *order interval* dan *fillrate*-nya sehingga akan menurunkan *order quantity*-nya.

Dari Tabel 5.5 diperoleh *total cost* untuk kasus sentralisasi semakin rendah ketika derajat substitusi semakin naik sedangkan *total cost* untuk kasus desentralisasi semakin rendah ketika derajat substitusi semakin turun. Salah satu faktor yang mempengaruhi naik turunnya *total cost* ini adalah biaya penyimpanan produk utama serta biaya *lost sales*. Jika dibandingkan kedua kasus tersebut *total cost* pada sentralisasi lebih besar daripada desentralisasi.

Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan semakin tingginya keinginan *customer* untuk membeli produk substitusi ketika terjadi *stockout* pada produk utama, maka baik *central warehouse* maupun masing-masing *channel* harus meningkatkan *order quantity* untuk produk substitusi yang akan berakibat pada naiknya *total cost* pada desentralisasi dan turunnya *total cost* pada kasus sentralisasi. Pada kasus sentralisasi, dengan adanya derajat substitusi keuntungan

yang diperoleh adalah total biaya yang semakin rendah sedangkan pada kasus desentralisasi keuntungan yang diperoleh adalah tingginya tingkat pemenuhan *demand* di masing-masing *channel* serta rendahnya *lost sales* pada produk utama.

6.3 Analisis Hasil Sensitivitas

Pada analisis sensitivitas terdapat tiga parameter yang diubah, yaitu *demand* produk utama dan produk substitusi, *customer preference*, dan derajat substitusi. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui hasil optimal yang diperoleh ketika diterapkan pada kondisi yang berbeda.

- Analisis Hasil Sensitivitas Pada Kasus Sentralisasi

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas pada kasus sentralisasi diperoleh beberapa *point* untuk masing-masing set parameter seperti berikut ini.

1. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan *order interval* di *central warehouse*.
2. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan prosentase pemenuhan *demand (fillrate)* di *central warehouse*.
3. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan *order quantity* produk utama, namun akan menaikkan *order quantity* produk substitusi.
4. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan jumlah produk yang *lost sales*.
5. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan tingkat pemenuhan *demand* produk utama.
6. Semakin tinggi derajat substitusi akan menaikkan jumlah produk yang disubstitusikan.
7. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *total cost* di *offline channel* dan di *central warehouse*.
8. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *total cost* sistem secara keseluruhan.
9. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order interval* di *central warehouse*.

10. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *fillrate* di *central warehouse*.

11. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order quantity* produk utama di masing-masing *channel* serta di *central warehouse*.

12. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order quantity* produk substitusi di *online channel* namun akan menurunkan *order quantity* produk substitusi di *offline channel* dan di *central warehouse*.

13. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan jumlah produk yang *lost sales* di *online channel* namun akan menurunkan jumlah produk yang *lost sales* di *offline channel* dan di *central warehouse*.

14. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan tingkat pemenuhan *demand* produk utama di masing-masing *channel* dan di *central warehouse*.

15. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan jumlah produk yang disubstitusikan di *online channel* namun akan menurunkan jumlah produk yang disubstitusikan di *offline channel* dan di *central warehouse*.

16. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *total cost* di *offline channel* dan di *central warehouse*.

17. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *total cost* sistem secara keseluruhan.

- Analisis Hasil Sensitivitas Pada Kasus Desentralisasi

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas pada kasus sentralisasi diperoleh beberapa *point* untuk masing-masing set parameter seperti berikut ini.

1. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *order interval* di masing-masing *channel* serta di *central warehouse*.

2. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan prosentase pemenuhan *demand (fillrate)* di masing-masing *channel* serta di *central warehouse*.

3. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan *order quantity* produk utama, namun akan menaikkan *order quantity* produk substitusi.

