



TESIS - TI185401

**PENETAPAN HARGA PADA *DUAL CHANNEL*
GREEN SUPPLY CHAIN DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE*
*METHODOLOGY***

JANUARDI
02411750022001

DOSEN PEMBIMBING
Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN OPTIMASI SISTEM INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



TESIS - TI185401

**PENETAPAN HARGA PADA *DUAL CHANNEL*
GREEN SUPPLY CHAIN DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE*
*METHODOLOGY***

JANUARDI
02411750022001

DOSEN PEMBIMBING
Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN OPTIMASI SISTEM INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



THESIS - TI185401

**PRICING DECISION IN DUAL CHANNEL GREEN
SUPPLY CHAIN CONSIDERING UNCERTAINTY
USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

JANUARDI
02411750022001

SUPERVISOR
Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng.

MAGISTER PROGRAM
INDUSTRIAL SYSTEM OPTIMIZATION
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

PENETAPAN HARGA PADA *DUAL CHANNEL GREEN SUPPLY CHAIN* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

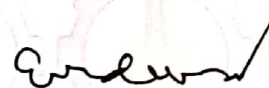
oleh:

JANUARDI
NRP. 02411750022001

Tanggal Ujian : 26 Juni 2019
Periode Wisuda : September 2019

Disetujui oleh:

1. **Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng.**
NIP: 19740517 199903 1002




(Pembimbing)

2. **Prof. Dr. Ir. Suparno, M.S.I.E.**
NIP: 19480710 197603 1002

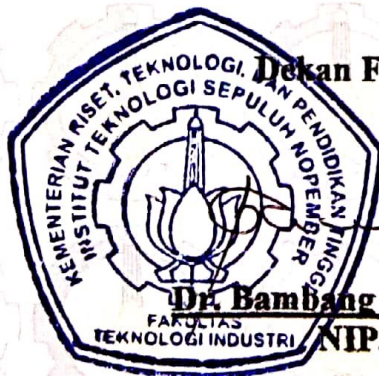


(Penguji 1)

3. **Niniet Indah Arvietrida, S.T., M.T., Ph.D.**
NIP: 19840706 200912 2007



(Penguji 2)



Dekan Fakultas Teknologi Industri

Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T., M.T
NIP. 19690507 199512 1001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Januardi
NRP : 02411750022001
Program Studi : Magister Teknik Industri - ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

**“PENETAPAN HARGA PADA *DUAL CHANNEL GREEN SUPPLY CHAIN*
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2019

Yang membuat pernyataan



Januardi

02411750022001

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PENETAPAN HARGA PADA *DUAL CHANNEL GREEN
SUPPLY CHAIN* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN
KETIDAKPASTIAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE
METHODOLOGY***

Nama mahasiswa : Januardi
NRP : 02411750022001
Pembimbing : Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng

ABSTRAK

Pertumbuhan sektor *e-commerce* di Indonesia membuat banyak perusahaan untuk beralih dari pemasaran jalur tunggal menjadi ganda melalui *retailer* dan fasilitas *online*. Fenomena ini disebut dengan *Dual-channel Supply-chain* (DCSC). Tetapi DCSC membuat adanya tambahan armada logistik untuk memenuhi permintaan tambahan yang menyebabkan bertambahnya dampak lingkungan berupa emisi gas rumah kaca. Juga penelitian DCSC saat ini yang sifatnya deterministik menyebabkan hasil penelitian tidak dapat diaplikasikan pada masalah yang tidak pasti (*uncertain*). Karena alasan itu, penelitian ini menggunakan metodologi respon permukaan untuk menganalisa ketidakpastian pada DCSC dan mentransformasikan hasil analisis menjadi regresi ordo kedua. Faktor yang dianalisis adalah penetapan harga pada *retailer* dan fasilitas *online*. Sedangkan variabel responnya adalah sensitivitas harga setiap jalur (β_0 dan β_r), sensitivitas harga lintas jalur (γ_0 dan γ_r), perkiraan keuntungan dan emisi gas rumah kaca. Tahap optimasi menggunakan pemrograman nonlinear dengan dua skenario, permainan kooperatif dan nonkooperatif. Hasil keputusan dari kombinasi harga pada setiap jalur memiliki pengaruh yang cukup kuat pada variabel respon yang dianalisa. Skenario permainan kooperatif menghasilkan lebih banyak keuntungan tetapi menyumbang emisi gas rumah kaca lebih banyak dibanding strategi permianan nonkooperatif. Penambahan pembatasan emisi gas rumah kaca yang keluar pada fungsi kendala menyebabkan fungsi tujuan pada skenario permainan kooperatif berupa maksimasi keuntungan lebih rendah, tetapi memaksakan keuntungan skenario permainan nonkooperatif lebih tinggi.

Kata kunci: Dampak Lingkungan, *Dual Channel Supply Chain*, Ketidakpastian, Metodologi Respon Permukaan, Penetapan Harga

Halaman ini sengaja dikosongkan

PRICING DECISION IN DUAL CHANNEL GREEN SUPPLY CHAIN CONSIDERING UNCERTAINTY USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

By : Januardi
Student Identity Number : 02411750022001
Supervisor : Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng

ABSTRACT

The growth of e-commerce users in Indonesia makes many companies switching their single-channel marketing into a dual channel through retailers and online facility. This phenomenon called dual-channel supply chain (DCSC). Even though, DCSC makes an addition to logistic armada that causing more carbon emission production from the company. But DCSC research nowadays is having more leads deterministically. This type of model cannot solve the uncertainty problem. Because of those reasons, this research is using response surface methodology to analyze uncertainty in DCSC and transform them into second order regression. The analyze factor is retailer and online price. The response variables are price channel sensitivity (β_o and β_r), cross channel sensitivity (γ_{or} and γ_{ro}), profit estimation and carbon emission estimation. The optimization phase is using Nonlinear Programming under two scenario, cooperative and noncooperative game. The optimization result is each channel combination of pricing having a significant effect on the response variables. The cooperative game has more profit but causing more carbon emission than the noncooperative game scenario. The addition of carbon emission limitation in the constraints lower the objective function of profit in the cooperatif game, but makes the profit of the noncooperative game higher.

Key words: Dual Channel Supply Chain, Environmental Impact, Pricing, Response Surface Methodology, Uncertainty

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan anugrahnya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul **“Penetapan Harga pada *Dual Channel Green Supply Chain* dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian Menggunakan *Response Surface Methodology*”** dengan baik. Pembuatan tesis ini belum tentu selesai tanpa bantuan dari semua pihak yang terkait. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT. Yang Maha Pengasih yang selalu melimpahkan rahmat-Nya.
2. Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng, sebagai dosen pembimbing akademik yang membimbing penulis pada persiapan penelitian dan penyusunan tesis.
3. Prof. Dr. Ir. Suparno, M.S.I.E. dan Niniet Indah Arvietrida, S.T., M.T., Ph.D. yang telah memberikan kritik dan saran atas tesis ini
4. Staff Pengajar dan akademik Program Magister Departemen TI ITS atas ilmu dan bantuannya selama penulis belajar di tingkat sarjana.
5. Papa, mama, dan adik yang terus mendukung penulis
6. Teman-teman TI ITS Angkatan 2017 Genap, Kakak tingkat TI ITS angkatan 2017 Ganjil, Adik tingkat TI ITS angkatan 2018 Ganjil, dan teman-teman lain yang ada disaat waktu yang tepat.
7. Berbagai pihak yang membantu penulis dalam jalannya penelitian.

Penulis pada penyusunan tesis menyadari bahwa tesis ini masih memerlukan perbaikan sehingga perlu adanya kritik dan saran. Semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi dan rekayasa dibidang industri bagi siapapun yang membacanya.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Kontribusi	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Dual Channel Supply Chain (DCSC)</i>	9
2.2 Penetapan Harga (<i>Pricing Decision</i>)	10
2.2.1 Strategi Permainan dalam Penetapan Harga	11
2.3 Emisi Gas Rumah Kaca (<i>Green House Gas Emission</i>)	12
2.4 Pendekatan Eksperimen pada Ketidakpastian (<i>Uncertainty</i>)	13
2.5 Metodologi Respon Permukaan (<i>Response Surface Methodology</i>)	14
2.5.1 Regresi Ordo Pertama (<i>First Order Regression</i>)	15
2.5.2 Regresi Ordo Kedua (<i>Second Order Regression</i>)	16
2.6 Posisi Penelitian (<i>Research Gap</i>)	19

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tahap Identifikasi	21
3.2 Tahap Perancangan Eksperimen	21
3.3 Tahap Pengumpulan Data	24
3.4 Tahap Pembentukan Model Regresi.....	24
3.5 Tahap Analisis Hasil Regresi	24
3.6 Tahap Optimasi	25
3.7 Tahap Analisis Sensitivitas	25
BAB 4 PEMODELAN	27
4.1 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Sensitivitas Harga pada Jalur <i>Online</i> dan <i>Offline</i> (β_o dan β_r)	28
4.1 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Sensitivitas Lintas Harga (γ_{or} dan γ_{ro}).....	31
4.2 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Perkiraan Profitabilitas.....	35
4.3 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca 38	
4.4 Model Pemrograman Nonlinear untuk Optimasi Respon	41
BAB 5 PENGOLAHAN DATA	43
5.1 Pembentukan Regresi Polinomial	43
5.2 Analisis Hasil Regresi Polinomial yang Dibentuk.....	44
5.3 Optimasi Respon	45
5.4 Analisis Sensitivitas	47
BAB 6 KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	59
BIODATA PENULIS.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Pengguna Internet di Indonesia (APJII 2017) ...	1
Gambar 1.2 Emisi Gas Rumah Kaca Nasional (KLHK 2017)	2
Gambar 1.3 Hasil Pencarian Penelitian Optimasi SC pada <i>Google Scholar</i>	3
Gambar 1.2 Struktur <i>Dual Channel Supply Chain</i>	9
Gambar 2.2. Desain Box-Behnken (BBD).....	17
Gambar 2.3. Desain Komposit Pusat (CCD)	17
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Model Konseptual DCSC dengan Faktor Lingkungan	27
Gambar 4.2 Model Kontur βr	29
Gambar 4.3 Model Tiga Dimensi βr	29
Gambar 4.4 Model Kontur βo	30
Gambar 4.5 Model Tiga Dimensi βo	31
Gambar 4.6 Model Kontur γor	32
Gambar 4.7 Model Tiga Dimensi γor	33
Gambar 4.8 Model Kontur γro	34
Gambar 4.9 Model Tiga Dimensi γro	34
Gambar 4.10 Model Kontur Keuntungan Jalur <i>Retailer</i>	35
Gambar 4.11 Model Tiga Dimensi Keuntungan Jalur <i>Retailer</i>	36
Gambar 4.12 Model Kontur Keuntungan Jalur <i>Online</i>	37
Gambar 4.13 Model Tiga Dimensi Keuntungan Jalur <i>Online</i>	38
Gambar 4.14 Model Kontur Emisi Jalur <i>Retailer</i>	39
Gambar 4.15 Model Tiga Dimensi Emisi Jalur <i>Retailer</i>	39
Gambar 4.16 Model Kontur Emisi Jalur <i>Online</i>	40
Gambar 4.17 Model Tiga Dimensi Emisi Jalur <i>Online</i>	41
Gambar 5.1 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Total Keuntungan.....	47
Gambar 5.2 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Harga setiap Jalur.....	48

Gambar 5.3 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Harga setiap Jalur	49
Gambar 5.4 Grafik Analisis Sensitivitas Rasio Sensitivitas Lintas Jalur terhadap Keuntungan Setiap Jalur pada Skenario Kooperatif	50
Gambar 5.5 Grafik Analisis Sensitivitas Rasio Sensitivitas Lintas Jalur terhadap Keuntungan Setiap Jalur pada Skenario Nonkooperatif	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Emisi GRK berdasar Jenis Kendaraan	12
Tabel 2.2 Desain Eksperimen Studi Penetapan Harga.....	14
Tabel 2.3 Nilai α dari Rotatabilitas pada Desain Komposit Pusat (CCD)	18
Tabel 2.4 Posisi Penelitian	20
Tabel 3.1 Level Faktor dari Eksperimen.....	22
Tabel 3.2 Desain Eksperimen Penelitian	22
Tabel 5.1 Desain Eksperimen dan Variabel Respon Eksperimen DCSC	43
Tabel 5.2 Analisis Uji Beda Nyata dan R-Kuadrat dari Regresi.....	44
Tabel 5.3 Hasil Keputusan dari Model tanpa Pembatasan Lingkungan	45
Tabel 5.3 Hasil Keputusan dari Model dengan Pembatasan Lingkungan	46

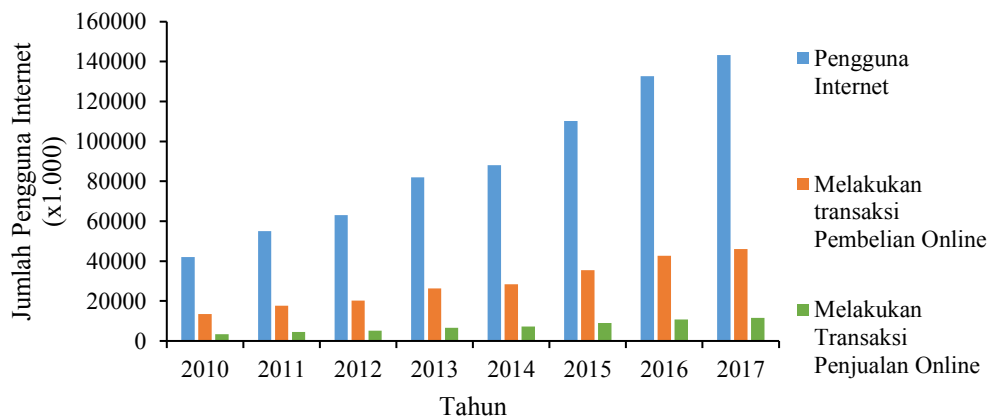
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

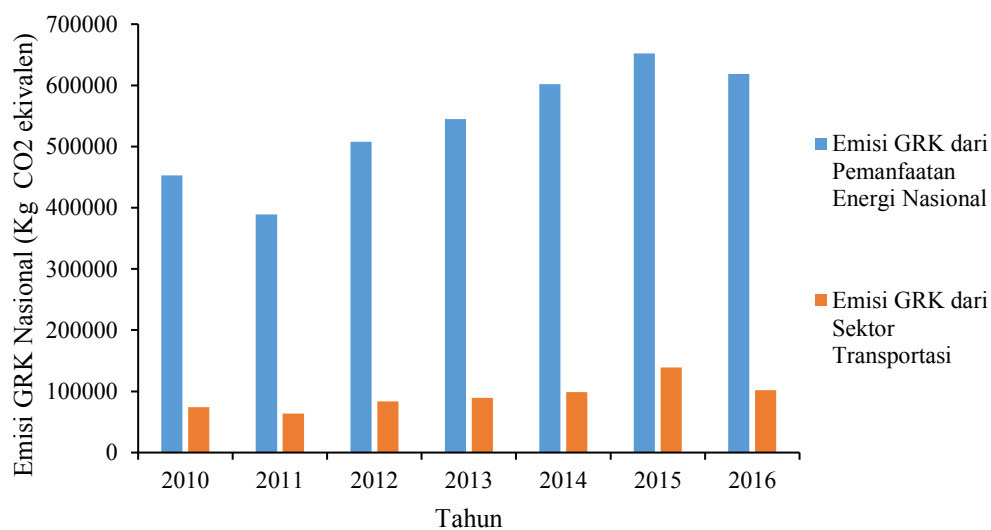
Pada saat ini, seluruh perkembangan proses bisnis perusahaan di Indonesia mengarah kepada revolusi industri 4.0, artinya penggunaan pertukaran data dilakukan dalam jumlah yang banyak, komputer kognitif (*computer cognitive*), komputasi awan (*cloud computing*), dan internet untuk segalanya (IoT). Hal ini terjadi karena mulai banyaknya pengguna internet di Indonesia sehingga memerlukan penyimpanan dan pengolahan data secara besar-besaran. Pengguna internet di Indonesia semakin banyak setiap tahunnya. Menurut survei dari APJII (2017), sebanyak 143,26 juta penduduk Indonesia sudah menggunakan fasilitas internet pada tahun 2017, sebanyak 49,16% diantaranya melakukan kegiatan jual beli secara *online*. Perusahaan harus mengaplikasikan sektor *e-commerce*.



Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Pengguna Internet di Indonesia (APJII 2017)

Salah satu bidang perusahaan produk maupun jasa yang terpengaruh oleh fenomena ini adalah sektor rantai pasok (*supply chain*). Sektor rantai pasok yang tadinya hanya satu jalur melalui toko ritel, saat ini ditambah dengan penjualan dengan fasilitas *online* sehingga dikenal dengan *Dual Channel Supply Chain* (DCSC). Menurut Widodo (2015), idenya adalah dengan mempertahankan sistem distribusi konvensional (*Offline*) dan menambahkan fasilitas menjual secara *online*.

Selain fenomena internet, kesadaran terhadap lingkungan juga perlu dikembangkan. Masalah utama yang dihadapi manusia saat ini seperti banyaknya polusi, pemanasan global, dan mulai langkanya sumber daya yang tidak dapat diperbaharui mulai mengancam kehidupan yang ada di muka bumi. Salah satu faktor yang menyebabkan fenomena ini adalah emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (2017), Indonesia pada tahun 2016 pernah menyumbang emisi GRK dari sektor energi sebesar 619 ton CO₂ ekuivalen. Dalam sektor energi, 18,94% merupakan sumbangsih dari sektor transportasi dan logistik. Maka transportasi dan logistik negara pada tahun 2016 sudah menyumbang emisi GRK sebesar 101 ton CO₂ ekuivalen. Preferensi banyak perusahaan untuk mengaplikasikan DCSC juga menimbulkan polemik lingkungan. Sektor *online* yang mulai menambah permintaan juga menambah armada logistik perusahaan. Akibatnya, DCSC juga menyumbang dampak lingkungan.

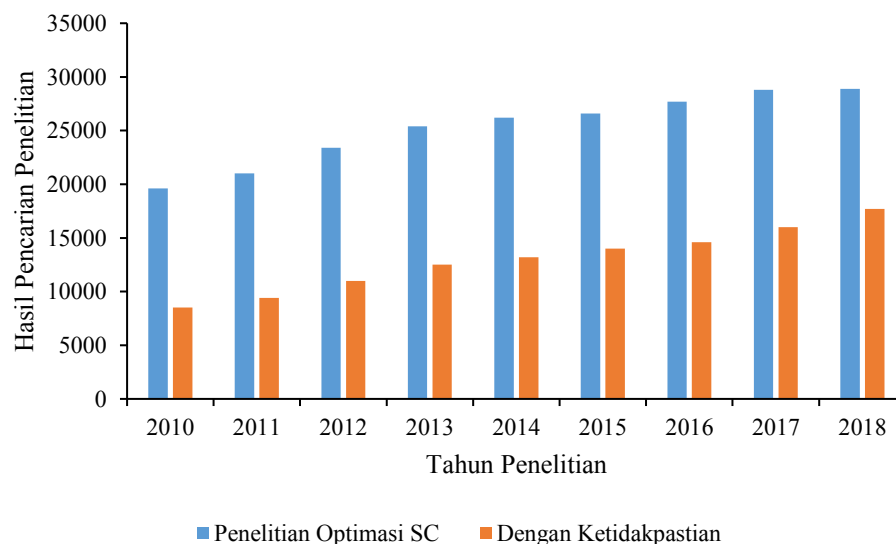


Gambar 1.2 Emisi Gas Rumah Kaca Nasional (KLHK 2017)

Banyak konsumen yang mulai memiliki produk yang meminimalisir limbah karena fenomena pemanasan global. Oleh karena itu dari proses bisnis sampai pada penelitian banyak mengarah pada proses bisnis yang hijau (*green bussiness*), yaitu bisnis yang dapat mendukung proses pengembangan berkelanjutan (*sustainable development*) (Basha 2015).

Penelitian rantai pasok (*supply chain*) pada bidang pemodelan matematis sudah banyak dikembangkan, akan tetapi lebih mengarah kepada model yang deterministik. Model jenis ini tentunya cukup sulit untuk menyelesaikan permasalahan yang bersifat probabilistik dan stokastik. Hal ini termasuk kedalam permasalahan yang tidak pasti (*uncertainty*) (Simangunsong, Hendry dan Stevenson, 2012). Ketidakpastian dalam kondisi dan situasi yang umum termasuk kedalam situasi VUCA. Situasi VUCA adalah masalah yang rentan (*volatility*), sulit diprediksi (*uncertainty*), banyak yang mempengaruhi (*complexity*), dan memiliki makna ganda (*ambiguity*) (Rouvrais, LeBris, dan Stewart 2018).

Penelitian ketidakpastian pada optimasi *supply chain* (SC) sudah mulai berkembang dari tahun 2010 sampai tahun berikutnya. Pencarian pada *Google Scholar* menunjukkan penelitian optimasi dibidang SC mempertimbangkan ketidakpastian sudah 43% dari total keseluruhan penelitian optimasi SC pada tahun 2010 dan setiap tahun mengalami kenaikan persentase penelitian optimasi SC dengan ketidakpastian. Hal ini karena pemodelan deterministik pada SC dianggap tidak mampu menyelesaikan masalah SC yang memiliki ketidakpastian. Perlu adanya pemodelan SC yang dapat mengutilisasi ketidakpastian dalam bentuk pola distribusi, nilai probabilistik, nilai peluang, atau lainnya.



Gambar 1.3 Hasil Pencarian Penelitian Optimasi SC pada *Google Scholar*

Dalam penelitian ini akan dibahas keputusan penetapan harga (*Pricing*) dalam DCSC. Zhou (2016) mengungkapkan bahwa ada tiga aspek utama dalam DCSC, yaitu pemilihan jalur penjualan, koordinasi antar jalur, dan kebijakan *pricing*. Pemilihan jalur penjualan tentunya dapat dilihat dari pihak produsen dalam keinginan menjualnya menggunakan fasilitas *online* atau mengandalkan toko ritel. Sedangkan koordinasi antar jalur cukup rumit, biasanya menyesuaikan pada kemauan konsumen dalam memberi barang. Penelitian dalam bidang koordinasi antar jalur paling sering dilakukan untuk memastikan bahwa kedua jalur ada dengan menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan menggunakan pendekatan teori permainan (*Game Theory*). Hal ini dapat dilihat pada penelitian Widodo (2015, 2017), yang mempertimbangkan produk substitusi. Strategi *Game* yang dipakai biasanya permainan kooperatif dimana antara pelaku *Online* dengan *Offline* secara bersama menentukan keputusan harga, permainan non-kooperatif dimana setiap aktor menentukan harganya masing-masing tanpa adanya koordinasi. Kemudian aspek yang terakhir adalah kebijakan penetapan harga dimana harga adalah dasar penghubung antara konsumen dengan perusahaan. Harga juga menentukan permintaan yang akan terjadi secara deterministik.

Penelitian DCSC secara deterministik dilakukan oleh Widodo (2014, 2015, 2017), Nuha dan Widodo (2016), Zhou (2016), serta Wang *et al* (2017). Karena harga dapat mempengaruhi struktur DCSC, maka dapat dipastikan bahwa harga pada DCSC mempengaruhi emisi gas rumah kaca sepanjang rantai pasoknya. Penelitian DCSC mempertimbangkan faktor lingkungan dilakukan oleh Li *et al* (2016), Ji *et al* (2017), dan Heydari *et al* (2018). Penelitian secara probabilistik atau mempertimbangkan ketidakpastian pada struktur DCSC belum banyak dilakukan oleh para akademisi dan manajerial.

Penelitian menggunakan studi kasus produk makanan ringan (*snack*) dari UMKM di Surabaya yang sudah menjalankan DCSC. UMKM ini menjual produknya melalui *retailer* dan secara *online* (*website* dan media sosial). Penelitian ini menggunakan metodologi respon permukaan (RSM) untuk optimasi penetapan harga untuk pendekatan eksperimen karena menurut Kramer (2016), metode eksperimen dapat dipakai untuk mendukung keputusan penetapan harga pada situasi yang rentan, tidak pasti, kompleks, dan ambigu.

1.2 Rumusan Masalah

Ide dari penelitian ini adalah mengembangkan model penetapan harga dalam *Dual Channel Supply Chain* yang mempertimbangkan ketidakpastian (probabilistik) serta dampak lingkungan. Juga menetapkan keputusan harga yang optimal pada *Retailer* maupun fasilitas *online* yang mempertimbangkan aspek probabilitas dengan memaksimalkan keuntungan dan mengurangi dampak lingkungan. Strategi DCSC sudah banyak diadopsi oleh banyak perusahaan untuk mengembangkan pasar dan pendapatan mereka, meskipun belum mempertimbangkan dampak ke lingkungan. Padahal sebagian besar yang menyebabkan masalah lingkungan saat ini, didominasi oleh proses bisnis manusia, hal ini termasuk kegiatan bisnis. Pemodelan yang DCSC dalam dunia penelitian juga masih bersifat deterministik. Model ini kurang cocok untuk masalah yang probabilistik. Sehingga perlu adanya pendekatan yang baru untuk permasalahan DCSC yang probabilistik. Salah satu faktor dominan pada DCSC adalah penetapan harga (*Pricing*) setiap jalurnya (*channel*). Fasilitas *online* yang dimiliki produsen merupakan salah satu fasilitas untuk menghubungkan konsumen langsung ke perusahaan. Dari hal tersebut, persaingan harga antara produsen dengan *retailer* membuat indikasi preferensi permintaan setiap jalurnya akan berubah-ubah. Hal ini diperlukannya skenario permainan (*Game Scenario*) kooperatif (kerjasama antar pemain) dan nonkooperatif untuk menggambarkan situasi persaingan yang terjadi.

1.3 Tujuan

Berdasar rumusan permasalahan yang sudah dipaparkan. Penelitian tesis ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh harga *retailer* dan harga *online* terhadap keuntungan dan emisi gas rumah kaca dalam struktur DCSC
2. Memodelkan pengaruh harga *retailer* dan harga *online* terhadap keuntungan dan emisi gas rumah kaca dalam pada struktur DCSC
3. Mengoptimasi harga *retailer* dan *online* produk yang menghasilkan keuntungan tertinggi dengan emisi gas rumah kaca yang rendah
4. Menganalisis sensitivitas dari hasil optimasi dengan skenario permainan kooperatif dan non-kooperatif

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa batasan dan asumsi. Batasan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Model dan skenario yang digunakan dibuat ada satu jenis produk dan hanya pada 100 permintaan dari permintaan aktual (D_{max}).
2. Faktor yang dianalisis hanya harga produk pada *retailer* konvensional dan melalui fasilitas *online*
3. Variabel respon yang dianalisis adalah sensitivitas harga setiap *channel*, sensitivitas harga untuk *cross-channel*, perkiraan keuntungan yang diperoleh, dan perkiraan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.
4. *Retailer* dan fasilitas *online* yang diteliti hanya satu *retailer* dan satu fasilitas *online*.
5. Analisis pemikiran hijau (*Green Thinking*) pada DCSC yang dianalisis adalah emisi gas rumah kaca dalam satuan $g\ CO_2 / Km$ yang ditimbulkan.
6. Emisi gas rumah kaca dihasilkan dari jumlah permintaan produk yang akan dipenuhi.
7. Variabel yang mempengaruhi preferensi konsumen hanya dinilai dari harga setiap *channel*.

Sedangkan untuk asumsi yang dipakai dalam penelitian adalah :

1. Permintaan produk bersifat deterministik.
2. Preferensi konsumen pada setiap *channel* bersifat probabilistik.
3. Eksperimen dilakukan pada konsumen yang sama.
4. Fungsi *online* dan *offline reseller* diabaikan.
5. Transportasi *Retailer* diasumsikan menggunakan *pickup* sedangkan distribusi dengan fasilitas *online* menggunakan motor roda dua.
6. Penetapan harga fasilitas *online* dilakukan oleh pihak produsen, sedangkan harga *retailer* ditetapkan oleh pihak *retailer*.

1.5 Kontribusi

Pada bidang ilmu pengetahuan, penelitian ini diharap menjadi dasar dalam penelitian pengambilan keputusan secara probabilistik dengan pendekatan eksperimen dibidang DCSC. Sedangkan pada perusahaan, penelitian ini kunci untuk memprakirakan sensitivitas harga setiap jalur dan lintas jalur yang terjadi dari penetapan harga yang dilakukan. Dari hasil sensitivitas tersebut, perusahaan dapat memprakirakan keuntungan dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Pada proses optimasi, dilakukan dengan skenario permainan persaingan bisnis kooperatif yang menggambarkan apabila pihak *retailer* bekerja sama dengan perusahaan dan nonkooperatif adalah kondisi saat kedua pemain tidak bekerja sama. Hal ini menggambarkan pola bisnis yang terjadi melalui keputusan optimal dari penetapan harga disetiap jalur (*channel*).

1.6 Sistematika Penulisan

Tesis ini dibuat dengan sistematika enam (6) bab yang setiap babnya akan dijelaskan pada penjelasan berikut:

1. BAB 1. PENDAHULUAN

Bab 1 merupakan awalan penjelasan dari penelitian seluruhnya yang menjelaskan terkait latar belakang penelitian, asumsi dan batasan penelitian, dan tujuan yang ingin diperoleh dalam penelitian.

2. BAB 2. KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan terkait dasar teori dan penelitian-penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam penelitian ini. Bab ini berisi penjelasan-penjelasan yang diperoleh dari buku, jurnal, artikel, dan lainnya.

3. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian adalah penjelasan terkait urutan penelitian dilakukan yang dapat memberi gambaran agar penelitian bersifat terstruktur dan sistematis.

4. BAB 4. PEMODELAN

Bab 4 mendeskripsikan cara metode metode pada bab 3 dikembangkan dalam penelitian ini. Bab ini juga menjelaskan proses penggabungan metode analisis untuk menghasilkan informasi yang baik.

5. BAB 5. PENGOLAHAN DATA

Bab ini terdiri dari penjelasan dari karakteristik harga yang dieksperimenkan pada sampel, pengumpulan, pengolahan, analisis, dan interpretasi data yang diperoleh.

6. BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

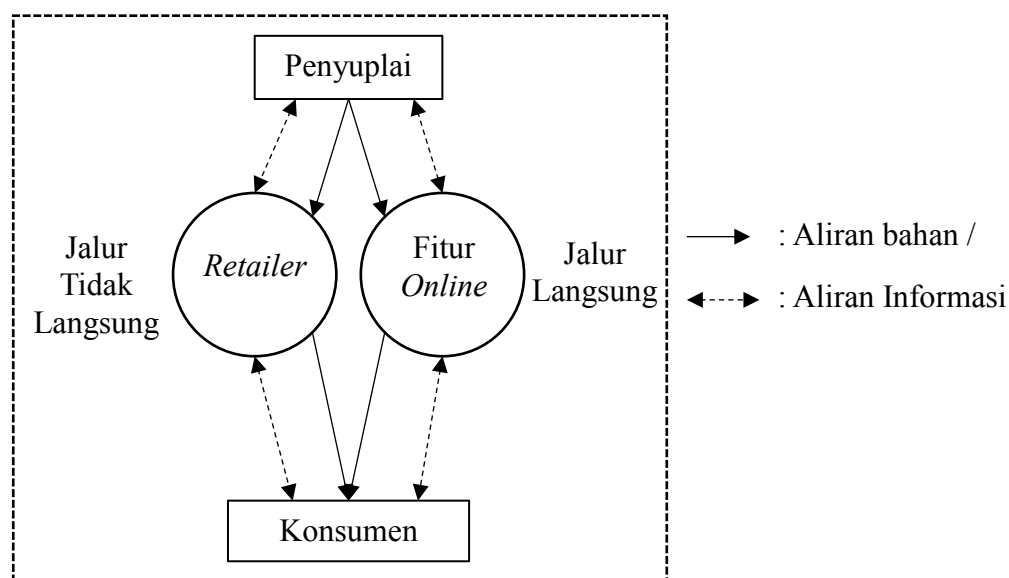
Bab terakhir dalam penelitian ini berisi dari kesimpulan keseluruhan dari penelitian yang tentunya menjawab tujuan dari penelitian ini. Sementara saran yang disertakan digunakan untuk memberikan jalan peneliti lain untuk memperbaiki atau mengembangkan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Dual Channel Supply Chain (DCSC)*

Banyak perusahaan yang memiliki strategi baru dalam meningkatkan proses bisnisnya, salah satunya adalah dengan saluran rantai pasok ganda (DCSC). DCSC adalah Struktur campuran yang secara simultan mengutilisasi jalur *online* dan melalui *Retailer* konvensional untuk menjual satu produk atau jasa (Mahar *et al* 2009). Secara skema, pada jalur *offline*, penyuplai dapat menyalurkan barang atau jasa dengan bekerja sama dengan pihak terkait seperti distributor, *retailer*, dan lainnya. Sebagai tambahan, memakai isu *big data* pada revolusi industri 4.0, penyuplai juga dapat menambahkan fitur *online* sehingga konsumen dapat memesan langsung kepada konsumen. Struktur jenis ini diyakini dapat memperluas pemasaran dan menaikkan keuntungan (Widodo, 2014). Meski begitu, DCSC juga memberikan tantangan berupa perbedaan karakteristik pada penjualan antara dua saluran tersebut dari segi penetapan harga (*pricing*) dan koordinasi antar saluran.



Gambar 2.1 Struktur *Dual Channel Supply Chain*

2.2 Penetapan Harga (*Pricing Decision*)

Pengambilan keputusan pada harga harus dilakukan secara cepat dan optimal karena persaingan dengan bisnis lain serta bagaimana mengambil perhatian konsumen. Toni *et al.* (2017) mengatakan ada beberapa strategi dalam penetapan harga. Strategi pertama berdasar atas nilai tambahnya (*value added*) yang memperhatikan dari bagaimana produk atau jasa dapat memberi nilai pada konsumen, contohnya adalah mahalnya kendaraan bermotor dibanding sepeda karena nilai yang diberikan lebih tinggi. Strategi kedua berdasar kompetisi yang biasanya dilakukan oleh produk dengan banyak saingan seperti produk makanan ringan yang menurunkan harga produknya agar menarik perhatian konsumen. Strategi ketiga berbasis biaya pembuatannya. Strategi ini tentunya mempertimbangkan pengeluaran pada perusahaan terfokus pada pembuatan produk. Strategi keempat adalah penetapan harga tingkat tinggi. Strategi ini diaplikasikan pada pasar tingkat atas yang biasanya harga selain mencerminkan produk / jasa, juga mementingkan gaya hidup, dan pelayanan yang berlebih seperti kafe. Strategi akhir adalah penetapan harga tingkat rendah dimana produk / jasa dijual kepada pasar tingkat yang rendah seperti penjualan makanan ringan. Penetapan harga menggunakan kalkulasi matematika seringkali menggunakan strategi permainan (*Game Strategy*) seperti strategi kooperatif dan non-kooperatif (keseimbangan *Nash*, kepemimpinan *Stackelberg*, permainan *Bertrand*, dan permainan *Cournot*). Dalam DCSC, penetapan harga dilakukan pada fasilitas online oleh perusahaan penyuplai itu sendiri, sedangkan melalui jalur *retailer*, *retailer* itu sendiri yang menetapkan harga. Tentunya perbedaan harga antar jalur menyebabkan terjadinya pola preferensi jalur pada konsumen. Secara deterministik, persamaan untuk menentukan harga menurut Widodo (2015) adalah:

$$D_o = \rho D_{max} - \beta_o Pr_o + \gamma_{ro} Pr_r \quad (3.1)$$

$$D_r = (1-\rho) D_{max} - \beta_r Pr_r + \gamma_{or} Pr_o \quad (3.2)$$

Dimana :

D_o = Permintaan konsumen menggunakan fasilitas *online*

D_r = Permintaan konsumen melalui *retailer* konvensional

ρ = Persentase konsumen yang memilih pembelian secara *online*

D_{max} = Permintaan konsumen maksimum saat harga mendekati biaya

β_o = Sensitivitas harga konstan pada jalur *online*

β_r = Sensitivitas harga konstan pada jalur *retailer*

γ_{or} = Sensitivitas lintas harga konstan untuk jalur *online* ke *retailer*

γ_{ro} = Sensitivitas lintas harga konstan untuk jalur *retailer* ke *online*

Pr_o = Harga pada jalur *online* (sebagai variabel keputusan)

Pr_r = Harga pada jalur *retailer* (sebagai variabel keputusan)

2.2.1 Strategi Permainan dalam Penetapan Harga

Perhitungan penetapan harga menggunakan pendekatan matematika biasanya menggunakan strategi permainan (*Game Strategy*). Dalam hal ini, pemain bersaing antar perusahaan dalam menentukan harga yang lebih diminati oleh konsumen. Persaingan pada DCSC dimana jalur *online* (penyuplai langsung) dan *offline* (toko *retail*) bersaing, penetapan harganya cukup bervariasi. Salah satunya menggunakan permainan kooperatif dan non-kooperatif. Strategi kooperatif dilakukan jika antar pemain bekerja sama untuk mencapai tujuan yang sama. dalam pemodelan, maka optimasinya dilakukan secara bersamaan. Untuk strategi non-kooperatif biasanya antar pemain tidak ada kerjasama. setiap pemain (*player*) akan menentukan strateginya tidak berdampingan dengan pemain lawan. Contoh dari strategi ini adalah keseimbangan *Nash*, kepemimpinan *Stackelberg*, permainan *Bertrand*, dan permainan *Cournot* (Grant dan Quiggin 1994).

2.3 Emisi Gas Rumah Kaca (*Green House Gas Emission*)

Emisi gas rumah kaca adalah faktor utama pada gangguan yang terjadi pada lingkungan. Macam-macam gas rumah kaca ada karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄), Nitrogen Oksida (N₂O), Ozon (O₃), Kloroflorokarbon (CFC), dan Hidroflorokarbon (HCFC). Gas-gas ini dalam kalkulasi biasanya dikonversi menjadi satuan berat CO₂ ekuivalen. Menurut Modak *et al* (2018), struktur *Dual Channel* perlu mengkaji reduksi emisi karbon agar dapat menghasilkan penjualan yang lebih sehat tanpa merusak lingkungan. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah, emisi GRK yang dihasilkan jenis kendaraan sangat beragam. Tabel dibawah menunjukkan variasinya.

Tabel 2.1 Emisi GRK berdasar Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Emisi perBBM (Kg CO ₂ / kg bbm)	Densitas BBM (kg bbm/ L)	Ekonomi BBM (km/ L)	Emisi perjalanan (Kg CO ₂ /km)
Sedan	3,18	0,7	9,8	0,23
Van/minibus	3,17	0,87	8	0,34
Taksi	3,18	0,7	8,7	0,26
Angkot	3,18	0,7	7,5	0,30
Bis Sedang / Mikrobis	3,17	0,87	4	0,69
Bis Besar	3,17	0,87	3,5	0,79
<i>Pickup</i>	3,18	0,7	8,5	0,26
Truk 2 as	3,17	0,87	4,4	0,63
Truk 3 as	3,17	0,87	4	0,69
Jeep	3,17	0,87	8	0,34
Sepeda Motor	3,18	0,7	28	0,08

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010

2.4 Pendekatan Eksperimen pada Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Ketidakpastian adalah situasi yang dapat berubah-ubah yang melibatkan ketidaksempurnaan dari informasi. Biasanya situasi seperti ini diaplikasikan untuk memprediksi kejadian dimasa depan. Ketidakpastian muncul apabila data yang muncul bersifat stokastik. Perhitungan ketidakpastian merupakan salah satu komponen penting dalam pengembangan pendekatan matematika (Wu dan Mortveit, 2015).

Dalam rantai pasok, ketidakpastian merupakan salah satu topik yang harus dihadapi para pemberi keputusan dimana kompleksitas desain rantai pasok semakin bertambah. Macam-macam dari ketidakpastian dalam rantai pasok cukup beragam. Mulai dari *lead time*, preferensi konsumen, jumlah permintaan setiap waktunya, jarak tempuh logistik, dan lainnya. Dalam aplikasinya banyak pendekatan yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam rantai pasok seperti penggunaan stok *buffer*, manajemen produksi, pendekatan simulasi, dan ilmu prakiraan (*forecast*). Pendekatan dalam ilmu-ilmu ini tentunya adalah statistik dimana data yang digunakan berdasar kondisi nyata (Simangunsong, Hendry dan Stevenson, 2012).

Prakiraan atau *forecast* digunakan untuk memperkirakan nilai yang akan diperoleh jika faktornya memiliki nilai tertentu, dalam hal ini bentuknya waktu, pendekatan yang tepat dalam hal ini adalah regresi. Sedangkan pola pemunculan permintaan secara acak dapat menggunakan pendekatan simulasi seperti sistem dinamik, simulasi kejadian diskrit, dan simulasi berbasis agen.

Tetapi tingkat dari kompleksitas dalam ketidakpastian perlu diuji menggunakan pendekatan eksperimen. Eksperimen dapat digunakan untuk melakukan validasi dari ketidakpastian yang menggunakan pendekatan simulasi (Wu dan Mortveit, 2015). Alat validasi yang digunakan beragam, mulai dari jumlah galat (*error*) yang dihasilkan sampai dengan uji hipotesis untuk signifikansi data. Pendekatan eksperimen juga dapat dijadikan alat untuk memperkirakan faktor-faktor yang terlibat terhadap respon yang akan terbentuk, sebagai contoh dengan adanya regresi. Kramer (2016) berpendapat bahwa dalam studi eksperimen untuk mempelajari pengaruh harga pada pola data yang tidak pasti, dapat dilakukan dengan dua jenis pendekatan:

Tabel 2.2 Desain Eksperimen Studi Penetapan Harga

Karakteristik	Pengetesan menggunakan <i>Website</i>	Desain Survei Eksperimen
Metode Penelitian	Observasi	Wawancara, Kuisisioner
Tipe Eksperimen	Lapangan (Kondisi nyata)	Laboratorium (secara buatan)
Fokus	Pola perilaku (Pembelian, respon)	Persepsi, keinginan membeli
Cakupan	Hanya sektor <i>E-commerce</i> (Internet)	Semua jalur pemasaran

Sumber : Kramer (2016)

2.5 Metodologi Respon Permukaan (*Response Surface Methodology*)

Metode RSM adalah teknik statistik dan matematis dalam membuat, mengembangkan, dan mengoptimasi proses. Aplikasinya cukup penting pada perancangan pengembangan dan formulasi desain eksperimen (Myers *et al* 2009). RSM memiliki aplikasi dalam melihat variabel-variabel yang mempengaruhi beberapa performa atau karakteristik dari respon. Dalam RSM terdapat dua variabel, variabel bebas dan respon. Variabel respon adalah performa atau karakteristik nilai dari sebuah variabel. Sedangkan variabel bebas adalah subjek dari pengendalian parameter sebuah eksperimen. Dalam aplikasinya, RSM butuh beberapa alat statistik lainnya seperti analisis ragam (ANOVA) untuk menguji signifikansi variabel dan regresi polinomial untuk memodelkan data sebagai dasar dalam optimasi. RSM sendiri memiliki dua macam desain eksperimen, yaitu model regresi ordo pertama yang biasanya memakai desain biasa seperti faktorial dan regresi ordo kedua berbentuk polinomial. Model regresi ordo kedua ini juga memungkinkan untuk proses optimasi menggunakan variabel polinomial. Dalam aplikasinya, RSM mengubah variabel biasa menjadi variabel terkodekan untuk dilakukan proses kalkulasi lebih lanjut dengan persamaan berikut:

$$\text{Variabel Terkode} = 2 \times \frac{a - a_{\text{nilai tengah}}}{a_{\text{jarak}}} \quad (3.2)$$

$$a_{\text{nilai tengah}} = \frac{a_{\text{max}} - a_{\text{min}}}{2} \quad (3.3)$$

$$a_{\text{jarak}} = a_{\text{max}} - a_{\text{min}} \quad (3.4)$$

Dimana :

a = variabel bebas asli

2.5.1 Regresi Ordo Pertama (*First Order Regression*)

Metodologi respon permukaan (RSM) memiliki beberapa tahap dalam kalkulasi. Menurut Khuri (2017), fase pertama adalah faktor *screening* dimana beberapa variabel dihasilkan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap respon. Selanjutnya desain eksperimen diciptakan untuk membuat model regresinya. Dalam RSM model regresi pertama regresi ordo pertama yang memakai faktorial 2^k . Menurut Orahmi (2016), persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (3.5)$$

Dimana Y adalah variabel responnya dan X_1, X_2, \dots, X_k , merupakan variabel bebasnya. Nilai k adalah jumlah faktornya. Model yang diciptakan merupakan model matematika ortogonal pada diagonal elemen matrix XX' yang bernilai 0. Eksperimen yang digunakan dalam percobaan sebesar 2^k , oleh karena itu perlu dilakukan estimasi dari variansi model. Model regresi ordo pertama mencari titik optimalnya menggunakan metode *Hill Climbing Steepest Ascent* untuk mencari respon yang paling maksimal dan *Steepest Descent* untuk mencari respon yang paling minimal. Metode ini menggunakan pendekatan berbasis gradien dan hanya mencari nilai optimal disatu titik saja. Akibat nilai dari gradien, titik-titik yang ada akan dicapai lebih baik dari titik sebelumnya. Menurut Santosa dan Ai (2017) iterasi yang ada ditentukan berdasar pergerakan ke titik optimal, semakin mendekati titik optimal, maka pergerakan akan semakin lambat. Persamaan yang digunakan pada proses *hill climbing* adalah berikut :

$$X_{k+1} = X_0 \pm \alpha \nabla f(X) \quad (3.6)$$

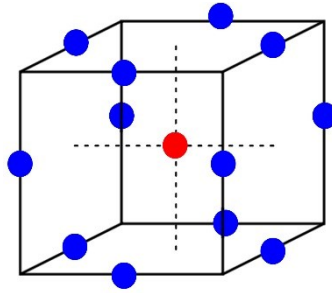
Dimana α ialah pergerakan titik ptimasi yang ditentukan dan $\nabla f(X)$ merupakan jumlah gradien dari titik yang dicoba. Pada kasus maksimasi, maka gradien akan ditambah, titik pencarian akan menuju titik yang lebih tinggi. Sedangkan kasus minimasi, gradien akan dikurang yang menunjukkan pencarian titik menuju ke titik yang lebih rendah. Kerugian dari tipe desain ini adalah banyak kombinasi eksperimen yang perlu dilakukan sehingga dapat menambah beban biaya dalam penelitian pada penelitian laboratorium. Untuk memperbaiki jenis desain ini, maka desain *Plackett-Burman* diciptakan dimana memiliki formasi kubik. Akan tetapi, jumlah faktor eksperimennya masih banyak (Myers *et al* 2009).