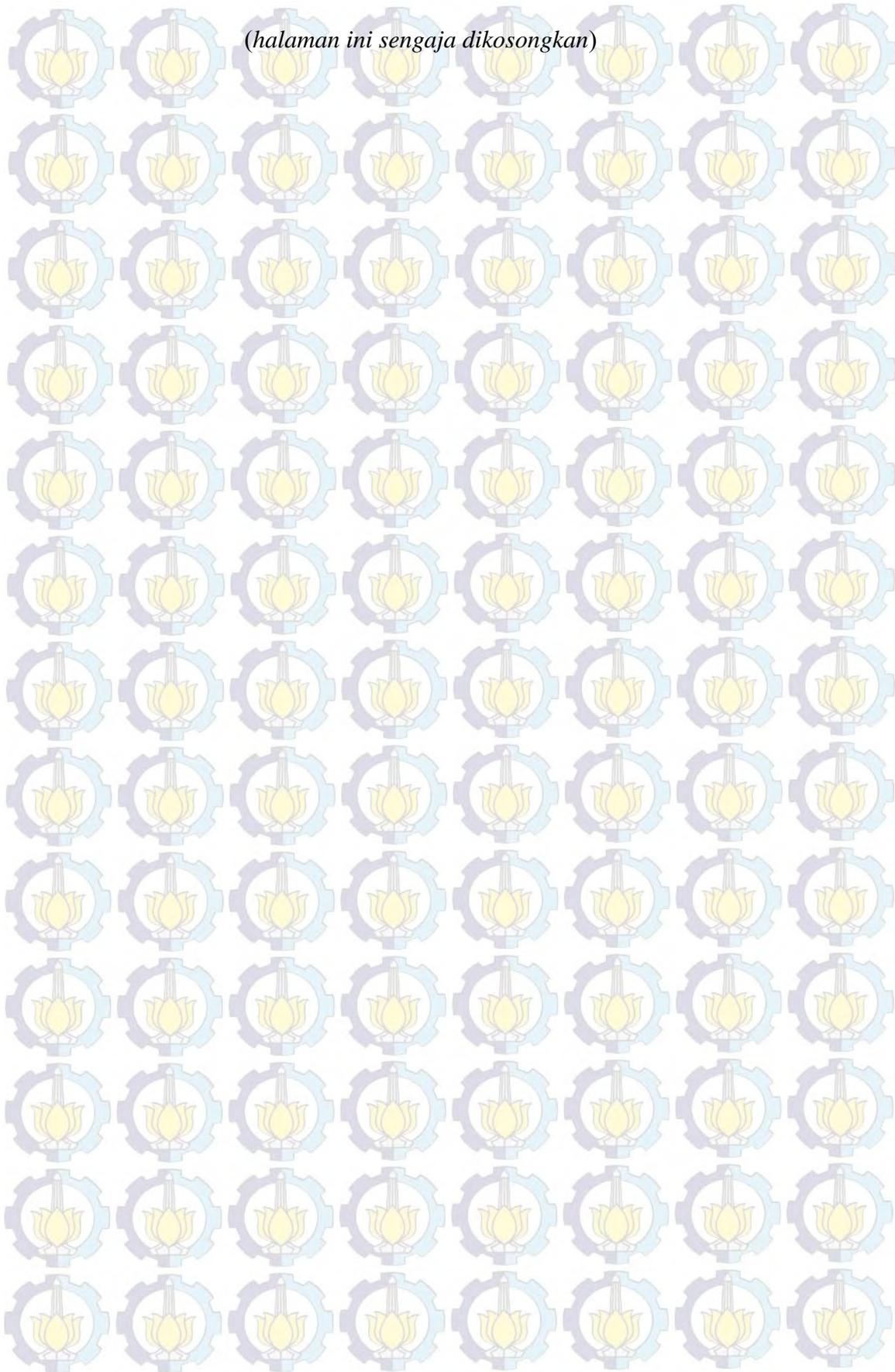
4. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan jumlah produk yang *lost sales*.
5. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan tingkat pemenuhan *demand* produk utama.
6. Semakin tinggi derajat substitusi akan menaikkan jumlah produk yang disubstitusikan.
7. Semakin tinggi derajat substitusi akan menurunkan *total cost* di *online* dan *offline channel*, namun akan menaikkan *total cost* di *central warehouse*.
8. Semakin tinggi derajat substitusi akan menaikkan *total cost* sistem secara keseluruhan.
9. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *order interval* di masing-masing *channel* serta di *central warehouse*.
10. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *fillrate* di *online channel* dan di *central warehouse* sedangkan *fillrate* di *offline channel* mengalami penurunan.
11. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order quantity* produk utama di *online channel* serta *central warehouse* namun akan menurunkan *order quantity* produk utama di *offline channel*.
12. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *order quantity* produk substitusi di *online channel* dan di *central warehouse* namun akan menurunkan *order quantity* produk substitusi di *offline channel*.
13. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan jumlah produk yang *lost sales* di *online channel* dan di *central warehouse* namun akan menurunkan jumlah produk yang *lost sales* di *offline channel*.
14. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan tingkat pemenuhan *demand* produk utama di *online channel* dan di *central warehouse* namun akan menurunkan tingkat pemenuhan *demand* produk utama di *offline channel*.
15. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan jumlah produk yang disubstitusikan di *online channel* dan di *central warehouse* namun akan menurunkan jumlah produk yang disubstitusikan di *offline channel*.

16. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menaikkan *total cost* di *online channel* dan di *central warehouse*, namun akan menurunkan *total cost* di *offline channel*.

17. Semakin tinggi *customer acceptance* akan menurunkan *total cost* sistem secara keseluruhan.

Dari hasil perbandingan analisis sensitivitas antara kasus sentralisasi dan desentralisasi yang tercantum pada Tabel 5.55 hingga 5.60 dapat diketahui bahwa derajat substitusi dan *customer acceptance* membawa pengaruh yang berbeda jika diterapkan pada kondisi yang berbeda pula. Sebagai contoh *total cost* pada kasus sentralisasi akan semakin menurun dengan meningkatnya derajat substitusi produk. Hal ini berkebalikan dengan kasus desentralisasi dimana semakin tinggi derajat substitusi produk maka *total cost* sistem juga akan meningkat. Namun meskipun terjadi peningkatan, *total cost* pada kasus desentralisasi jauh lebih rendah dibanding dengan *total cost* pada kasus sentralisasi. Terdapat suatu kondisi dimana *total cost* pada kasus sentralisasi lebih rendah jika dibandingkan dengan *total cost* di desentralisasi, yaitu ketika derajat substitusi bernilai 0,6 dan 0,9 dengan *customer acceptance* bernilai 0,8. Hal ini berarti bahwa ketika keinginan *customer* untuk membeli produk substitusi semakin tinggi jika terjadi *lost sales* pada produk utama, dan dengan *demand* di *online channel* juga semakin meningkat maka terjadi penghematan biaya pada model sentralisasi dibandingkan model desentralisasi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan numerik dan analisis sebelumnya maka pada bab ini dapat ditarik suatu kesimpulan yang dapat menjawab perumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan di awal. Selain itu pada bab ini juga akan diberikan saran perbaikan serta potensi untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penelitian di atas adalah :

1. Penelitian ini sudah berhasil membuat model *inventory* dengan mempertimbangkan substitusi pada struktur DCSC berdasarkan *gap* dan perumusan masalah yang diamati.
2. Semakin tinggi derajat substitusi, akan menurunkan *order quantity* produk utama, namun akan menaikkan *order quantity* produk substitusi, serta menurunkan *fillrate* produk utama.
3. Semakin tinggi *customer acceptance*, akan menaikkan *order quantity* produk utama dan produk substitusi dan juga akan menaikkan *fillrate* produk utama.
4. Secara keseluruhan, biaya total persediaan untuk kasus desentralisasi lebih rendah dibandingkan pada kasus sentralisasi.
5. Pada kasus sentralisasi, *order quantity* dan *total cost* lebih tinggi daripada kasus desentralisasi, namun *fillrate* pada kasus sentralisasi lebih rendah daripada kasus desentralisasi.
6. Pada kasus sentralisasi, *fillrate* akan lebih tinggi dan *total cost* akan lebih rendah daripada kasus desentralisasi, ketika *customer acceptance* dan derajat substitusi juga bernilai tinggi.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan penelitian di masa datang serta potensi pengembangan penelitian lebih lanjut diantaranya adalah :