2.5.2 Regresi Ordo Kedua (*Second Order Regression*)

Jumlah faktor yang banyak pada regresi ordo pertama menyebabkan perlunya sebuah pembaruan pada proses eksperimen dengan faktor yang secukupnya namun dapat memberi analisis data yang banyak. Regresi ordo kedua adalah pembentukan regresi polinomial dari titik titik faktor yang disaring, sehingga eksperimen yang dilakukan lebih sedikit dan sederhana. Oramahi (2016) mengatakan bahwa model ini dapat memberi nilai akurasi perkiraan pada respon sebenarnya yang sudah optimum. Maka persamaan dari model ini adalah sebagai berikut :

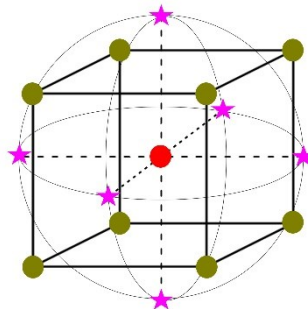
$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i^2 + \sum_i \sum_j \beta_j x_i x_j + \varepsilon \quad (3.7)$$

Dalam model dapat ditunjukkan bahwa terdapat interaksi antar faktor dan faktor itu sendiri yang menyebabkan model akan menghasilkan kurva, sehingga nilai optimal akan terlihat. Jenis desain eksperimen yang diperoleh pada model regresi ordo kedua paling dominan adalah Desain Box-Behnken (BBD) dan Desain komposit pusat (CCD). Desain eksperimen BBD membentuk dari tiga sampai lebih faktor untuk efisiensi. Metode ini dikenal dengan desain blok yang tidak sempurna. BBD tidak memiliki desain faktorial yang tertanam, juga tidak memiliki titik yang ekstrim. BBD merupakan desain kuadratik yang independen dengan setiap eksperimennya hanya memiliki titik tengah.



Gambar 2.2. Desain Box-Behnken (BBD)

Desain komposit pusat (CCD) adalah evolusi dari percobaan sekuensial. Desain eksperimen faktorial dua level dan faksional termasuk pada desain jenis ini membentuk sebuah titik aksial atau bintang. Alhasil, desain ini memiliki titik pusat antara beberapa variabel yang biasanya ada repetisi (Myers *et al* 2009).



Gambar 2.3. Desain Komposit Pusat (CCD)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa pada desain eksperimen jenis ini memiliki nilai rotabilitas. Nilai rotabilitas adalah nilai jarak dari percobaan aksial pada desain dalam bentuk variabel terkode. Rotasi jenis ini nilai yang sama pada dua lokasi dengan jarak yang sama dari pusat desain (Oramahi 2016). Rotabilitas ini memiliki lambang α . Karena nilai ini, desain CCD hanya ada lima level faktorial $((-\alpha, -1, 0, 1, \alpha)$. Perumusan dari rotabilitas adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Nilai α dari Rotatabilitas pada Desain Komposit Pusat (CCD)

k	F	α
2	4	1,414
3	8	1,682
4	16	2
5	32	2,378
5 (½ rep)	16	2
6	64	2,828
6 (½ rep)	32	2,378
7	128	3364
7 (½ rep)	64	2,828

Sumber: Myers *et al* (2009)

Dimana persamaannya adalah :

$$\alpha = \sqrt[4]{F} \quad (3.8)$$

$$F = 2^k \quad (3.9)$$

Dimana:

F = Titik Faktorial (2^k adalah faktorial penuh)

k = Jumlah percobaan faktorial

Model regresi ordo kedua pada proses optimasinya tidak seperti ordo pertama yang menggunakan metode *Steepest Ascent* dan *Descent*. Metode optimasinya dilakukan secara sekuensial, yaitu diawali dari proses pencarian titik optimum, kemudian penentuan fungsi maksimasi atau minimasi menggunakan analisis kanonikal. Pencarian titik optimal dilakukan dengan proses penurunan model matematika ordo kedua dan menjadikannya sama dengan nol. Bentuk persamaan dari penurunannya pada persamaan 3.10 dan hasil penurunannya adalah pada persamaan 3.11.

$$\frac{\delta Y}{\delta X} = b + 2BX = 0 \quad (3.10)$$

$$X_0 = \frac{1}{2} B^{-1}b \quad (3.11)$$

Titik X_0 yang diperoleh menunjukkan titik optimal dari model orde kedua. Selanjutnya adalah proses dari analisis kanonikal untuk penentuan fungsi maksimasi, minimasi, atau titik *saddle*. Pada proses ini nilai λ menunjukkan dari fungsi tersebut. Jika semua nilai λ adalah positif, maka fungsi minimasi. Jika semua nilainya negatif, maka fungsi maksimasi. Jika nilai λ nya positif dan negatif, maka fungsi berbentuk *saddle*. Fungsi dianalisis menggunakan persamaan berikut :

$$Y = Y_0 + \lambda_1 W_1^2 + \lambda_2 W_2^2 + \lambda_k W_k^2 \quad (3.8)$$

2.6 Posisi Penelitian (*Research Gap*)

Pembahasan terkait DCSC sebelumnya sudah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian *Dual-Channel Supply-Chain* dari tahun 2010an banyak menggunakan model yang deterministik dimana preferensi konsumen semua dianggap tidak berubah. dari penelitian Widodo (2014), (2015), Nuha dan Widodo (2015), Zhou (2016), dan Wang *et al* (2017). Untuk penelitian DCSC engan fungsi hijau meski deterministik sudah mulai dilakukan oleh Li *et al* (2016), Ji *et al* (2017), dan Heydari *et al* (2017). Maka dari itu, penelitian ini mencoba menggambarkan pola probabilistik dari preferensi konsumen terhadap antar *channel* dengan faktor yang berperan hanya harga *retailer* konvensional dan *online*. pola perubahan preferensi akan digambarkan dengan pendekatan regresi polinomial dalam metodologi respon permukaan (*Response Surface Methodology*). Perbandingan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Posisi Penelitian

Penulis	Variabel Keputusan		Variabel Terikat		Fungsi Lingkungan	Pemodelan		Metode	Pertimbangan
	Penetapan Harga	Persediaan	Profit	Biaya		Deterministik	Probabilistik		
Widodo (2014)	✓		✓			✓		<i>Nonlinear Programming</i>	<i>Lead Time</i>
Widodo (2015)	✓	✓	✓			✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Substitusi Produk
Nuha dan Widodo (2016)		✓		✓		✓		<i>Nonlinear Programming</i>	<i>Drop-Shipping</i>
Li <i>et al</i> (2016)	✓		✓		✓	✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Derajat Kehijauan
Widodo (2017)	✓	✓	✓			✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Substitusi Produk
Ji <i>et al</i> (2017)	✓		✓		✓	✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Reduksi Emisi Karbon
Heydari <i>et al</i> (2018)	✓		✓		✓	✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Tingkat Kehijauan
Zhou (2016)	✓		✓			✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Efek Promosi
Wang <i>et al</i> (2017)	✓		✓			✓		<i>Nonlinear Programming</i>	Industri Telepon Genggam
Penelitian ini	✓		✓		✓		✓	<i>Response Surface Methodology</i>	Emisi Gas Rumah Kaca

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam tesis ini, peneliti membagi dalam beberapa tahapan pengerjaan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain.

3.1 Tahap Identifikasi

Tahap ini dilakukan diawal dengan mengumpulkan faktor-faktor yang diyakini memiliki pengaruh terhadap respon yang diteliti. Faktor tersebut adalah penetapan harga *retailer* dan *online* dari produk yang diteliti. Produk yang diteliti adalah makanan ringan (*snack*). Variabel respon yang diteliti adalah sensitivitas harga jalur *online* (β_o), sensitivitas harga di *retailer* (β_r), sensitivitas lintas harga untuk jalur *online* ke *retailer* (γ_{or}), sensitivitas lintas harga untuk jalur *retailer* ke *online* (γ_{ro}). Variabel β_o , β_r , γ_{or} , dan γ_{ro} pada penelitian DCSC sering dianggap konstan, dalam penelitian ini, perubahan variabel tersebut ditransformasikan dalam bentuk regresi. Dari variabel respon yang diperoleh, maka dapat diperkirakan variabel respon selanjutnya, yaitu perkiraan keuntungan yang diperoleh dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Penentuan level dari setiap faktor akan ditentukan pada tahap selanjutnya.

3.2 Tahap Perancangan Eksperimen

Tahap ini dilakukan untuk merancang sebuah eksperimen. Sebagai variabel bebasnya adalah harga *retailer* dan harga *online*., Eksperimen akan dilakukan dengan penyebaran kuisisioner. Variabel respon yang diteliti adalah perkiraan keuntungan dan perkiraan emisi karbon yang akan muncul. Desain eksperimen menggunakan *Central Composite Design* (CCD) karena faktor yang dianalisis sebanyak dua faktor. Karena desain CCD, perumusan rotatabilitasnya (α) adalah :

$$\alpha = \sqrt[4]{2^2} = 1,414 \quad (3.1)$$

Dari hasil perhitungan, rotatabilitas dari desain eksperimen adalah 1,414. Selanjutnya adalah proses konversi variabel bebas menjadi terkode yang menyesuaikan dari nilai rotatabilitas.

Tabel 3.1. Level Faktor dari Eksperimen

Variabel Bebas	Variabel Terkode				
	-1,414	-1	0	1	1,414
Harga <i>Retailer</i> (Rp)	Rp. 12.757	Rp. 14.000	Rp. 17.000	Rp. 20.000	Rp. 21.242,6
Harga <i>Online</i> (Rp)	Rp. 12.757	Rp. 14.000	Rp. 17.000	Rp. 20.000	Rp. 21.242,6

Setelah variabel bebas sudah terkonversi, proses akan dilanjutkan dengan merancang sebuah kombinasi dari desain eksperimen mengikuti variabel terkode diatas. Penetapan harga menggunakan antara Rp. 14.000 dan Rp. 20.000 dari hasil diskusi dengan pemilik usaha. Hasil penjabarannya adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2. Desain Eksperimen Penelitian

Percobaan	Tipe	Variabel Bebas		Variabel Terkode	
		Harga <i>Retailer</i>	Harga <i>Online</i>	Harga <i>Retailer</i>	Harga <i>Online</i>
1	Faktorial	14.000	14.000	-1	-1
2	Faktorial	20.000	14.000	1	-1
3	Faktorial	14.000	20.000	-1	1
4	Faktorial	20.000	20.000	1	1
5	Aksial	12.757,36	17.000	-1,414	0
6	Aksial	21.242,64	17.000	1,414	0
7	Aksial	17.000	12.757,4	0	-1,414
8	Aksial	17.000	21.242,6	0	1,414
9	Pusat	17.000	17.000	0	0

Setelah desain eksperimen dibentuk, variabel respon yang diteliti akan dihitung menggunakan perhitungan berikut :

$$\beta_o = \beta_0 + \beta_1 Pr_o + \beta_2 Pr_r + \beta_3 Pr_o^2 + \beta_4 Pr_r^2 + \beta_5 Pr_o Pr_r + \varepsilon_1 \quad (3.2)$$

$$\beta_r = \beta_6 + \beta_7 Pr_o + \beta_8 Pr_r + \beta_9 Pr_o^2 + \beta_{10} Pr_r^2 + \beta_{11} Pr_o Pr_r + \varepsilon_2 \quad (3.3)$$

$$\gamma_{or} = \beta_{11} + \beta_{12} Pr_o + \beta_{13} Pr_r + \beta_{14} Pr_o^2 + \beta_{15} Pr_r^2 + \beta_{16} Pr_o Pr_r + \varepsilon_3 \quad (3.4)$$

$$\gamma_{ro} = \beta_{17} + \beta_{18} Pr_o + \beta_{19} Pr_r + \beta_{20} Pr_o^2 + \beta_{21} Pr_r^2 + \beta_{22} Pr_o Pr_r + \varepsilon_4 \quad (3.5)$$

Dari hasil respon yang diperoleh, akan dibentuk variabel respon berikutnya dengan persamaan regresi polinomial berikut :

$$Profit_{(On)} = \beta_{22} + \beta_{23} Pr_o + \beta_{24} Pr_r + \beta_{25} Pr_o^2 + \beta_{26} Pr_r^2 + \beta_{27} Pr_o Pr_r + \varepsilon_5 \quad (3.6)$$

$$Profit_{(Off)} = \beta_{28} + \beta_{29} Pr_o + \beta_{30} Pr_r + \beta_{31} Pr_o^2 + \beta_{32} Pr_r^2 + \beta_{33} Pr_o Pr_r + \varepsilon_6 \quad (3.7)$$

$$Emisi GRK_{(On)} = \beta_{34} + \beta_{35} Pr_o + \beta_{36} Pr_r + \beta_{37} Pr_o^2 + \beta_{38} Pr_r^2 + \beta_{39} Pr_o Pr_r + \varepsilon_7 \quad (3.8)$$

$$Emisi GRK_{(Off)} = \beta_{40} + \beta_{41} Pr_o + \beta_{42} Pr_r + \beta_{43} Pr_o^2 + \beta_{44} Pr_r^2 + \beta_{45} Pr_o Pr_r + \varepsilon_8 \quad (3.9)$$

Dimana notasinya adalah :

β_i = Konstanta ke-i

Pr_o = Harga produk pada Jalur *Online* (Rp)

Pr_r = Harga produk pada Jalur *Retailer* (Rp)

β_o = Sensitivitas Harga pada Jalur *Online*

β_r = Sensitivitas Harga pada Jalur *Retailer*

γ_{or} = Sensitivitas Lintas Jalur dari Jalur *Online* ke *Retailer*

γ_{ro} = Sensitivitas Lintas Jalur dari Jalur *Retailer* ke *Online*

$Profit_{(On)}$ = Keuntungan yang diperoleh Jalur *Online* (Rp)

$Profit_{(Off)}$ = Keuntungan yang diperoleh Jalur *Retailer* (Rp)

$Emisi GRK_{(On)}$ = Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan Jalur *Online* (g CO₂/KM)

$Emisi GRK_{(Off)}$ = Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan Jalur *Retailer* (g CO₂/KM)

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Penelitian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data. Data yang diperoleh berasal dari hasil penyebaran kuisioner yang disebar ke beberapa subjek orang yang dijadikan eksperimen penetapan harga *retailer* konvensional dan *online*. Harga yang ditetapkan dibuat dari rancangan eksperimen yang dibuat menggunakan *Central Composite Design* (CCD). Data yang dikumpulkan sifatnya acak, artinya penyebaran kuisioner tidak tergantung pada kelompok orang tertentu. Data yang digunakan adalah data primer yang diambil berdasar pertimbangan faktor. Eksperimen yang dilakukan dengan dengan dua faktor dan sembilan level.

3.4 Tahap Pembentukan Model Regresi

Dari data-data kuisioner yang diperoleh, data akan dirapihkan untuk ditetapkan pada setiap masing-masing kombinasi faktor pada level tertentu. Hasil eksperimen yang diperoleh dianalisis menggunakan *software* Design Expert V.11 untuk dilihat hasil pembentukan regresinya. Regresi yang dibentuk memiliki ordo dua (*Second Order*) artinya kombinasi setiap faktor akan dilihat dan hasil yang diperoleh dianalisis. Model regresi ordo dua adalah regresi ganda untuk memungkinkan proses optimasi non-linear. Setelah regresi dibentuk, regresi akan diuji hipotesisnya pada tahap selanjutnya.

3.5 Tahap Analisis Hasil Regresi

Dari data kuisioner yang diperoleh, model regresi ordo dua dibentuk. Setelah model regresi dibuat, selanjutnya regresi dianalisa menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk melihat signifikansi hubungan variabel bebas dengan model yang dibuat dan uji determinasi (R-kuadrat) untuk melihat kesesuaian model. Pengujian akan dilanjut jika hasil ANOVA dari model umum berbeda nyata dan menghasilkan R-kuadrat sekitar 0,7 karena data primer (Mukaka 2012).

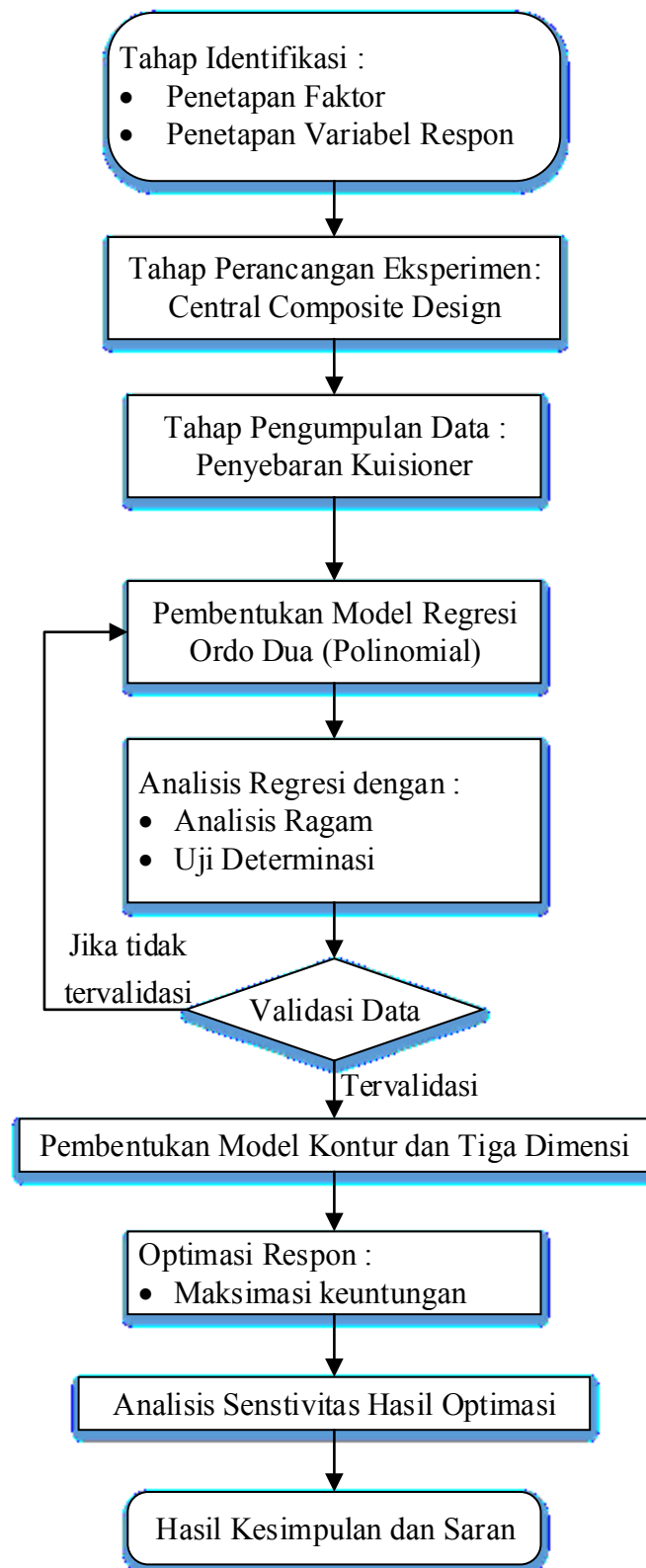
3.6 Tahap Optimasi

Dari model regresi yang sudah diperoleh selanjutnya model akan dibentuk model kontur dan tiga dimensi. Dengan melihat model tersebut, maka dapat dianalisa nilai optimum global yang akan dicari. Jika sudah, maka selanjutnya akan dilakukan optimasi yang memaksimalkan keuntungan dan membatasi emisi GRK. Optimasi dilakukan dalam bentuk *Nonlinear Programming* dengan memakai fungsi tujuannya dari persamaan regresi keuntungan yang diperoleh. Penyelesaian optimasi menggunakan *Software Lingo v.11*. Sebagai fungsi pembatasnya adalah persamaan regresi emisi GRK yang didapat. Menurut Yenyay (2014), permasalahan metodologi respon permukaan dapat diselesaikan dengan pendekatan *nonlinear programming*. Proses optimasi akan dibedakan antar skenario. Skenario kooperatif dilakukan optimasi dengan cara maksimasi keuntungan (*profit*) secara bersamaan pada antar jalur.

Skenario nonkooperatif penetapan harga jalur *Retailer* sebagai pemimpin (*leader*) karena menurut He *et al* (2018), didalam perekonomian dibidang makanan, perusahaan yang sudah ada (*existing firm*) biasanya menjadi *leader*, sedangkan perusahaan yang baru memulai usaha (*entering firm*) disebut sebagai pengikut. Maka dari itu jalur fasilitas *online* sebagai pengikut (*follower*). Proses optimasi dilakukan sekuensial dengan memaksimalkan keuntungan pada pihak *follower* terdahulu, melalui hasil regresinya. Kemudian pihak *leader* akan menyesuaikan. Hal ini dilakukan pihak *leader* agar dapat mengantisipasi perilaku dari *followernya*.

3.7 Tahap Analisis Sensitivitas

Setelah optimasi dilakukan, untuk melihat perubahan keputusan dari hasil optimasi, dilakukan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan hasil optimasi dengan perubahan skenario. Dari hal tersebut, maka memakai fungsi yang sama dapat diketahui arah perubahan hasil optimasi jika hasilnya menjadi probabilistik. Skenario yang digunakan adalah strategi permainan kooperatif dan non-kooperatif (kepemimpinan *Stackelberg*). Analisis sensitivitas yang dianalisis adalah jika dilakukan pembatasan emisi GRK yang ditetapkan, bagaimana hasil respon yang diperoleh.

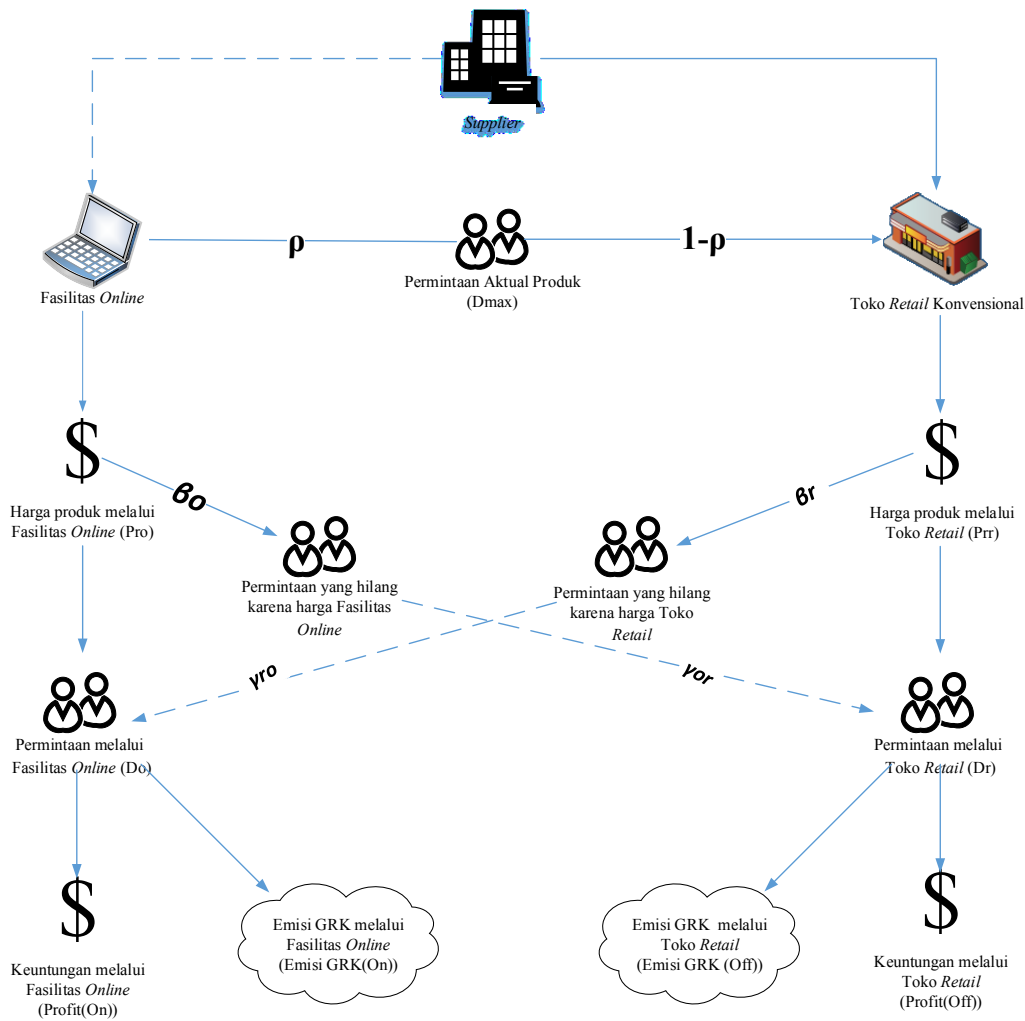


Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB 4

PEMODELAN

Proses *Dual Channel Supply Chain* menggambarkan sebuah hubungan antara *supplier* yang menjual produk atau jasanya kepada konsumen melalui toko *retailer* (konvensional) dan fasilitas online. Strategi ini dipakai untuk memaksimalkan keuntungan. Namun proses distribusi barang dari *supplier* menuju konsumen biasanya memberikan dampak kepada lingkungan, salah satunya dalam bentuk emisi gas rumah kaca dari transportasinya. Maka usaha mempertahankan lingkungan perlu dikembangkan dalam bentuk pemodelan. Pemodelan konseptualnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Model Konseptual DCSC dengan Faktor Lingkungan

4.1 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Sensitivitas Harga pada Jalur *Online* dan *Retailer* (β_o dan β_r)

Setelah hasil eksperimen diperoleh, pengaruh kombinasi harga pada setiap jalur dianalisis. Analisis pertama adalah dari sensitivitas harga pada setiap jalur. Analisis pada setiap jalur ini diartikan dari persamaan 3.1 dan 3.2 bahwa nilai β_o dan β_r memiliki nilai yang dapat mengurangi permintaan karena adanya pemberian harga pada produk. Menurut Goldsmith *et al* (2010), sensitivitas harga memiliki pengaruh yang cukup besar pada pola konsumsi masyarakat, yaitu semakin besar harga yang diberikan akan mengurangi pola pembelian produk tersebut. Dari hasil respon yang diperoleh, maka persamaan regresi yang diperoleh pada sensitivitas harga di jalur *retailer* (β_r) adalah sebagai berikut :

$$\beta_r = 0,011 + 2,455*10^{-7} Pr_r - 1,409*10^{-6} Pr_o - 6,988*10^{-12} Pr_r Pr_o + 2,937*10^{-12} Pr_r^2 + 3,808*10^{-11} Pr_o^2 \quad (4.1)$$

Dari hasil regresi diperoleh dapat dilihat bahwa penetapan harga pada jalur *retailer* dapat menambah sensitivitas harga pada jalur tersebut sehingga menambah kehilangan permintaan. Namun penetapan harga pada jalur *online* akan mengurangi sensitivitas harga di jalur *retailer* karena adanya kemungkinan perpindahan permintaan dari jalur *online* ke jalur *retailer* namun faktor ini tidak begitu diketahui pada regresi ini dan akan dibahas pada subbab selanjutnya. Penampakan model kontur dan tiga dimensinya adalah sebagai berikut:

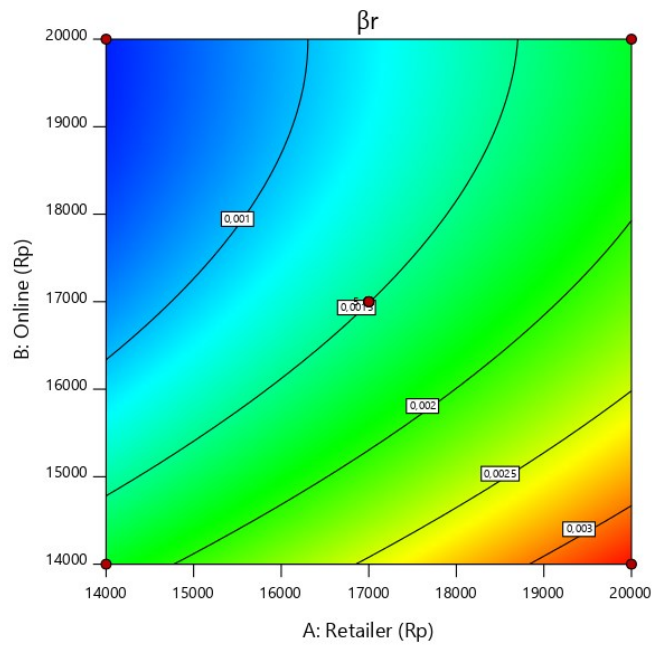
Design-Expert® Software
 Factor Coding: Actual

β_r

- Design Points

0,000460092  0,0033376

X1 = A: Retailer
 X2 = B: Online




Gambar 4.2 Model Kontur β_r

Dapat dilihat bahwa dari model yang ada bahwa semakin kecil harga pada jalur *online* dan semakin besar harga pada jalur *retailer* akan meningkatkan sensitivitas harga dari jalur *retailer*. Untuk memperjelas kontur yang ada, disajikan model tiga dimensi dibawah ini.

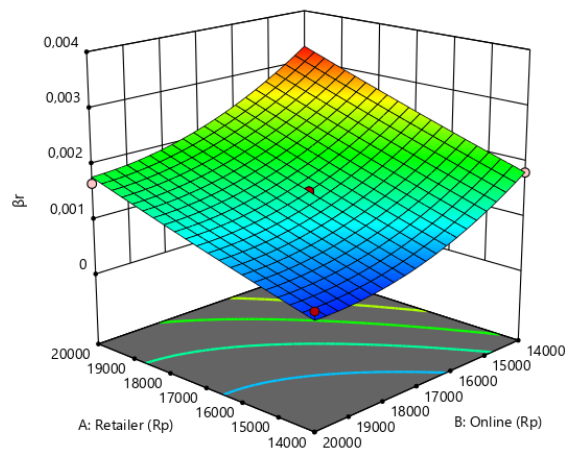
Design-Expert® Software
 Factor Coding: Actual

β_r

- Design points above predicted value
- Design points below predicted value

0,000460092  0,0033376

X1 = A: Retailer
 X2 = B: Online

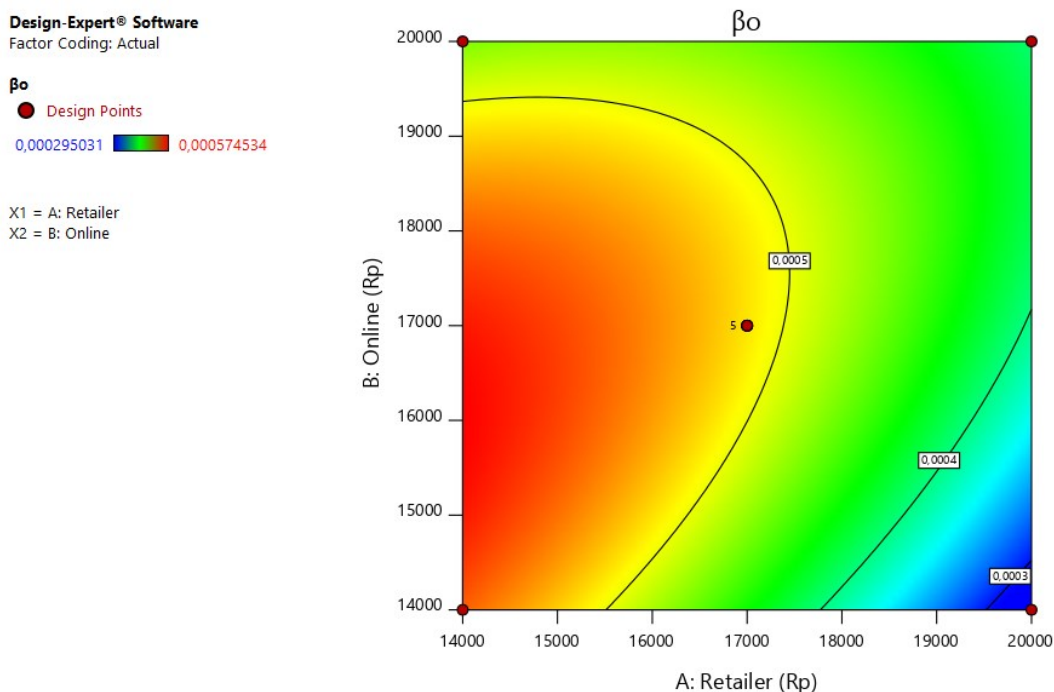


Gambar 4.3 Model Tiga Dimensi β_r

Pada eksperimen yang sama untuk sensitivitas harga di jalur *online* menunjukkan hasil regresi yang berbeda dibanding pada sensitivitas harga pada jalur *retailer*. Penjabaran persamaan regresi yang ada adalah sebagai berikut :

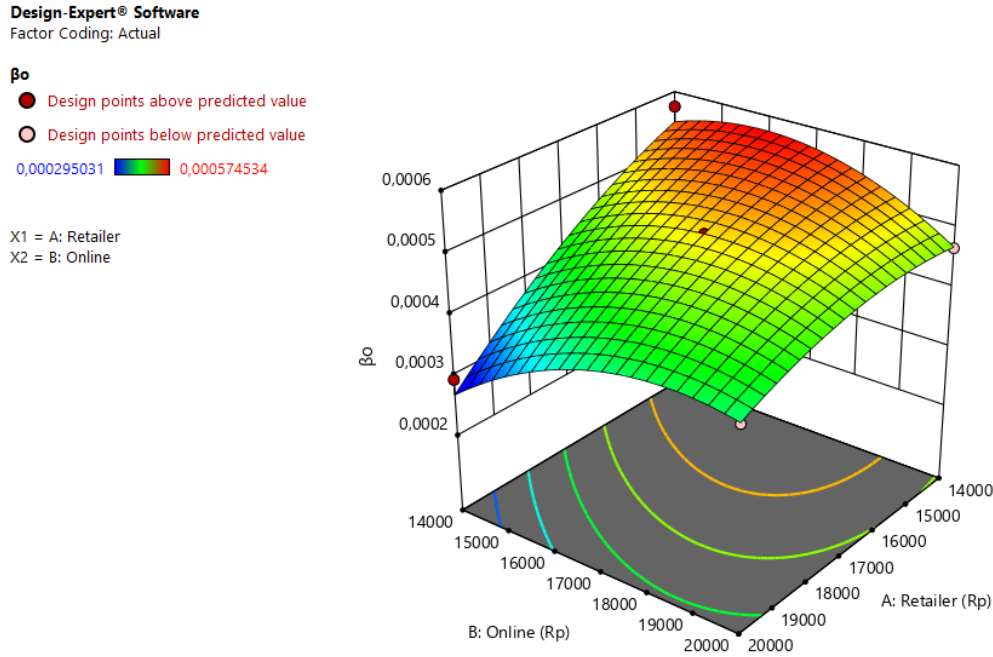
$$\beta_o = -0,0002 - 1,978 \cdot 10^{-8} Pr_r + 1,287 \cdot 10^{-7} Pr_o + 5,952 \cdot 10^{-12} Pr_r Pr_o - 3,238 \cdot 10^{-12} Pr_r^2 - 6,626 \cdot 10^{-12} Pr_o^2 \quad (4.2)$$

Hasil regresi yang diperoleh memperlihatkan bahwa penetapan harga pada jalur *retailer* akan menurunkan sensitivitas harga pada jalur *online* (β_o). hal ini berarti harga pada *retailer* naik, maka menaikkan permintaan pada jalur *online*. hal ini mengindikasi terjadinya perpindahan jalur akibat adanya perubahan harga. Namun penetapan harga jalur *online* akan menambah β_o yang mengindikasi pengurangan permintaan akibat penambahan harga pada jalur tersebut. Konversi persamaan regresi menjadi model kontur ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 4.4 Model Kontur β_o

Dapat dilihat bahwa pada model kontur penetapan harga yang rendah pada jalur *online* dan kenaikan pada jalur *retailer* menambah permintaan produk di jalur *online*. Perubahan model kontur menjadi tiga dimensi adalah :



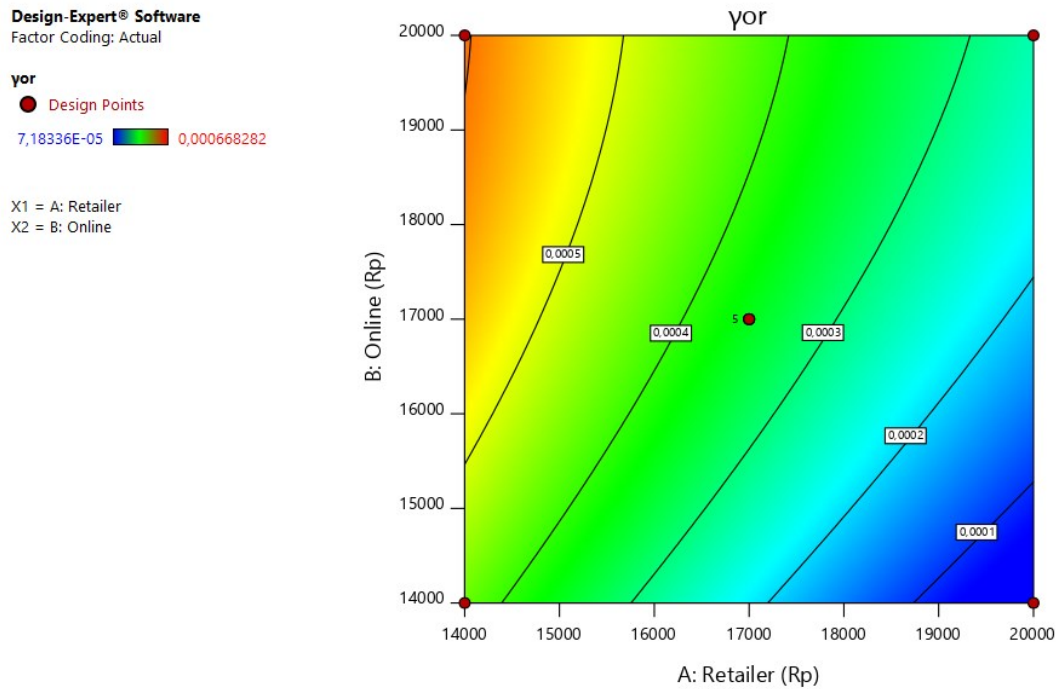
Gambar 4.5 Model Tiga Dimensi β_0

4.1 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Sensitivitas Lintas Harga (γ_{ro} dan γ_{or})

Analisis indikasi bahwa pengaruh penetapan harga dapat mempengaruhi perpindahan jalur pada permintaan dari permintaan yang hilang. Analisis pertama dilakukan di skenario kooperatif. Yang dianalisis adalah faktor penetapan harga *retailer* dan *online* terhadap koefisien perpindahan dari sensitivitas lintas harga dari *retailer* ke *online* (γ_{ro}) dan *online* ke *retailer* (γ_{or}). Hasil persamaan regresi yang diperoleh pada γ_{or} adalah sebagai berikut :

$$\gamma_{or} = 0,001 - 1,434 \cdot 10^{-7} Pr_r + 1,437 \cdot 10^{-7} Pr_o + 1,951 \cdot 10^{-12} Pr_r Pr_o + 1,418 \cdot 10^{-12} Pr_r^2 - 4,174 \cdot 10^{-12} Pr_o^2 \quad (4.5)$$

Persamaan regresi yang diperoleh menunjukkan bahwa besar sensitivitas permintaan akan berpindah dari jalur *online* ke *retailer* cukup besar bila harga pada jalur *retailer* meningkat dan akan berkurang bila harga pada jalur *online* meningkat. Pendeskripsian model diatas dalam bentuk kontur adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 Model Kontur γ_{or}

Hasil model kontur menunjukkan bahwa penetapan harga pada fasilitas *online* yang cukup tinggi dibanding *retailer* dapat menyebabkan perpindahan permintaan yang cukup banyak dibanding penetapan harga *online* rendah dengan kondisi harga *retailer* yang tinggi. Model tiga dimensi akan menjelaskan model kontur lebih jelas lagi pada gambar dibawah ini.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

yor

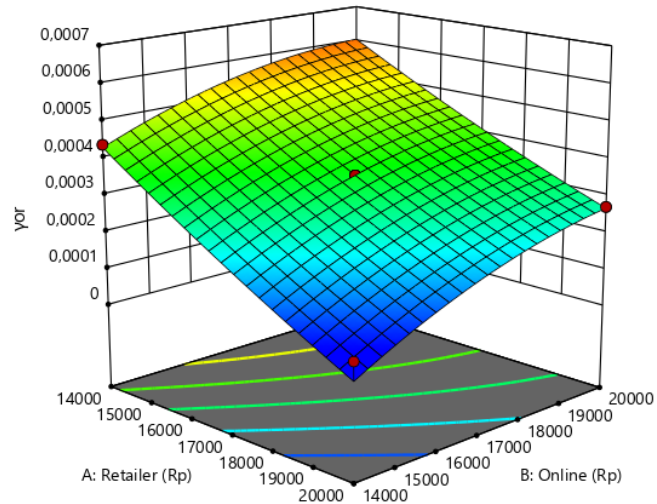
● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