1. Sebaiknya data yang digunakan merupakan data riil yang diambil dari lapangan.
2. Mengembangkan fungsi *inventory total cost* di DCSC.
3. Mempertimbangkan produk substitusi lebih dari satu dalam mengelola persediaan.
4. Mempertimbangkan adanya *backorder* dalam mengelola persediaan DCSC.
5. Tidak hanya menghitung total biaya persediaan yang dikeluarkan tetapi juga keuntungan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahiska, S. S. dan Kurtul, E. (2014), "Modeling and analysis of a product substitution strategy for a stochastic manufacturing/remanufacturing system", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 72, No. 1, hal. 1-11.

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

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

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

Brito, M. P. D. dan Laan, E. A. V. D. (2009), "Inventory control with product returns : The impact of imperfect information", *European Journal of Operational Research*, Vol. 194, No. 1, hal. 105-121.

Ca, L. E. (2007), "Optimizing inventory decisions in a multi-stage multi-customer supply chain : A note", *Transportation Research Part E*, Vol. 43, hal. 647-654.

Cachon, G. P. dan Zipkin, P. H. (1999), "Competitive and cooperative inventory policies in a two-stage supply chain", *Management Science*, Vol. 45, No. 7, hal. 936-953.

Cachon, P. dan Fisher, M. (2000), "Supply chain inventory management and the value of shared information", *Management Science*, Vol. 46, No. 8, hal. 1032-1048.

Chang, C.-t. dan Lo, T. Y. (2009), "On the inventory model with continuous and discrete lead time, backorders and lost sales", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 33, No. 5, hal. 2196-2206.

- Chiang, W.-y. K. (2010), "Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution", *European Journal of Operational Research*, Vol. 200, No. 1, hal. 111-126.
- Chiang, W.-y. K. dan Monahan, G. E. (2005), "Managing inventories in a two-echelon dual-channel supply chain", *European Journal of Operational Research*, Vol. 162, hal. 325-341.
- Chun, S.-h., Rhee, B.-d., Park, S. Y. dan Kim, J.-c. (2011), "Emerging dual channel system and manufacturer's direct retail channel strategy", *International Review of Economics and Finance*.
- Deflem, Y. dan Van Nieuwenhuysse, I. (2013), "Managing inventories with one-way substitution : A newsvendor analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 228, No. 3, hal. 484-493.
- Gao, J.-J., Shi, T.-T. dan Liu, Y. (2012), "Integration model of dynamic inventory replenishment and pricing based on estimating demand substitution for PC products", *Contemporary Management Research*, Vol. 8, No. 4, hal. 341-360.
- Gurler, U. dan Yilmaz, A. (2010), "Inventory and coordination issues with two substitutable products", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 34, No. 3, hal. 539-551.
- Hoseininia, M., Esfahani, M. M. S., Didehvar, F. dan Haghi, A. (2013), "Inventory competition in a multi channel distribution system: The Nash and Stackelberg game", *Scientia Iranica*, Vol. 20, No. 3, hal. 846-854.
- Hsiao, Y.-c. (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, hal. 229-235.
- Huang, D., Zhao, Q. H. dan Fan, C. C. (2010), "Simulation-based optimization of inventory model with product substitution", dalam *Innovative Quick Response Programs in Logistics and Supply Chain Management*, eds. Cheng, T. C. E. dan Choi, T.-M., Springer, hal. 297-312.
- Huang, S., Yang, C. dan Zhang, X. (2012), "Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruption", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 62, No. 1, hal. 70-83.

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

Huh, W. T. dan Janakiraman, G. (2008), "Inventory management with auctions and other sales channels : Optimality of (s, S) policies", *Management Science*, Vol. 54, No. 1, hal. 139-150.

Mahar, S., Bretthauer, K. M. dan Venkataramanan, M. A. (2009), "The value of virtual pooling in dual sales channel supply chains", *European Journal of Operational Research*, Vol. 192, hal. 561-575.

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

Nagarajan, M. dan Rajagopalan, S. (2007), "Inventory models for substitutable products : Optimal policies and heuristics".