7,18336E-05  0,000668282

X1 = A: Retailer

X2 = B: Online

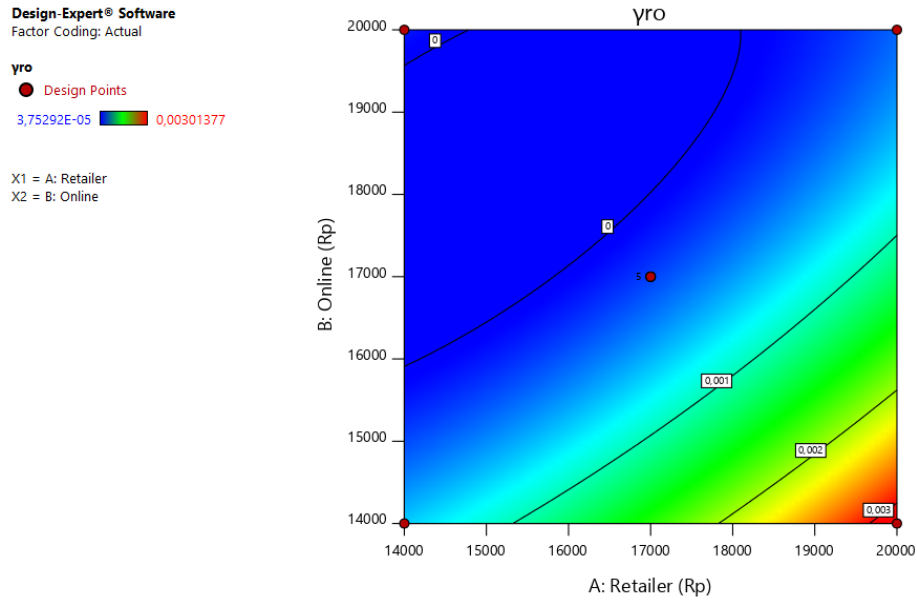


Gambar 4.7 Model Tiga Dimensi γ_{or}

Pada hasil sensitivitas lintas jalur dari *online* ke *retailer* menunjukkan hasil yang berbeda pada skenario yang sama. hal ini dibuktikan pada penjelasan persamaan regresi berikut :

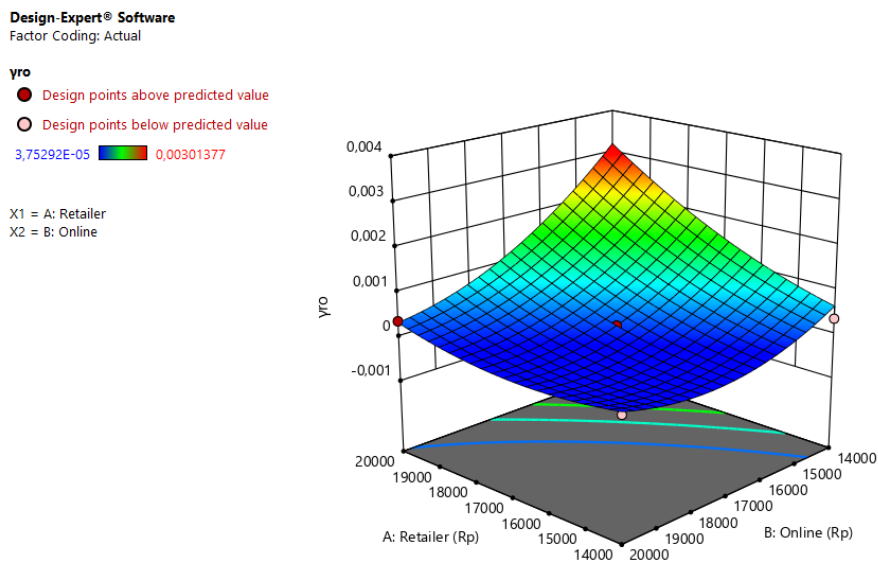
$$\gamma_{ro} = 0,009 + 2,014 \cdot 10^{-7} Pr_r - 1,231 \cdot 10^{-6} Pr_o - 6,498 \cdot 10^{-11} Pr_r Pr_o + 3,34 \cdot 10^{-11} Pr_r^2 + 6,035 \cdot 10^{-11} Pr_o^2 \quad (4.6)$$

Persamaan regresi diatas menunjukkan penetapan harga *retailer* akan menambah jumlah perpindahan jalur yang terjadi, sedang harga *online* akan melemahkan perpindahan jalur. Konversi menjadi model kontur adalah berikut ini:



Gambar 4.8 Model Kontur y_{ro}

Penetapan harga *retailer* lebih tinggi sedang harga *online* lebih rendah dapat meninggikan nilai y_{ro} yang mengakibatkan peningkatan permintaan yang pindah jalur dari jalur *retailer* ke *online*. Bentuk model tiga dimensinya dijelaskan berikut :



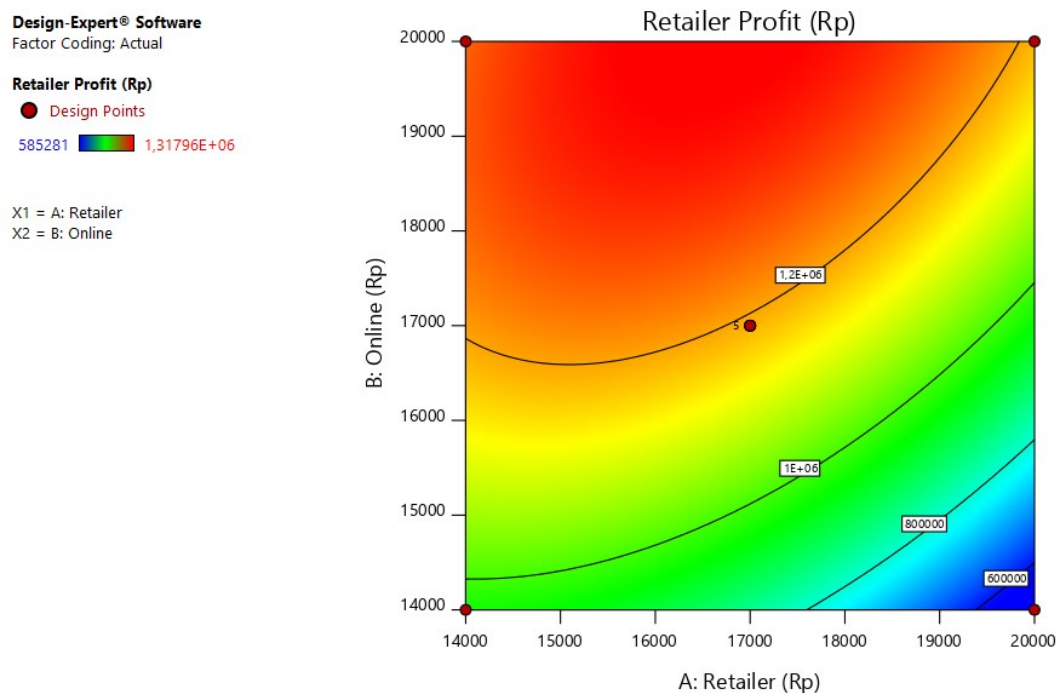
Gambar 4.9 Model Tiga Dimensi y_{ro}

4.2 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Perkiraan Profitabilitas

Dari respon kombinasi sensitivitas setiap jalur dari nilai β_o dan β_r serta lintas jalur pada γ_{or} dan γ_{ro} , akan diperoleh permintaan perkiraan untuk setiap jalurnya. Dari permintaan setiap jalur dapat diperkirakan juga nilai keuntungan setiap jalur. Pada jalur *retailer*, model persamaan regresi pendapatan adalah sebagai berikut ini:

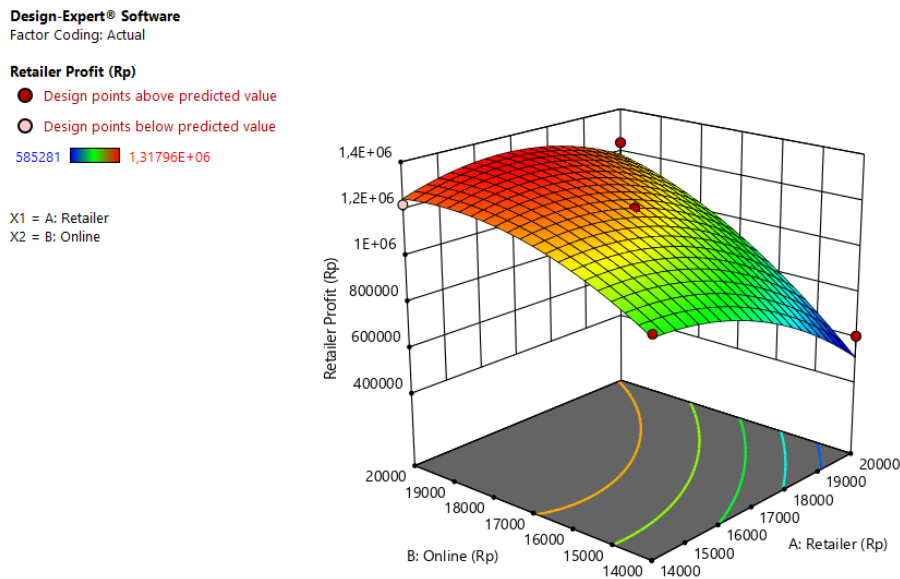
$$Profit_{(off)} = -3,12 \cdot 10^{-6} + 191,765 Pr_r + 278,115 Pr_o + 0,011 Pr_r Pr_o - 0,012 Pr_r^2 - 0,011 Pr_o^2 \quad (4.9)$$

Pada fungsi persamaan regresi keuntungan di jalur *retailer* menunjukkan bahwa kedua kombinasi harga sama-sama dapat memberi untung pada jalur ini. Hal ini terjadi pada jalur *online* ada kemungkinannya perpindahan permintaan yang menyebabkan permintaan naik di jalur ini. sedangkan faktor kehilangan permintaan akibat penetapan harga *retailer* memiliki efek yang tidak begitu besar pada keuntungan jalur *retailer*.



Gambar 4.10 Model Kontur Keuntungan Jalur *Retailer*

Hasil dari regresi yang ditunjukkan pada model kontur menunjukkan bahwa, apabila penetapan harga *online* ditetapkan paling mahal, maka banyak permintaan akan berpindah ke jalur *online* sehingga jalur *retailer* harus menetapkan harga yang paling murah untuk mempertahankan permintaan pada jalur tersebut. Berikut adalah model tiga dimensi dari persamaan regresi.

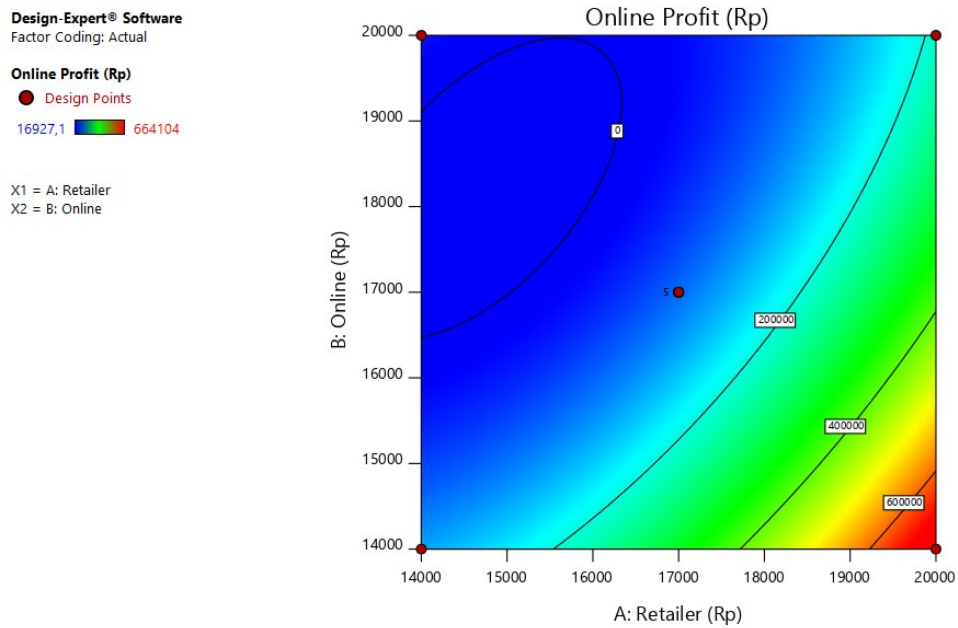


Gambar 4.11 Model Tiga Dimensi Keuntungan Jalur *Retailer*

Pada keuntungan di jalur *online* di skenario kooperatif menghasilkan pola regresi yang berbeda. Berikut adalah persamaan dari regresi keuntungan pada jalur *online*:

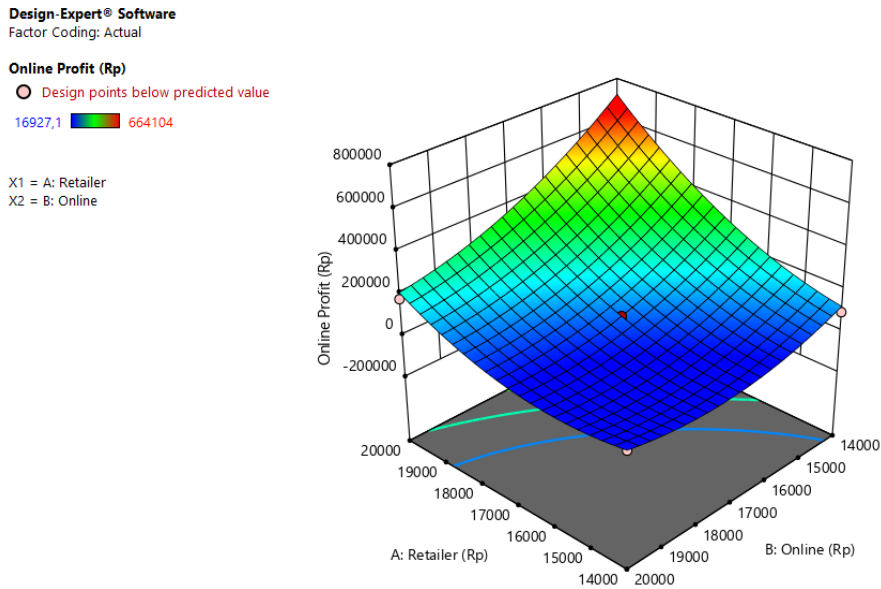
$$\begin{aligned}
 Profit_{(on)} = & 2,456 \cdot 10^6 - 113,749 Pr_r - 180,19 Pr_o - 0,012 Pr_r Pr_o + \\
 & 0,011 Pr_r^2 + 0,01 Pr_o^2
 \end{aligned}
 \tag{4.10}$$

Hasil regresi pada jalur ini justru cenderung memiliki keuntungan yang berkurang jika ada penambahan harga pada setiap jalur. Di jalur *online* sendiri cukup besar faktor kehilangan permintaannya akibat penetapan harga di jalur tersebut. Sedang penetapan jalur harga *retailer* memiliki faktor lintas harga yang cukup besar. Berikut model kontur untuk memperjelas model regresi.



Gambar 4.12 Model Kontur keuntungan Jalur *Online*

Dari model kontur yang ada, dapat dijelaskan bahwa penetapan harga *retailer* yang tinggi akan membuat terjadinya perpindahan jalur sehingga menambah permintaan pada jalur *online*, maka dari itu harga pada jalur *online* dibuat semurah mungkin untuk mempertahankan permintaannya.



Gambar 4.13 Model Tiga Dimensi Keuntungan Jalur *Online*

4.3 Pengaruh Kombinasi Harga terhadap Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca

Sama halnya dengan respon keuntungan, respon emisi gas rumah kaca (GRK) dapat diperoleh dari perkiraan permintaan yang diperoleh pada setiap jalurnya. Tentunya yang diketahui, permintaan setiap jalurnya dipengaruhi dari nilai β_o , β_r , γ_{or} , dan γ_{ro} . Untuk penjelasan emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan pada jalur *retailer* dalam bentuk regresi adalah berikut ini:

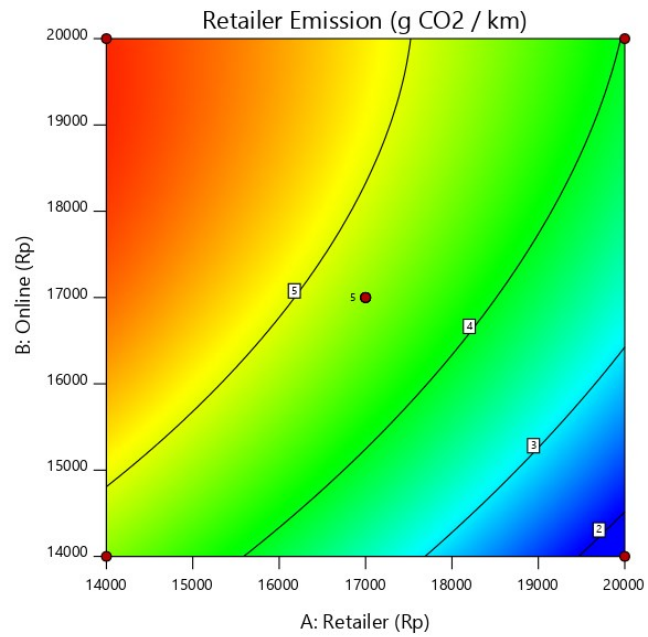
$$Emisi_{(off)} = -5,481 - 1,041 \cdot 10^{-4} Pr_r + 0,001 Pr_o + 2,646 \cdot 10^{-8} Pr_r Pr_o - 2,232 \cdot 10^{-8} Pr_r^2 - 4,564 \cdot 10^{-8} Pr_o^2 \quad (4.13)$$

Hasil regresi yang ditunjukkan memberi tahu bahwa penetapan harga *retailer* semakin besar dapat memindahkan permintaan sehingga emisi pada jalur *retailer* berkurang. Tetapi hal ini berbeda untuk penetapan harga *onlinenya*.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Retailer Emission (g CO₂ / km)
● Design Points
2,03851 6,13557

X1 = A: Retailer
X2 = B: Online



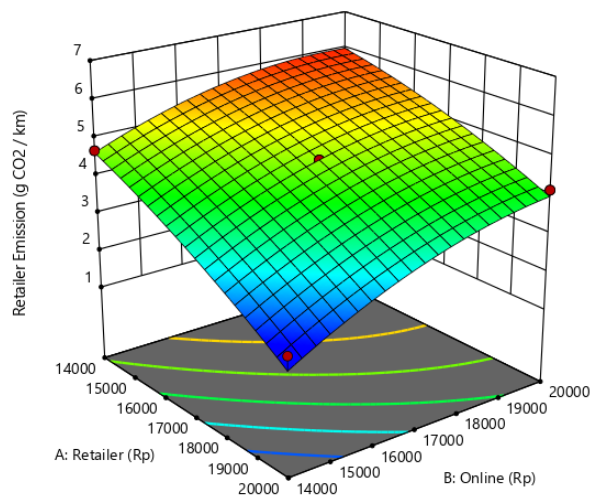
Gambar 4.14 Model Kontur Emisi pada Jalur *Retailer*

Penetapan harga *retailer* yang kecil dan harga *online* yang besar akan meninggikan permintaan pada jalur *retailer*. Meskipun menghasilkan keuntungan yang besar, namun efeknya emisi GRK yang dihasilkan juga besar. Konversi menjadi model tiga dimensinya adalah sebagai berikut :

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Retailer Emission (g CO₂ / km)
● Design points above predicted value
○ Design points below predicted value
2,03851 6,13557

X1 = A: Retailer
X2 = B: Online

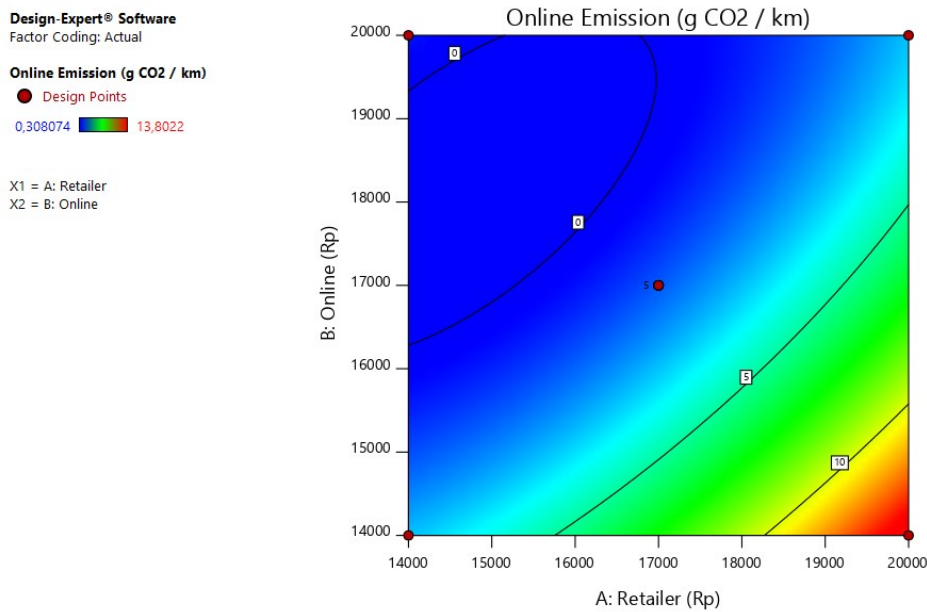


Gambar 4.15 Model Tiga Dimensi Emisi pada Jalur *Retailer*

Pad jalur yang berbeda di skenario yang sama, emisi GRK yang dihasilkan tidak sama dengan jalur *retailer*. Jalur *online* memiliki emisi yang cukup unik. Berikut adalah hasil regresi dari emisi jalur *online*:

$$Emisi_{(online)} = 46,623 - 0,001 Pr_r - 0,005 Pr_o - 2,668 \cdot 10^{-7} Pr_r Pr_o + 1,849 \cdot 10^{-7} Pr_r^2 + 2,381 \cdot 10^{-7} Pr_o^2 \quad (4.14)$$

Hasil regresi yang digambarkan menginterpretasikan bahwa kedua harga dari jalur masing-masing dapat menurunkan emisi GRK pada jalur *online* karena halnya perpindahan jalur dan kehilangan permintaan. Model konturnya terdapat dibawah ini.




Gambar 4.16 Model Kontur Emisi pada Jalur *Online*

Dari model kontur yang dibentuk ditunjukkan bahwa penetapan harga *retailer* paling mahal pun dapat menambah permintaan di jalur *online* yang berakibat penambahan emisi transportasi untuk memenuhi permintaan. Hal ini juga memberi efek yang sama pada penetapan harga di jalur *online* yang termurah.

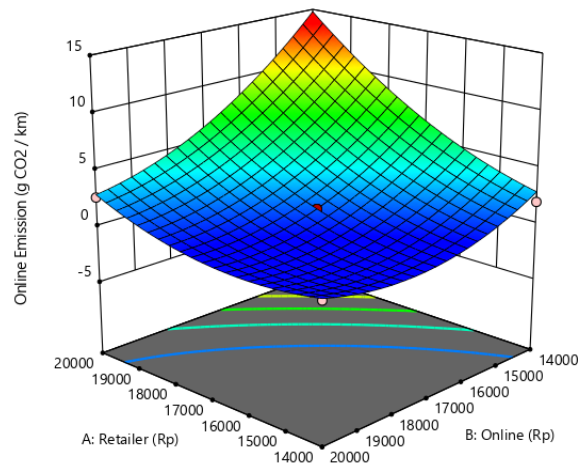
Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Online Emission (g CO₂ / km)

○ Design points below predicted value

0,308074  13,8022

X1 = A: Retailer
X2 = B: Online



Gambar 4.17 Model Tiga Dimensi Emisi pada Jalur *Online*

4.4 Model Pemrograman Nonlinear untuk Optimasi Respon

Salah satu keunikan tipe analisis data metodologi respon permukaan (RSM) dibanding dengan alat analisis statistika lain adalah penetapan optimasi dari model regresi yang diperoleh. Model regresi dibuat menjadi ordo kedua dalam bentuk polinomial bertujuan untuk membentuk sebuah nilai global optimum. Alat optimasi yang dipakai dalam RSM biasanya menggunakan pendekatan matriks kalkulus, yaitu kanonikal analisis. Tetapi dalam penelitian ini metode optimasi yang digunakan adalah pendekatan pemrograman nonlinear menggunakan bantuan peranti lunak. Karena menurut Yeniay (2014), karena bentuk regresi dari RSM adalah nonlinear, maka aplikasi menggunakan pemrograman nonlinear juga dapat dilakukan. Apalagi jika terdapat fungsi fungsi lain yang mendukung model mulai dari fungsi pembatas sampai fungsi tujuan. Penjabaran model pada skenario kooperatif dan nonkooperatif adalah berikut ini.

Sebagai fungsi tujuannya adalah maksimasi keuntungan untuk penjumlahan regresi keuntungan jalur *retailer* ditambah jalur *online*. Sedangkan sebagai variabel pembatas adalah regresi dari emisi gas rumah kaca setiap jalur. Hasil optimasi yang dilakukan akan menghasilkan nilai β_o , β_r , γ_{or} , dan γ_{ro} . Berikut adalah model matematika dari hasil respon pada skenario kooperatif.

$$\text{Maksimasi keuntungan} = \text{Profit}_{(off)} + \text{profit}_{(on)} \quad (4.17)$$

S.T

$$\text{Emisi}_{(off)} + \text{Emisi}_{(on)} \leq \text{Batas emisi gas rumah kaca} \quad (4.18)$$

$$\text{Pr}_r, \text{Pr}_o, \text{Profit}_{(off)}, \text{Profit}_{(on)}, \text{Emisi}_{(off)}, \text{Emisi}_{(on)} \geq 0 \quad (4.19)$$

Proses optimasi pada skenario nonkooperatif, pencarian nilai tujuannya tidak dilakukan secara bersamaan, melainkan mencari harga tertinggi pada pihak *follower* yaitu fasilitas *online* untuk menentukan harga kemudian baru disusul oleh pihak *leader (retailer)*. Optimasi dilakukan pada skenario kooperatif untuk memperlihatkan apabila perusahaan bekerja sama dengan pihak *retailer* dalam memaksimalkan keuntungan maka kondisi apa yang akan terjadi. Sedangkan skenario nonkooperatif memperlihatkan kondisi apabila kedua pemain tidak bekerja sama. Aplikasi kehidupan nyata dari kedua skenario dapat menjadi bahan pertimbangan pada perusahaan untuk mencapai keuntungan yang besar, maka pihak mana saja yang dapat atau dihindari dalam bekerja sama.

BAB 5

PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan proses pengumpulan dan pengolahan data eksperimen yang diperoleh dan dikonversi menjadi regresi polinomial, kemudian dilanjutkan pada proses optimasi. Kelompok koresponden berasal dari kelompok masyarakat dengan umur 17 – 20 tahun. Profesi rata-ratanya adalah mahasiswa. Koresponden bertempat tinggal disekitar kampus ITS Sukolilo, Surabaya. Hasil optimasi dan analisis sensitivitasnya dilakukan dengan skenario yang berbeda-beda.

5.1 Pembentukan Regresi Polinomial

Model regresi yang dibentuk dari hasil eksperimen berikut :

Tabel 5.1. Desain Eksperimen dan Variabel Respon Eksperimen DCSC

Variabel terkode		Variabel Respon									
		Sensitivitas Jalur		Lintas Jalur		Keuntungan		Emisi GRK			
Harga Retailer	Harga Online	β_r	β_o	γ_{or}	γ_{ro}	Retailer	Online	Retailer	Online		
-1	-1	0,0018	0,0006	0,0004	0,0004	Rp 978.959	Rp 93.730	4,68	1,99		
1	-1	0,0030	0,0003	0,0001	0,0030	Rp 608.672	Rp664.104	2,04	13,80		
-1	1	0,0007	0,0005	0,0006	0,0000	Rp1.222.123	Rp 28.506	5,84	0,43		
1	1	0,0017	0,0004	0,0003	0,0004	Rp1.242.552	Rp179.909	4,15	2,64		
-1,414	0	0,0005	0,0006	0,0007	0,0000	Rp1.169.870	Rp 16.927	6,14	0,31		
1,414	0	0,0028	0,0003	0,0001	0,0019	Rp 695.359	Rp612.267	2,19	10,47		
0	-1,414	0,0033	0,0003	0,0001	0,0028	Rp 585.281	Rp520.301	2,31	11,90		
0	1,414	0,0012	0,0004	0,0005	0,0001	Rp1.317.965	Rp 57.118	5,18	0,80		
0	0	0,0015	0,0005	0,0004	0,0002	Rp1.189.815	Rp 85.095	4,68	1,49		

5.2 Analisis Hasil Regresi Polinomial yang Dibentuk

Setelah variabel respon diperoleh, pembentukan regresi polinomial dilakukan untuk menangkap pola ketidakpastian dari kombinasi harga antar jalur. Hasil regresi yang diperoleh ditunjukkan pada Bab 4. Sedang pengujian hasil regresi menggunakan uji beda nyata dengan *analysis of variance* (ANOVA) dan uji R-kuadrat.

Tabel 5.2 Analisis Uji Beda Nyata dan R-Kuadrat dari Regresi

Pola Regresi	<i>P-Value</i> *	R-kuadrat	<i>Adj R-Squared</i>
β_r	<0,001	0,974	0,956
β_o	<0,001	0,974	0,955
γ_{or}	<0,001	0,98	0,965
γ_{ro}	<0,001	0,982	0,969
Profit _(Off)	<0,001	0,967	0,943
Profit _(On)	<0,001	0,984	0,973
Emisi _(Off)	<0,001	0,9822	0,97
Emisi _(On)	<0,001	0,986	0,976

*Tingkat Kepercayaan 95%

Hasil regresi yang diperoleh dari semua kalkulasi diperoleh bahwa hasilnya adalah berbeda nyata sehingga model regresi yang dimiliki sesuai dengan data yang diwakilkan. Sedangkan hasil uji determinasi berupa R-kuadrat yang menjadi acuan dari penelitian Mukaka (2012) yang mengatakan bahwa jika uji korelasi (*R*) memiliki nilai yang melebihi 0,8, maka sudah memiliki korelasi yang kuat terhadap data. Sedang korelasi kuadrat adalah uji R-kuadrat yang berarti harus melebihi 0,7. Model regresi yang dihasilkan bahkan banyak yang mencapai angka satu (1).

5.3 Optimasi Respon

Optimasi dilakukan dengan pendekatan dua fungsi pembatas, yaitu tanpa ada pembatas dan adanya pembatasan emisi GRK. Untuk hasil dari optimasi tanpa menggunakan pembatasan emisi GRK adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Hasil Keputusan dari Model tanpa Pembatasan Lingkungan

Keterangan	Notasi	Skenario Kooperatif	Skenario Nonkooperatif
Variabel Keputusan	Harga <i>Retailer</i>	Rp 23.767,95	Rp 17.804,41
	Harga <i>Online</i>	Rp 24.479,66	Rp 19.054,92
Variabel Respon	β_r	0,003202	0,001352
	β_o	0,000134	0,000478
	γ_{or}	0,000128	0,000364
	γ_{ro}	0,001293	0
	Profit _(Off)	Rp 853.326	Rp 1.281.832
	Profit _(On)	Rp 608.560	Rp 63.023
	Profit Gabungan	Rp 1.461.886	Rp 1.344.855
	Emisi _(Off)	1,93	4,81
	Emisi _(On)	8,92	0,69
	Emisi Gabungan	10,84	5,50

Hasil optimasi yang dilakukan menunjukkan angka yang bervariasi. Pada skenario kooperatif keuntungan yang diperoleh lebih besar daripada skenario nonkooperatif. Tanpa dilakukan pembatasan emisi gas rumah kaca, penetapan harga pada skenario kooperatif menghasilkan jumlah kehilangan permintaan yang cukup besar pada setiap jalurnya. Namun, perpindahan setiap jalurnya tidak begitu besar karena penetapan harga setiap jalur yang perbedaannya hanya sedikit. Namun dari segi keuntungan, meski lebih besar keuntungan *retailer*, kedua jalur menghasilkan angka yang cukup besar. Tetapi hasil emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk memenuhi permintaan tersebut juga cukup besar. Skenario nonkooperatif menunjukkan perbedaan yang cukup besar pada proses penetapan harga setiap jalur. Hal ini dikarenakan dengan fungsi maksimasi setiap jalur secara bertahap akan membuat perubahan permintaan pada jalur *online* menuju *retailer* sebagai *leader*. Akibatnya keuntungan *retailer* lebih banyak dibanding fasilitas *online*. Emisi yang dihasilkan *retailer* juga cukup besar kalau diamati.

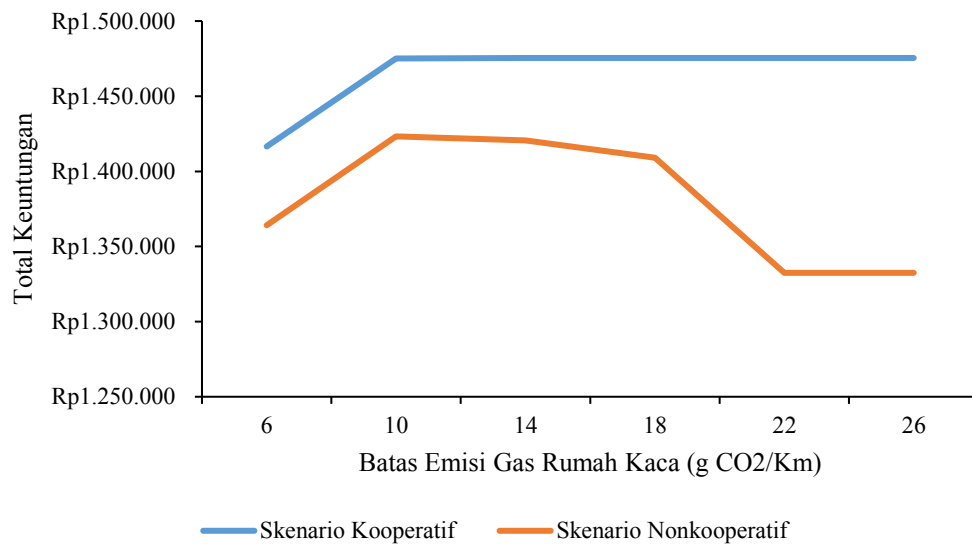
Tabel 5.4 Hasil Keputusan dari Model dengan Pembatasan Lingkungan

Keterangan	Notasi	Skenario Kooperatif	Skenario Nonkooperatif
Variabel Keputusan	Harga <i>Retailer</i>	Rp 18.837,82	Rp 15.594,48
	Harga <i>Online</i>	Rp 21.281,55	Rp 20.356,26
Variabel Respon	β_r	0,001570	0,000865
	β_o	0,000393	0,000458
	γ_{or}	0,000335	0,000507
	γ_{ro}	0,000146	0,000000
	Profit _(Off)	Rp 1.290.308	Rp 1.314.776
	Profit _(On)	Rp 112.575	Rp 10.489
	Profit Gabungan	Rp 1.402.883	Rp 1.325.265
	Emisi _(Off)	4,52	5,60
	Emisi _(On)	1,48	0,16
	Emisi Gabungan	6,00	5,75

Hasil optimasi dengan adanya pembatasan emisi gas rumah kaca menghasilkan hasil yang berbeda. Pembatasan emisi GRK ditentukan pada titik terkecil, yaitu 6 g CO₂/Km. Dengan pembatasan emisi GRK, proses pencarian solusi pada skenario kooperatif menunjukkan harga *retailer* yang direndahkan untuk memperoleh permintaan yang banyak meski dengan emisi gas rumah kaca keseluruhan sistem yang cocok dengan fungsi pembatas. Alhasil jalur *online* dikorbankan sehingga keuntungannya cukup sedikit. Namun perbedaan dengan fungsi pembatas ini adalah jumlah perpindahan permintaan yang lintas jalur cukup tinggi akibat perbedaan harga yang signifikan. Sedangkan pada skenario nonkooperatif, meski dengan pembatasan emisi pada sistem, pihak *retailer* tetap dapat keuntungan yang tinggi dengan mengorbankan jalur *followernya* yang dapat dilihat pada sensitivitas lintas jalur dari *retailer* ke *online* yang menunjukkan angka yang cukup kecil.

5.4 Analisis Sensitivitas

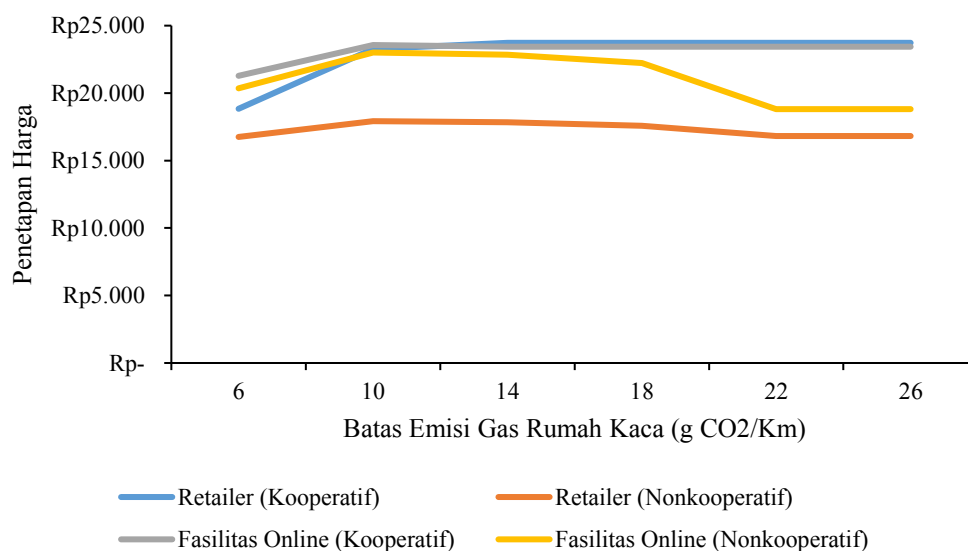
Setelah hasil optimasi dilakukan, analisis dilanjutkan pada analisis sensitivitas untuk menguji perubahan keputusan dari model akibat adanya perubahan. Perubahan model yang dilihat adalah keputusan penetapan harga setiap jalur yang menyebabkan skenario kooperatif lebih unggul dibanding skenario non kooperatif. Analisis sensitivitas yang dilakukan adalah jika pembatasan lingkungan dilakukan perubahan maka yang dilihat adalah perubahan keuntungan, harga, dan sensitivitas harga setiap jalur.



Gambar 5.1 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Total Keuntungan

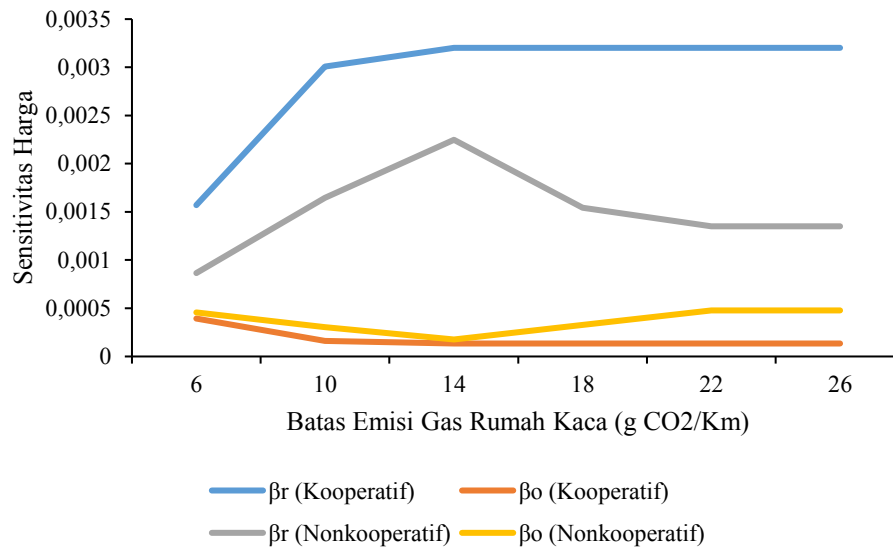
Hasil grafik analisis sensitivitas dari perubahan pembatasan emisi GRK menghasilkan total keuntungan yang berbeda-beda, namun hasilnya sama pada saat penetapan batas emisi GRK sebesar 22 g CO₂/Km. Jika dilihat dari grafik, skenario kooperatif cenderung mengalami kenaikan dari setiap pengurangan pembatasan. Hal ini terjadi karena dengan dilakukan pembatasan, maka penetapan harga yang dilakukan oleh setiap jalur adalah menaikannya. Dari model yang ada, menaikkan harga justru tidak mengurangi permintaan dari setiap jalur. Hal ini dikarenakan adanya faktor perpindahan antar jalur yang membuat perubahan angka pada permintaan tidak terlalu signifikan jika diperhatikan.

Namun pada skenario nonkooperatif, keuntungan yang diperoleh justru menurun akibat adanya pembatasan emisi GRK. Hal ini terjadi karena penetapan harga secara nonkooperatif oleh pihak *leader* akan dilakukan semurah mungkin untuk menambah keuntungan sebesar-besarnya. Namun dampak ini justru membuat rugi pihak *follower* karena harus kehilangan permintaan. Untuk memperjelas pernyataan ini, maka grafik dibawah menjelaskan perubahan harga.



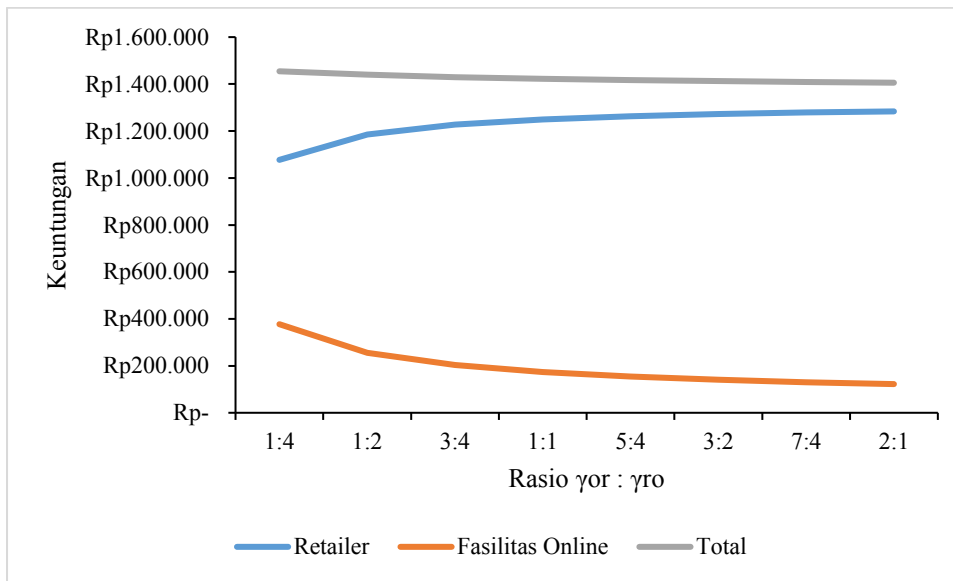
Gambar 5.2 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Harga setiap jalur

Perubahan antar jalur lebih terlihat sama pada skenario kooperatif. Pada skenario ini, setiap jalur berkoalisi untuk mencapai keuntungan yang tinggi. Jika diperhatikan, penetapan harga pada batas emisi GRK terendah lebih tinggi harga *online*, namun seiring dengan pengurangan pembatasan emisi, maka harga kedua jalur akan menyesuaikan dan lebih tinggi jalur *retailer* meski perbedaannya tidak terlalu tinggi. Pada skenario nonkooperatif justru menghasilkan informasi yang fluktuatif pada penetapan harga *online*. Hal ini terjadi karena pihak *retailer* dari pernyataan sebelumnya akan memasang harga serendah rendahnya sebagai *leader* akibat penetapan harga dari pihak *follower*. Kesempatan ini dimanfaatkan oleh pihak *leader* untuk mendapatkan permintaan sebanyak-banyaknya dari jalur lawannya yaitu jalur fasilitas *online*.