Netessine, S. dan Rudi, N. (2003a), "Centralized and competitive inventory models with demand substitution", *Operations Research*, Vol. 51, hal. 329-329.

Netessine, S. dan Rudi, N. (2003b), "Centralized and competitive inventory models with demand substitution", *Operations Research*, Vol. 51, No. 2, hal. 329-329.

Pan, Z. (2010), *Pricing and Inventory Control in Dual-channel Network with One Manufacturer and One Retailer*, Tesis Master of Science, Singapore Management University.

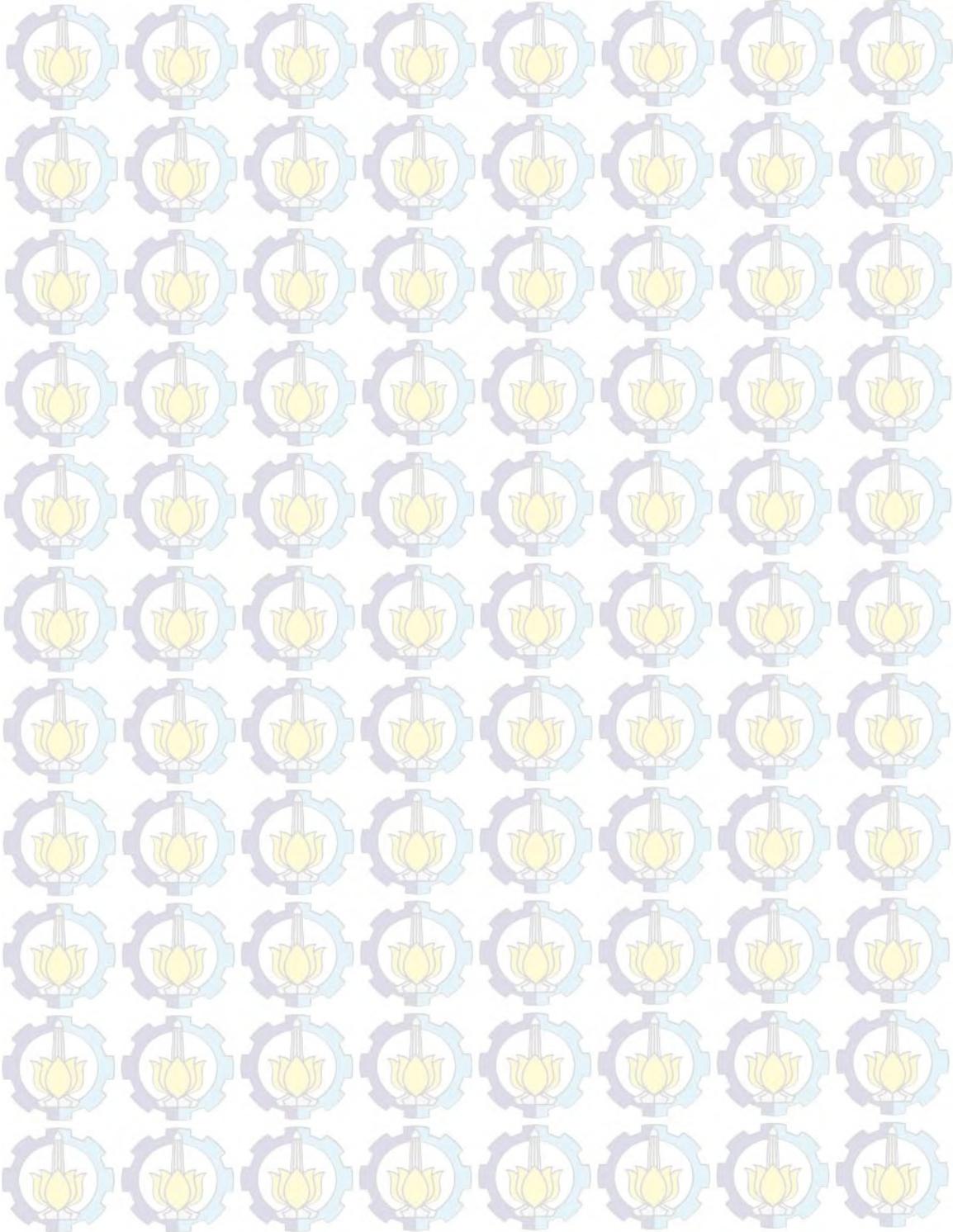
Pujawan, I. N. dan Mahendrawati ER. (2010), *Supply Chain Management*, 2nd edition, Guna Widya, Surabaya.