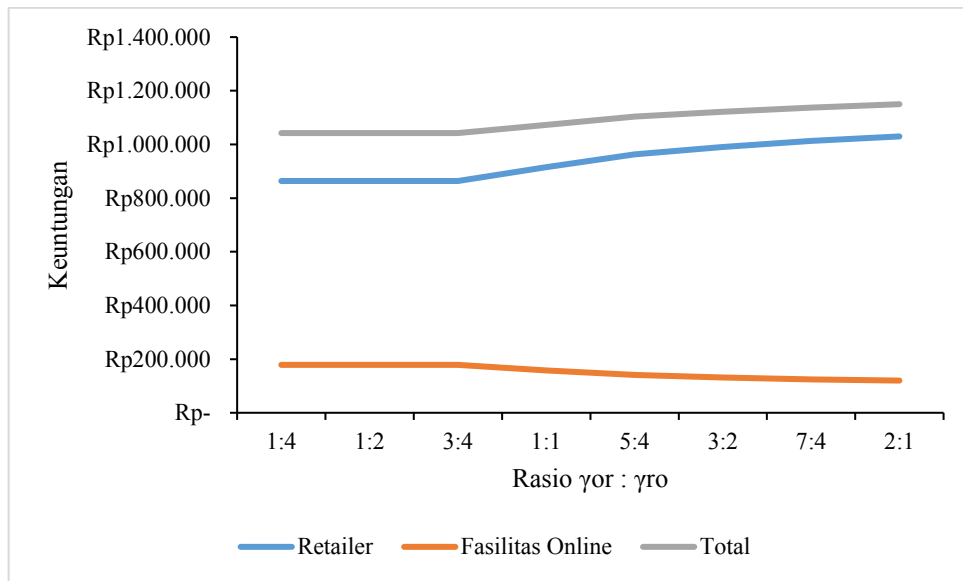
Gambar 5.3 Grafik Analisis Sensitivitas Batas Emisi GRK terhadap Harga setiap jalur

Perubahan batas emis GRK tidak hanya memberi efek terhadap penetapan harga dan total keuntungan yang diperoleh setiap jalur. Hal ini juga berimbas pada sensitivitas harga pada setiap jalur. Pada skenario kooperatif, pengurangan emisi GRK menyebabkan sensitivitas harga pada jalur *retailer* semakin tinggi. Hal ini terjadi karena dengan penetapan harga pada *retailer* yang semakin tinggi akibat pengurangan emisi, maka akan mengurangi permintaan pada jalur tersebut, sehingga permintaannya berkurang. Pada sensitivitas di jalur *online*, hasilnya justru semakin berkurang akibat adanya pembatasan emisi GRK. Hal ini dikarenakan harga *online* yang semakin menyamai kedudukannya dengan *retailer* membuat banyak konsumen lebih memilih jalur ini dibanding *retailer*. Untuk skenario nonkooperatif, sensitivitas harga di jalur *retailer* memiliki hasil yang cukup sama pada skenario kooperatif. Namun skenario nonkooperatif pada sensitivitas harga di jalur *online* semakin naik akibat banyak permintaan yang lebih memilih jalur *retailer* yang sebagai *leader* menetapkan harganya setelah pihak fasilitas *online* menetapkan harga. Karena dalam skenario *Stackelberg*, pihak pemimpin mengantisipasi semua perilaku dari *follower* yang terbentuk agar mendapat keuntungan yang besar.



Gambar 5.4 Grafik Analisis Sensitivitas Rasio Sensitivitas Lintas Jalur terhadap Keuntungan Setiap Jalur pada Skenario Kooperatif

Hasil sensitivitas yang dilakukan apabila nilai lintas harga diperkirakan memiliki rasio yang ditetapkan pada skenario kooperatif menghasilkan data yang beragam. Jika lintas jalur dari *retailer* ke *online* semakin besar, maka fasilitas *online* akan menerima keuntungan yang semakin kecil, meski indikasi permintaan berpindah ke jalur *online*. sedang pada kondisi lintas jalur sebaliknya menghasilkan hasil yang berbanding terbalik juga. Hal ini terjadi pada skenario ini, saat terjadi perpindahan yang bersifat banyak, maka kedua jalur akan berkoalisi untuk menyesuaikan harga dimana setiap jalur tidak mengalami kehilangan permintaan yang cukup besar. Hal ini diindikasikan dari proses pencarian fungsi tujuan secara bersama. Karena yang terpenting dari hal ini bukanlah tingginya keuntungan pada setiap jalur, melainkan total keuntungan kedua jalur hasil koalisi menghasilkan keuntungan yang besar.



Gambar 5.5 Grafik Analisis Sensitivitas Rasio Sensitivitas Lintas Jalur terhadap Sensitivitas Harga Setiap Jalur pada Skenario Nonkooperatif

Pada Skenario nonkooperatif, nilai lintas jalur dari *retailer* menuju *online* yang semakin besar akan menambah keuntungan fasilitas *online* dan menurunkan keuntungan *retailer*. Sedang jika lintas jalur dari *online* ke *retailer* yang semakin besar, akan memperbesar keuntungan *retailer* dan mengurangi keuntungan fasilitas *online*. Hal ini terjadi karena pada pada skenario ini tidak terjadi kerjasama antar jalur untuk mencapai keuntungan yang tertinggi. Setiap jalur mencari nilai paking tinggi untuk mencari keuntungan. Akibatnya total keuntungan yang dimiliki kedua jalur tidak setinggi skenario kooperatif. Apalagi dengan adanya kepemimpinan *stackelberg*, maka pihak pemimpin memiliki keuntungan yang lebih besar daripada pihak pengikutnya. Sebagai pemimpin, *retailer* melakukan penetapan harga setelah fasilitas *online* sebagai pengikut menetapkan harga. Harga yang ditetapkan oleh pihak pemimpin tentunya lebih kecil dibanding pengikut menyebabkan kehilangan permintaan yang cukup besar pada pihak pengikut. Dari yang hilang tersebut, beberapa permintaan diarahkan oleh pihak pemimpin agar dapat berpindah ke jalur dari pihak pemimpin.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian penetapan harga pada DCSC dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dapat mengestimasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan karena emisi yang dihasilkan diperoleh dari perkiraan permintaan yang akan dipenuhi. Sedangkan penetapan harga pada DCSC dengan pertimbangan ketidakpastian dapat menggunakan metodologi respon permukaan sebagai pendekatan eksperimen berbasis laboratorium. Ketidakpastian yang diukur pada DCSC adalah sensitivitas harga pada jalur tersebut dan pada lintas jalurnya. Dari informasi yang dihasilkan bahwa penetapan kombinasi harga yang berbeda-beda pada jalur *retailer* dan jalur *online* akan menghasilkan pola preferensi konsumen yang berbeda-beda pada sensitivitas setiap jalur dan lintas jalur. Penetapan harga setiap jalur yang semakin kecil akan mengurangi nilai sensitivitas setiap jalur. Namun pola preferensi konsumen lebih mendominasi pembelian melalui *retailer*.

Dari sensitivitas setiap jalur dan lintas jalur, dapat diperkirakan keuntungan dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Penetapan harga yang semakin kecil setiap jalurnya akan memperbesar keuntungan dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, namun mengurangi keuntungan dan emisi gas rumah kaca pada jalur lainnya, jika harga antar *channel* berbanding terbalik. Proses optimasi dilakukan dengan menggunakan skenario kooperatif dan nonkooperatif. Tanpa dibatasi emisi GRKnya, keuntungan dan emisi gas rumah kaca yang diperoleh skenario kooperatif lebih besar dibanding skenario nonkooperatif. Tetapi jika dibatasi, keuntungan skenario kooperatif menurun dan skenario nonkooperatif mengalami peningkatan, meskipun keuntungan skenario kooperatif masih lebih besar dibanding skenario nonkooperatif. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan kedua skenario juga berkurang.

Percobaan analisis sensitivitas menunjukkan pola koalisi pada kedua skenario. Pembatasan emisi gas rumah kaca membuat skenario kooperatif berkerjasama untuk mencari keuntungan sistem keseluruhan tertinggi meskipun ada jalur yang memiliki keuntungan rendah. Pola harga yang dihasilkan juga cenderung sama antar jalur. Berbeda pada skenario nonkooperatif dimana tidak ada koalisi yang terjadi. Keuntungan yang terjadi pada jalur *retailer* sebagai *leader* memiliki keuntungan yang tertinggi dari jalur *online* sebagai *follower*. Namun keuntungan sistem keseluruhan tidak banyak. Hal ini juga berlaku pada sensitivitas perkiraan lintas jalur yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan tentunya memiliki kelemahan tersendiri, karena penelitian masih mengarah pada masalah probabilistik. Hal ini berarti, model yang diajukan belum bisa mengatasi masalah stokastik. Maka dari itu perlu adanya campuran metode analisis lain untuk memodelkan *Dual Channel Supply Chain* pada pertimbangan ketidakpastian untuk memprakirakan masalah yang bersifat stokastik atau berubah karena adanya alur waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, (2017), Infografis penetrasi & perilaku pengguna internet indonesia (*Laporan*), Jakarta, APJII.
- Basha, H., (2015), "Green promotion: a study on its impact towards the business and environmental protection", *International Journal of Accounting & Bussiness Management*, Vol. 3, No. 1, hal. 222-227, doi: 10.24924/ijabm/2015.04/v3.iss1/222.227.
- Duarte, P., Raposo, M., (2013), "Drivers of snack foods impulse buying behaviour among young consumers", *British Food Journal*, Vol. 115, No. 9, hal. 1233-1254, doi: 10.1108/BFJ-10-2011-0272.
- Grant, S., Quiggin, J., (1994), "Nash equilibrium with mark-up-pricing oligopolist", *Economics Letters*, Vol. 45, No. 1994, hal. 245-251, doi: 10.1016/0165-1765(94)90143-0
- Goldsmith, R. E., Flynn, L. R., Kim, D., (2010), "Status consumption and price sensitivity", *Journal of Marketing Theory and Practice*, Vol. 18, No. 4, hal. 323-338, doi: 10.2307/25764772.
- He, Z., Han, G., Cheng, T, C, E., Fan, B., Dong, J, (2018), " Evolutionary food quality and location strategies for restaurants incompetitive online-to-offline food ordering and delivery markets: an agent-based approach", *International Journal of Production Economics*, Vol. xx, No. 2018, hal.1-12, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.05.008.
- Heydari, J., Govindan, Aslani, A., (2018), "Pricing and greening decisions in the-tier dual channel supply chain:.", *International Journal of Prodcution Economics*, Vol. 205, No. 2018, hal.1-37, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.11.012.
- Ji, J., Zhang, Z., Yang, L., (2017), "Carbon emission reduction decisions in the retail-/dual-channel supply chain with cunsomers' preference", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 141, No. 2017, hal. 852-867, doi : 10.1016/j.jclepro.2016.09.135.

- Kramer, A., (2016), "Using experimental survey designs to support pricing decisions", *Business and Management Horizons*, Vol 4, No. 1, hal. 22-38, doi : 10.5296/bmh.v4i1.9355.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2017), *Laporan Inventarisasi GRK dan Monitoring, Pelaporan dan Verifikasi 2017*, Jakarta, KLHK RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2010), *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah*, Jakarta, KLHK RI.
- Khuri, A. I., (2017), "Response surface methodology and its applications in agricultural and food sciences", *Biometrics Biostat International Journal*, Vol. 5, No.5, hal. 1-11, doi: 10.15406/bbij.2017.05.00141.
- Li, B., Zhu, M., Jiang, Y., Li Z., (2016), "Pricing policies of competitive dual-channel green supply chain", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112, Hal. 2016, hal. 2029-2042, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.017.
- Mahar, S., Bretthauer, K., M., Venkataramanan, M., A.M (2009), "The value of virtual pooling in dual sales channel supply chains", *European Journal of Operational Reseach*, Vol. 192, hal. 561-575, doi: 10.1016/j.ejor.2007.09.034.
- Modak, N. M., Ghosh, D., K., Panda, S., Sana, S., S., "Managing green house gas emission cost and pricing policies in a two echelon supply chain", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 20, No.2018, hal. 1-11. doi: 10.1016/j.cirpj.2017.08.001.
- Mukaka, M. M., (2012), " Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research", *Malawi Medical Journal*, Vol. 24. No. 3, hal. 69-71.
- Myers, R. H., Montgomery, D., C., Cook, D., M., A., (2009), *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Third Edition*, New Jersey, John Wiley & Sons.
- Nuha, H., Widodo, E., (2016), "Inventory model in dual channel supply chain considering drop shipping", *Proceedings of the International Conference of Logistic and Supply Chain Managemen System*, Bandung, doi: 10.13140/RG.2.1.3423.0005

- Oramahi, H. A., (2016), *Optimasi Dengan RSM dan Rancangan Percobaan (Aplikasi dengan SPSS dan SAS)*, Yogyakarta, Gava Media.
- Rouvrais, S., LeBris, S. G., Stewart, M., (2018), "Engineering students ready for a vuca world? a design based research on decisionship". *Proceedings of the 14th International CDIO Conference*, Jepang, Hal: 872—881.
- Santosa, B., Ai, T. J., (2017), *Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab*, ITS Tekno Sains, Surabaya.
- Simangunsong, E., Hendry, L. C., Stevenson, M., (2012), "Supply-chain uncertainty: a review and theoretical foundation of future research", *International Journal of Production Research*, Vol. 50, No. 16, hal. 4493-4523, doi: 10.1080/00207543.2011.613864.
- Toni, D. D., Milan, G. S., Saciloto, E. B., Larentis, F., (2017), "Pricing strategies and level and their impact on corporate profitability", *Revista de Administracao*, Vol. 52, No. 2017, hal. 120-133, doi: 10.1016/j.rausp.2016.12.004
- Wang, N., Fan, Z., P., Zhao, X., (2017), "Coordination in competitive dual sales channels of the mobile phone industry", *International Transactions in Operational Research*, Vol. 0 No. 2017, hal. 1-29, doi: 10.1111/itor.12451.
- Widodo, E., (2014), "A study of lead time impact in dual-channel supply-chain financial performance: an indonesian case", *IENACO*, Vol. 2014, hal. 448-454.
- Widodo, E., (2014), "Penetapan harga berbasis penerimaan konsumen di dual-channel supply chain", *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 15, No. 1, hal. 448-454, doi: 10.22219/JTIUMM.Vol15.No1.1-8
- Widodo, E., (2015), "A model reflecting the impact of product substitution in dual-channel supply chain inventory policy", *Procedia Manufacturing*, Vol. 4, No. 2015, hal. 168-175, doi : 10.1016/j.promfg.2015.11.028.
- Widodo, E., (2017), "Joint decision of pricing and order quantity by considering product substitution in dual channel supply chain", *AIP Conference Proceedings*, Vol. 020005 No. 2017, hal. 1-8, doi : 10.1063/1.5010622.

- Wu, S., Mortveit, H. S., (2015), "A general framework for experimental design, uncertainty quantification and sensitivity analysis of computer simulation models", *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference (WSC)*, California, doi : 10.1109/WSC.2015.7408240.
- Yeniay, O., (2014), " Comparative study of algorithms for response surface optimization", *Mathematical and Computational Applications*,, Vol. 19, No. 1, hal.93-104, doi: 10.3390/mca19010093.
- Zhou, C., (2016), "Pricing model for dual sales channel with promotion effect consideration", *Hindawi*, Vol. 2016, hal. 1-20, doi: 10.1155/2016/1804031.

LAMPIRAN

6.1 Lampiran 1. Informasi Model secara Umum

Versi Software	11.1.0.1		
Type Studi	Response Surface	Subtype	Randomized
Type Desain	Central Composite	Runs	13
Model Desain	Quadratic	Blocks	No Blocks
Build Time (ms)	161		

Analisis Faktor yang dipilih

Faktor	Nama	Unit	Tipe	Minimum	Maksimum	Kode Rendah	Kode Tinggi	Rata-rata	Std. Dev.
A	Retailer	Rp	Numerik	12757,36	21242,64	-1 ↔ 14000,00	+1 ↔ 20000,00	17000,00	2449,49
B	Online	Rp	Numerik	12757,36	21242,64	-1 ↔ 14000,00	+1 ↔ 20000,00	17000,00	2449,49

Analisis Respon yang dipilih

Respon	Nama	Unit	Observasi	Analisis	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std. Dev.	Rasio	Transformasi	Model
R1	β_r		13	Polinomial	0,000460092	0,0033376	0,0017	0,0008	7,25	Tidak	Kuadratik
R2	β_o		13	Polinomial	0,000295031	0,000574534	0,0005	0,0001	1,95	Tidak	Kuadratik
R3	γ_{or}		13	Polinomial	7,18E-05	0,000668282	0,0003	0,0002	9,3	Tidak	Kuadratik
R4	γ_{ro}		13	Polinomial	3,75E-05	0,00301377	0,0007	0,0011	80,3	Tidak	Kuadratik
R5	Retailer Profit	Rp	13	Polinomial	585281	1,32E+06	1,06E+06	2,57E+05	2,25	Tidak	Kuadratik
R6	Online Profit	Rp	13	Polinomial	16927,1	664104	2,00E+05	2,33E+05	39,23	Tidak	Kuadratik
R7	Retailer Emission	$\frac{g}{km}$ CO2	13	Polinomial	2,03851	6,13557	4,3	1,32	3,01	Tidak	Kuadratik
R8	Online Emission	$\frac{g}{km}$ CO2	13	Polinomial	0,308074	13,8022	3,83	4,78	44,8	Tidak	Kuadratik

6.2 Lampiran 2. Hasil Analisis Model Regresi β

Anova Model Kuadratik

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	8,423E-06	5	1,685E-06	53,12	< 0.0001	significant
A-Retailer	3,695E-06	1	3,695E-06	116,52	< 0.0001	
B-Online	3,892E-06	1	3,892E-06	122,73	< 0.0001	
AB	1,582E-08	1	1,582E-08	0,4988	0,5028	
A ²	4,862E-09	1	4,862E-09	0,1533	0,7070	
B ²	8,173E-07	1	8,173E-07	25,77	0,0014	
Residual	2,220E-07	7	3,171E-08			
Lack of Fit	2,220E-07	3	7,400E-08			
Pure Error	0,0000	4	0,0000			
Cor Total	8,645E-06	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0,0002	R²	0,9743
Mean	0,0017	Adjusted R²	0,9560
C.V. %	10,33	Predicted R²	0,8174
		Adeq Precision	22,7658

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0,0015	1	0,0001	0,0013	0,0017	
A-Retailer	0,0007	1	0,0001	0,0005	0,0008	1
B-Online	-0,0007	1	0,0001	-0,0008	-0,0005	1
AB	0,0001	1	0,0001	-0,0003	0,0001	1
A ²	0,0000	1	0,0001	-0,0001	0,0002	1,02
B ²	0,0003	1	0,0001	0,0002	0,0005	1,02

6.3 Lampiran 3. Hasil Analisis Model Regresi β

Anova Model Kuadrat

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	1,00223E-07	5	2,004E-08	51,72333931	2,23544E-05	significant
A-Retailer	5,92243E-08	1	5,922E-08	152,8234452	5,20679E-06	
B-Online	1,55131E-09	1	1,551E-09	4,003031997	0,085523686	
AB	1,14796E-08	1	1,148E-08	29,62213377	0,000963547	
A ²	5,90793E-09	1	5,908E-09	15,24491291	0,005864998	
B ²	2,47376E-08	1	2,474E-08	63,83320129	9,19117E-05	
Residual	2,71274E-09	7	3,875E-10			
Lack of Fit	2,71274E-09	3	9,042E-10			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	1,02936E-07	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0	R²	0,9736
Mean	0,0005	Adjusted R²	0,9548
C.V. %	4,31	Predicted R²	0,8126
		Adeq Precision	22,8585

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0,0005	1	8,8038E-06	0,000490691	0,000532327	
A-Retailer	-0,0001	1	6,96001E-06	-0,000102499	-6,95831E-05	1
B-Online	0	1	6,96001E-06	-2,53251E-06	3,03831E-05	1
AB	0,0001	1	9,84294E-06	3,02966E-05	7,68463E-05	1
A ²	-0,0000	1	7,46378E-06	-4,67912E-05	-1,14931E-05	1,02
B ²	-0,0001	1	7,46378E-06	-7,72814E-05	-4,19834E-05	1,02

6.4 Lampiran 4. Hasil Analisis Model Regresi γ or

Anova Model Kuadratik

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	3,77871E-07	5	7,557E-08	66,96434335	9,31082E-06	significant
A-Retailer	2,76577E-07	1	2,766E-07	245,0679643	1,05005E-06	
B-Online	8,80388E-08	1	8,804E-08	78,00887186	4,82017E-05	
AB	1,23366E-09	1	1,234E-09	1,093117509	0,330535789	
A ²	1,1325E-09	1	1,132E-09	1,003475316	0,349833732	
B ²	9,81457E-09	1	9,815E-09	8,696434248	0,021438165	
Residual	7,90002E-09	7	1,129E-09			
Lack of Fit	7,90002E-09	3	2,633E-09			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	3,85771E-07	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0,0000	R²	0,9795
Mean	0,0003	Adjusted R²	0,9649
C.V. %	9,86	Predicted R²	0,8544
		Adeq Precision	27,2392

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0,0004	1	0,0000	0,0003	0,0004	
A-Retailer	-0,0002	1	0,0000	-0,0002	-0,0002	1
B-Online	0,0001	1	0,0000	0,0001	0,0001	1
AB	0,0000	1	0,0000	-0,0000	0,0001	1
A ²	0,0000	1	0,0000	-0,0000	-0,0000	1,02
B ²	-0,0000	1	0,0000	-0,0001	-7,43E-06	1,02

6.5 Lampiran 5. Hasil Analisis Model Regresi γ ro

Anova Model Kuadrat

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	1,34922E-05	5	2,698E-06	76,38061902	5,94452E-06	significant
A-Retailer	3,8892E-06	1	3,889E-06	110,0854009	1,55731E-05	
B-Online	5,80929E-06	1	5,809E-06	164,4344068	4,06864E-06	
AB	1,3681E-06	1	1,368E-06	38,7247527	0,000435437	
A ²	6,2866E-07	1	6,287E-07	17,79449169	0,003944659	
B ²	2,052E-06	1	2,052E-06	58,08260342	0,000124076	
Residual	2,47302E-07	7	3,533E-08			
Lack of Fit	2,47302E-07	3	8,243E-08			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	1,37395E-05	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0,0002	R²	0,9820
Mean	0,0007	Adjusted R²	0,9691
C.V. %	25,17	Predicted R²	0,8720
		Adeq Precision	26,3347

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0,0002	1	0,0001	0,0000	0,0004	
A-Retailer	0,0007	1	0,0001	0,0005	0,0009	1
B-Online	-0,0009	1	0,0001	-0,0010	-0,0007	1
AB	-0,0006	1	0,0001	-0,0008	-0,0004	1
A ²	0,0003	1	0,0001	0,0001	0,0005	1,02
B ²	0,0005	1	0,0001	0,0004	0,0007	1,02