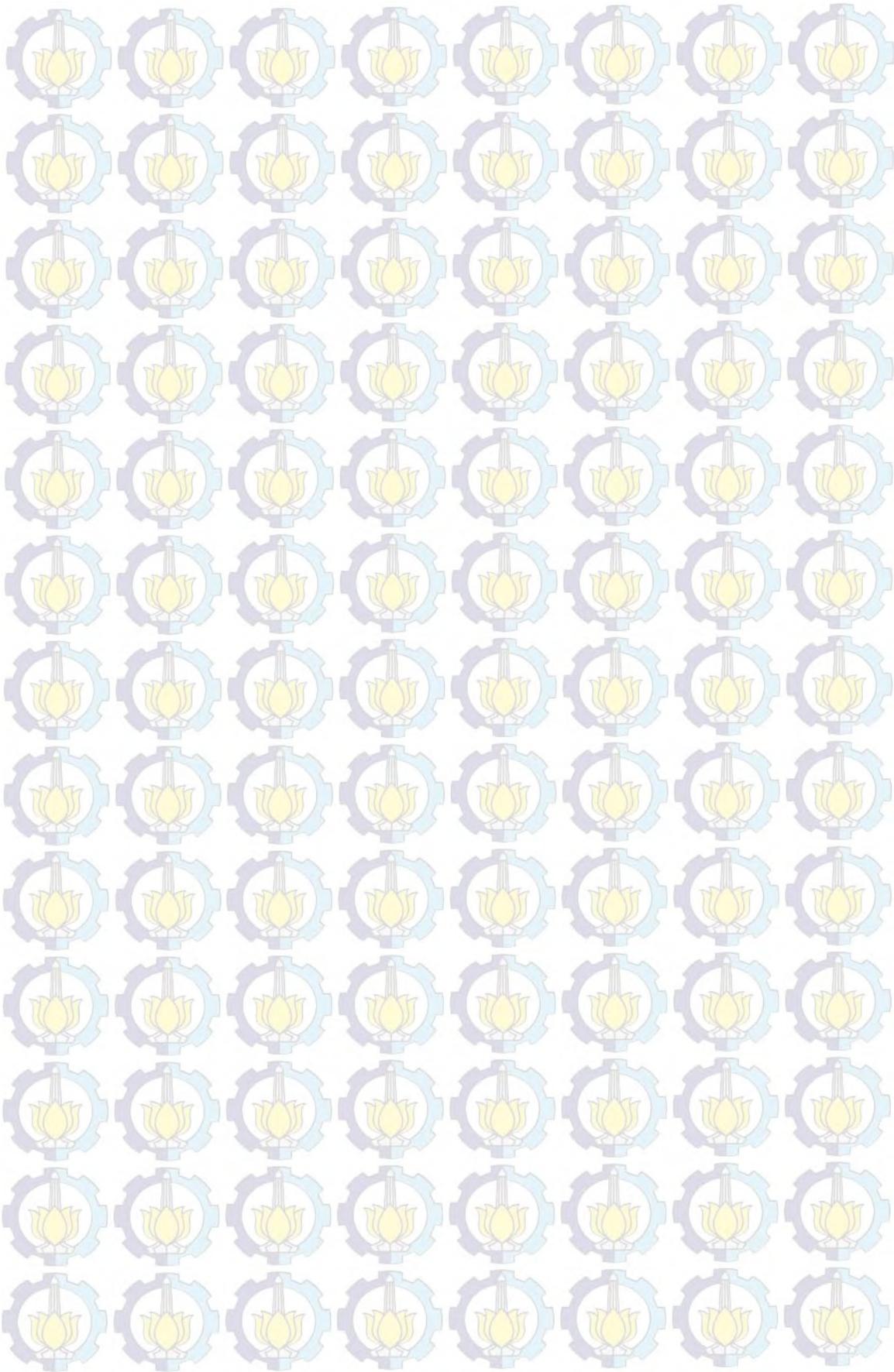
Salameh, M. K., Yassine, A. A., Maddah, B. dan Ghaddar, L. (2014), "Joint replenishment model with substitution", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 38, No. 14, hal. 3662-3671.

Smith, S. A. dan Agrawal, N. (2000), "Management of multi-item retail inventory systems with demand substitution", *Operations Research*, Vol. 48, No. 1, hal. 50-64.

- Song, J.-s. dan Xue, Z. (2007), "Demand management and inventory control for substitutable products".
- Takahashi, K., Aoi, T., Hirotsu, D. dan Morikawa, K. (2010), "Inventory control in a two-echelon dual-channel supply chain with setup of production and delivery", *Intern. Journal of Production Economics*, hal. 1-13.
- Tan, B. dan Karabati, S. (2013), "Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution", *Intern. Journal of Production Economics*, Vol. 145, No. 1, hal. 78-87.
- Tang, C. S. dan Yin, R. (2007), "Joint ordering and pricing strategies for managing substitutable products", *Production and Operations Management*, Vol. 16, No. 1, hal. 138-153.
- Teimoury, E., Mirzahosseini, H. dan Kabo, A. (2008), "A mathematical method for managing inventories in a dual channel supply chain", *International Journal of Industrial Eng. & Production Research*, Vol. 19, No. 4, hal. 31-37.
- Tersine, R. J. (1994), *Principles of Inventory and Material Management*, 4th edition, Prentice Hall International Edition, USA.
- Widodo, E., Takahashi, K., Katsumi, M., Pujawan, I. N. dan Santosa, B. (2011), "Managing sales return in dual sales channel : Its product substitution and return channel analysis", *Int. J. Industrial and Systems Engineering*, Vol. 9, hal. 121-149.
- Xu, G., Dan, B., Zhang, X. dan Liu, C. (2014), "Coordinating a dual-channel supply chain with risk-averse under a two-way revenue sharing contract", *Intern. Journal of Production Economics*, Vol. 147, hal. 171-179.
- Yao, D.-Q., Yue, X., Mukhopadhyay, S. K. dan Wang, Z. (2009), "Strategic inventory deployment for retail and e-tail stores", *Omega*, Vol. 37, hal. 646-658.
- Yao, Y., Dong, Y. dan Dresner, M. (2010), "Managing supply chain backorders under vendor managed inventory: An incentive approach and empirical analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 203, No. 2, hal. 350-359.

Yu, Y., Huang, G. Q. dan Liang, L. (2009), "Stackelberg game-theoretic model for optimizing advertising, pricing and inventory policies in vendor managed inventory (VMI) production supply chains", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 57, No. 1, hal. 368-382.





BIODATA PENULIS



Jazilatur Rizqiyah Deviabahari, dilahirkan di Surabaya, 06 Desember 1991 sebagai anak terakhir dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formalnya di SDN. Siwalankerto I/418 Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya dan SMA Negeri 6 Surabaya. Setelah menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di studi program sarjana di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2009. Selama menjalani masa perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan-kegiatan yang diselenggarakan oleh HMTI dan ITS. Kemudian setelah lulus sarjana pada tahun 2013, penulis langsung melanjutkan studinya dengan mengambil program pascasarjana di ITS dengan bidang keahlian Manajemen Logistik dan Rantai Pasok.

Selama kuliah di Jurusan Teknik Industri penulis tertarik dengan bidang yang berhubungan dengan PPIC (*Production Planning and Inventory Control*), *procurement*, serta manajemen logistik dan rantai pasok. Penulis pernah mendapat kesempatan untuk melakukan Kerja Praktek di PT. Berlina Pandaan pada Departemen PPIC serta magang di PT. Charoen Pokphand Indonesia Tbk – Sidoarjo pada Departemen Produksi. Penulis dapat dihubungi melalui email di jazilatur.bahari@gmail.com.