6.6 Lampiran 6. Hasil Analisis Model Regresi Keuntungan *Retailer*

Anova Model Kuadratik

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	7,65E+11	5	1,53E+11	40,98	< 0.0001	significant
A-Retailer	1,30E+11	1	1,30E+11	34,9	0,0006	
B-Online	4,58E+11	1	4,58E+11	122,57	< 0.0001	
AB	3,82E+10	1	3,82E+10	10,22	0,0151	
A ²	8,55E+10	1	8,55E+10	22,9	0,002	
B ²	7,15E+10	1	7,15E+10	19,14	0,0033	
Residual	2,61E+10	7	3,73E+09			
Lack of Fit	2,61E+10	3	8,71E+09			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	7,91E+11	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	61098,87	R²	0,967
Mean	1,06E+06	Adjusted R²	0,9434
C.V. %	5,77	Predicted R²	0,7651
		Adeq Precision	19,5662

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	1,19E+06	1	27324,24	1,13E+06	1,25E+06	
A-Retailer	-1,28E+05	1	21601,71	-1,79E+05	-76534,8	1
B-Online	2,39E+05	1	21601,71	1,88E+05	2,90E+05	1
AB	97679,1	1	30549,43	25441,17	1,70E+05	1
A ²	-1,11E+05	1	23165,25	-1,66E+05	-56083,8	1,02
B ²	-1,01E+05	1	23165,25	-1,56E+05	-46579,4	1,02

6.7 Lampiran 7. Hasil Analisis Model Regresi Keuntungan Fasilitas *Online*

Anova Model Kuadrat

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	6,39E+11	5	1,28E+11	85,79	< 0.0001	significant
A-Retailer	3,06E+11	1	3,06E+11	205,31	< 0.0001	
B-Online	1,81E+11	1	1,81E+11	121,81	< 0.0001	
AB	4,39E+10	1	4,39E+10	29,48	0,001	
A ²	6,92E+10	1	6,92E+10	46,47	0,0002	
B ²	5,24E+10	1	5,24E+10	35,19	0,0006	
Residual	1,04E+10	7	1,49E+09			
Lack of Fit	1,04E+10	3	3,47E+09			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	6,49E+11	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	38584,12	R²	0,9839
Mean	2,00E+05	Adjusted R²	0,9725
C.V. %	19,3	Predicted R²	0,8858
		Adeq Precision	27,2482

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	85095,13	1	17255,34	44292,73	1,26E+05	
A-Retailer	1,96E+05	1	13641,55	1,63E+05	2,28E+05	1
B-Online	-1,51E+05	1	13641,55	-1,83E+05	1,18E+05	1
AB	-1,05E+05	1	19292,06	-1,50E+05	-59124,35	1
A ²	99728,24	1	14628,93	65136,32	1,34E+05	1,02
B ²	86784,4	1	14628,93	52192,48	1,21E+05	1,02

6.8 Lampiran 8. Hasil Analisis Model Regresi Emisi *Retailer*

Anova Model Kuadratik

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	20,53	5	4,11	77,23	< 0.0001	significant
A-Retailer	12,28	1	12,28	230,91	< 0.0001	
B-Online	6,7	1	6,7	126	< 0.0001	
AB	0,2269	1	0,2269	4,27	0,0777	
A ²	0,2806	1	0,2806	5,28	0,0552	
B ²	1,17	1	1,17	22,07	0,0022	
Residual	0,3722	7	0,0532			
Lack of Fit	0,3722	3	0,1241			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	20,91	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0,2306	R²	0,9822
Mean	4,3	Adjusted R²	0,9695
C.V. %	5,36	Predicted R²	0,8734
		Adeq Precision	27,7937

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	4,68	1	0,1031	4,43	4,92	
A-Retailer	-1,24	1	0,0815	-1,43	-1,05	1
B-Online	0,9152	1	0,0815	0,7224	1,11	1
AB	0,2382	1	0,1153	-0,0345	0,5108	1
A ²	-0,2008	1	0,0874	-0,4076	0,0059	1,02
B ²	-0,4108	1	0,0874	-0,6175	-0,204	1,02

6.9 Lampiran 9. Hasil Analisis Model Regresi Emisi Fasilitas *Online*

Anova Model Kuadrat

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	270,24	5	54,05	100,19	< 0.0001	significant
A-Retailer	100,76	1	100,76	186,79	< 0.0001	
B-Online	100,92	1	100,92	187,07	< 0.0001	
AB	23,06	1	23,06	42,75	0,0003	
A ²	19,25	1	19,25	35,69	0,0006	
B ²	31,94	1	31,94	59,21	0,0001	
Residual	3,78	7	0,5394			
Lack of Fit	3,78	3	1,26			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	274,01	12				

Uji Statistik Fit

Std. Dev.	0,7345	R²	0,9862
Mean	3,83	Adjusted R²	0,9764
C.V. %	19,18	Predicted R²	0,902
		Adeq Precision	30,0614

Koefisien Regresi Faktor Terkode

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	1,49	1	0,3285	0,7094	2,26	
A-Retailer	3,55	1	0,2597	2,93	4,16	1
B-Online	-3,55	1	0,2597	-4,17	-2,94	1
AB	-2,4	1	0,3672	-3,27	-1,53	1
A ²	1,66	1	0,2785	1,01	2,32	1,02
B ²	2,14	1	0,2785	1,48	2,8	1,02

6.10 Lampiran 10. Kuisisioner pada Eksperimen Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

Salam Sejahtera untuk kita semua.

Perkenalkan, nama saya Januardi, mahasiswa magister Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Saat ini saya sedang melakukan penelitian dengan judul “Penetapan Harga pada *Dual Channel Green Supply Chain* dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian Menggunakan *Response Surface Methodology*”. Saya akan mencoba memodelkan keputusan preferensi konsumen terhadap harga produk secara *Online* dan melalui *retailer* dengan adanya probabilitas dan efek pemilihan harga terhadap lingkungan

Saya mengharapkan kesediaan dari Bapak/ Ibu/ Saudara (i) untuk berpartisipasi sebagai responden dari kuisisioner ini untuk diisi dengan keseriusan.

Atas kesediaan dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Salam,
Januardi

DATA RESPONDEN

1. Nama :
2. No HP :
3. Umur :
4. Jenis Kelamin :
5. Alamat di Surabaya :

PENGENALAN PRODUK & PREFERENSI KONSUMEN

Dalam Kuisisioner ini, produk yang dibahas adalah produk makanan ringan (snack) yang dijual oleh salah satu perusahaan di surabaya. Secara Offline (jalur langsung) produk ini dijual pada toko-toko retail seperti Indomaret, Transmart, dan lainnya. Sedangkan cara Online dijual melalui media sosial dan situs penjualan Online seperti Tokopedia, JDI ID, dan lainnya. Produk ini dijual secara Offline dan Online dengan kisaran harga Rp. 10.000 sampai dengan Rp. 21.000.

1. Tanpa melihat faktor harga, anda membeli produk makanan ringan (snack) ini lebih baik secara (Pilihlah dengan tanda checklist ✓):
 Lewat toko Retail (Secara Offline) Lewat fasilitas Online
2. Nama Toko Retail (secara Offline) yang sering dikunjungi :
3. Lokasi Toko Retail (secara Offline) yang sering dikunjungi :

4. Kendaraan yang dipakai untuk mengunjungi Toko Retail (secara Offline) tersebut (Pilihlah dengan tanda checklist ✓) :

- Mobil (Bahan bakar bensin) Motor
 Mobil (Bahan bakar diesel) Jalan kaki
 Lainnya (.....)

PREFERENSI JALUR *OFFLINE* & *ONLINE*

Pemilihan Jalur Melalui Kombinasi Harga *Offline* dan *Online*

Pada sesi kuisioner ini, anda akan diminta untuk memilih jalur pembelian mana yang akan terpilih melalui kombinasi harga *Offline* dan *Online* yang ada. Bahkan jika kombinasi harga yang ada menurut anda tidak cocok, anda bisa untuk memilih tidak membelinya.

No	Pertanyaan	Pilihlah dengan tanda checklist ✓
1	Jika produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) dan fasilitas online memiliki harga yang sama sebesar Rp. 14.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
2	Kalau produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 20.000 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 14.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
3	Jika produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 14.000 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 20.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
4	Apabila produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) dan fasilitas online memiliki harga yang sama sebesar Rp. 20.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
5	Jika produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 12.757 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 17.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
6	Kalau produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 21.243 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 17.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
7	Jika produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 17.000 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 12.757, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
8	Jika produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 17.000 sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 21.243, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli
9	Apabila produk makanan ringan pada toko retail (jalur offline) memiliki harga Rp. 17.000, sedangkan pembelian lewat fasilitas online memiliki harga sebesar Rp. 17.000, jalur mana yang anda pakai untuk membeli ?	<input type="checkbox"/> Lewat toko <i>Retail</i> (Secara <i>Offline</i>) <input type="checkbox"/> Lewat fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tidak membeli

Perpindahan Jalur dari Jalur *Offline* ke *Online*

Pada sesi kuisisioner ini, anda akan diminta persetujuan perpindahan jalur pembelian dari *Offline* ke *Online* dari harga-harga yang ada.

No	Pertanyaan	Pilihlah dengan tanda checklist ✓
1	Jika produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 14.000, ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 14.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
2	Kalau produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 20.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 14.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
3	Jika produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 14.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 20.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
4	Apabila produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 20.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 20.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
5	Kalau produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 12.757 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 17.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
6	Jika produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 21.243 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 17.000 Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
7	Apabila produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 17.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 12.757, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
8	Kalau produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 17.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 21.243, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>
9	Jika produk makanan ringan pada toko retailer (jalur <i>offline</i>) memiliki harga sebesar Rp. 17.000 ternyata fasilitas online menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 17.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>online</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke fasilitas <i>Online</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Toko <i>Retail</i>

Perpindahan Jalur dari Jalur *Online* ke *Offline*

Pada sesi kuisioner ini, anda akan diminta persetujuan perpindahan jalur pembelian dari *Online* ke *Offline* dari harga-harga yang ada.

No	Pertanyaan	Pilihlah dengan tanda checklist ✓
1	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 14.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 14.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
2	Kalau produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 14.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 20.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
3	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 20.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 14.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
4	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 20.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 20.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
5	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 17.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 12.757, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
6	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 14.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 21.243, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
7	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 12.757, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih mahal sebesar Rp. 17.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
8	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 21.243, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang lebih murah sebesar Rp. 17.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>
9	Jika produk makanan ringan pada fasilitas <i>Online</i> memiliki harga sebesar Rp. 17.000, ternyata Toko <i>Retail</i> (Jalur <i>Offline</i>) menjual produk yang sama dengan harga yang sama Rp. 17.000, Apakah anda akan berpindah ke jalur <i>Offline</i> ?	<input type="checkbox"/> Berpindah ke Toko <i>Retail</i> <input type="checkbox"/> Tetap pada Fasilitas <i>Online</i>

6.11 Lampiran 11. Formulasi Lingo untuk Optimasi di Skenario Kooperatif

Kode Lingo

```

max=profitoffline+profitonline;
profitoffline=-3.12018e+06 + 191.765 * Offline + 278.115 * Online
+ 0.0108532 * Offline * Online + -0.0123179 * Offline^2 + -
0.0112618 * Online^2;
profitonline=2.45634e+06 + -113.749 * Offline + -180.19 * Online +
-0.0116381 * Offline * Online + 0.0110809 * Offline^2 + 0.00964271
* Online^2;
BetaR=0.0114333 + 2.45465e-07 * Offline + -1.40858e-06 * Online +
-6.98758e-12 * Offline * Online + 2.93731e-12 * Offline^2 +
3.80843e-11 * Online^2;
BetaO=-0.000210247 + -1.97783e-08 * Offline + 1.28729e-07 * Online
+ 5.95238e-12 * Offline * Online + -3.23802e-12 * Offline^2 + -
6.62582e-12 * Online^2;
GammaOR=0.00058252 + -1.43352e-07 * Offline + 1.43694e-07 * Online
+ 1.95131e-12 * Offline * Online + 1.41768e-12 * Offline^2 + -
4.17347e-12 * Online^2;
GammaRO=0.0094191 + 2.01433e-07 * Offline + -1.23114e-06 * Online
+ -6.49811e-11 * Offline * Online + 3.34018e-11 * Offline^2 +
6.03462e-11 * Online^2;
emisioffline=-5.48123 + -0.000104059 * Offline + 0.00140694 *
Online + 2.6462e-08 * Offline * Online + -2.23165e-08 * Offline^2
+ -4.56395e-08 * Online^2;
emisionline=46.6229 + -0.000566288 * Offline + -0.00474301 *
Online + -2.66794e-07 * Offline * Online + 1.84846e-07 * Offline^2
+ 2.38077e-07 * Online^2;

```

Hasil Model yang dibuat

```

MODEL:
[ _1 ] MAX= PROFITOFFLINE + PROFITONLINE ;
[ _2 ] PROFITOFFLINE = - 3120180 + 191.765 * OFFLINE + 278.115
* ONLINE + 0.0108532 * OFFLINE * ONLINE + - 0.0123179 *
OFFLINE ^ 2 + - 0.0112618 * ONLINE ^ 2 ;
[ _3 ] PROFITONLINE = 2456340 + - 113.749 * OFFLINE + - 180.19
* ONLINE + - 0.0116381 * OFFLINE * ONLINE + 0.0110809 *
OFFLINE ^ 2 + 0.009642710000000001 * ONLINE ^ 2 ;
[ _4 ] BETAR = 0.0114333 + 2.45465e-007 * OFFLINE + -
1.40858e-006 * ONLINE + - 6.98758e-012 * OFFLINE * ONLINE
+ 2.93731e-012 * OFFLINE ^ 2 + 3.80843e-011 * ONLINE ^ 2 ;
[ _5 ] BETAO = - 0.000210247 + - 1.97783e-008 * OFFLINE +
1.28729e-007 * ONLINE + 5.952379999999999e-012 * OFFLINE
* ONLINE + - 3.23802e-012 * OFFLINE ^ 2 + - 6.62582e-012
* ONLINE ^ 2 ;
[ _6 ] GAMMAOR = 0.00058252 + - 1.43352e-007 * OFFLINE +
1.43694e-007 * ONLINE + 1.95131e-012 * OFFLINE * ONLINE +
1.41768e-012 * OFFLINE ^ 2 + - 4.17347e-012 * ONLINE ^ 2 ;
[ _7 ] GAMMARO = 0.0094191 + 2.01433e-007 * OFFLINE + -
1.23114e-006 * ONLINE + - 6.498109999999999e-011 *
OFFLINE * ONLINE + 3.34018e-011 * OFFLINE ^ 2 +
6.034619999999999e-011 * ONLINE ^ 2 ;
[ _8 ] EMISIOFFLINE = - 5.48123 + - 0.000104059 * OFFLINE +
0.00140694 * ONLINE + 2.6462e-008 * OFFLINE * ONLINE + -
2.23165e-008 * OFFLINE ^ 2 + - 4.56395e-008 * ONLINE ^ 2 ;
[ _9 ] EMISIONLINE = 46.6229 + - 0.000566288 * OFFLINE + -
0.00474301 * ONLINE + - 2.66794e-007 * OFFLINE * ONLINE +
1.84846e-007 * OFFLINE ^ 2 + 2.38077e-007 * ONLINE ^ 2 ;
[ _10 ] GAMMAOR / GAMMARO = 2 ;
END

```

Solver Status		Variables	
Model Class:	NLP	Total:	10
State:	Unknown	Nonlinear:	4
Objective:	0	Integers:	0
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	0	Total:	10
Extended Solver Status		Nonlinear:	9
Solver Type:	...	Nonzeros	
Best Obj:	...	Total:	28
Obj Bound:	...	Nonlinear:	18
Steps:	...	Generator Memory Used (K)	
Active:	...	23	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00:00:00	
Close			

6.12 Lampiran 12. Hasil Lingo untuk Optimasi di Skenario Kooperatif

Hasil Pencarian Titik Global Optimum dengan Lingo

```
Global optimal solution found.
Objective value:                1460111.
Objective bound:                1460112.
Infeasibilities:                0.1164153E-09
Extended solver steps:         10
Total solver iterations:       1460
```

Variable	Value	Reduced Cost
PROFITOFFLINE	862913.9	0.000000
PROFITONLINE	597197.2	0.000000
OFFLINE	23725.96	0.000000
ONLINE	23443.56	0.000000
BETAR	0.3946852E-02	0.000000
BETAO	0.2538877E-03	0.000000
GAMMAOR	0.2338276E-02	0.000000
GAMMARO	0.000000	0.7278825E+08
EMISIOFFLINE	2.106348	0.000000
EMISIONLINE	8.498688	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1460111.	1.000000
2	0.000000	1.000000
3	0.000000	1.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.7278825E+08
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000

The screenshot shows the 'LINGO 11.0 Solver Status [cooperative]' dialog box. It displays the following information:

- Solver Status:** Model Class: NLP, State: Global Opt, Objective: 1.46011e+006, Infeasibility: 1.16415e-010, Iterations: 1460.
- Extended Solver Status:** Solver Type: Global, Best Obj: 1.46011e+006, Obj Bound: 1.46011e+006, Steps: 10, Active: 0.
- Variables:** Total: 10, Nonlinear: 2, Integers: 0.
- Constraints:** Total: 9, Nonlinear: 8.
- Nonzeros:** Total: 26, Nonlinear: 16.
- Generator Memory Used (K):** 24.
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:00.

Hasil Uji Analisis Jarak Sensitivitas pada Lingo

Ranges in which the basis is unchanged:

Variable	Objective Coefficient Ranges		
	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
PROFITOFFLINE	1.000000	0.0	0.0
PROFITONLINE	1.000000	0.0	0.0
OFFLINE	NONLINEAR	0.0	0.0
ONLINE	NONLINEAR	0.0	0.0
BETAR	0.0	0.0	0.0
BETAO	0.0	0.6539383E+08	INFINITY
GAMMAOR	0.0	0.0	0.0
GAMMARO	0.0	0.7278825E+08	INFINITY
EMISIOFFLINE	0.0	0.0	0.0
EMISIONLINE	0.0	0.0	0.0

Row	Righthand Side Ranges		
	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	NONLINEAR	INFINITY	862913.9
3	NONLINEAR	INFINITY	597197.2
4	NONLINEAR	INFINITY	0.3946852E-02
5	NONLINEAR	INFINITY	0.2538877E-03
6	NONLINEAR	INFINITY	0.2338276E-02
7	NONLINEAR	0.0	0.0
8	NONLINEAR	INFINITY	2.106348
9	NONLINEAR	INFINITY	8.498688

6.13 Lampiran 13. Formulasi Lingo untuk Optimasi di Skenario

Nonkooperatif

Kode Lingo

```

max=profitoffline;
max=profitonline;
profitoffline=-3.12018e+06 + 191.765 * Offline + 278.115 * Online
+ 0.0108532 * Offline * Online + -0.0123179 * Offline^2 + -
0.0112618 * Online^2;
profitonline=2.45634e+06 + -113.749 * Offline + -180.19 * Online +
-0.0116381 * Offline * Online + 0.0110809 * Offline^2 + 0.00964271
* Online^2;
BetaR=0.0114333 + 2.45465e-07 * Offline + -1.40858e-06 * Online +
-6.98758e-12 * Offline * Online + 2.93731e-12 * Offline^2 +
3.80843e-11 * Online^2;
BetaO=-0.000210247 + -1.97783e-08 * Offline + 1.28729e-07 * Online
+ 5.95238e-12 * Offline * Online + -3.23802e-12 * Offline^2 + -
6.62582e-12 * Online^2;
GammaOR=0.00058252 + -1.43352e-07 * Offline + 1.43694e-07 * Online
+ 1.95131e-12 * Offline * Online + 1.41768e-12 * Offline^2 + -
4.17347e-12 * Online^2;
GammaRO=0.0094191 + 2.01433e-07 * Offline + -1.23114e-06 * Online
+ -6.49811e-11 * Offline * Online + 3.34018e-11 * Offline^2 +
6.03462e-11 * Online^2;
emisioffline=-5.48123 + -0.000104059 * Offline + 0.00140694 *
Online + 2.6462e-08 * Offline * Online + -2.23165e-08 * Offline^2
+ -4.56395e-08 * Online^2;
emisionline=46.6229 + -0.000566288 * Offline + -0.00474301 *
Online + -2.66794e-07 * Offline * Online + 1.84846e-07 * Offline^2
+ 2.38077e-07 * Online^2;

```

Hasil Model yang dibuat

```

MODEL:
[ 1 ] MAX= PROFITONLINE ;
[ 2 ] PROFITOFFLINE = - 3120180 + 191.765 * OFFLINE + 278.115
* ONLINE + 0.0108532 * OFFLINE * ONLINE + - 0.0123179 *
OFFLINE ^ 2 + - 0.0112618 * ONLINE ^ 2 ;
[ 3 ] PROFITONLINE = 2456340 + - 113.749 * OFFLINE + - 180.19
* ONLINE + - 0.0116381 * OFFLINE * ONLINE + 0.0110809 *
OFFLINE ^ 2 + 0.0096427100000000001 * ONLINE ^ 2 ;
[ 4 ] BETAR = 0.0183655 + 3.14405e-007 * OFFLINE + -
2.16077e-006 * ONLINE + - 2.41546e-012 * OFFLINE * ONLINE
+ - 2.10694e-013 * OFFLINE ^ 2 + 5.5021899999999999e-011 *
ONLINE ^ 2 ;
[ 5 ] BETAO = 0.000663833 + - 5.41592e-008 * OFFLINE +
1.12077e-007 * ONLINE + 9.66184e-012 * OFFLINE * ONLINE +
- 4.47393e-012 * OFFLINE ^ 2 + - 8.38445e-012 * ONLINE ^
2 ;
[ 6 ] GAMMAOR = 0.00580062 + 2.4271e-007 * OFFLINE + -
7.1112999999999999e-007 * ONLINE + 4.95957e-011 * OFFLINE
* ONLINE + - 3.06132e-011 * OFFLINE ^ 2 + - 5.28166e-012
* ONLINE ^ 2 ;
[ 7 ] GAMMARO = - 0.000699223 + 9.7760700000000001e-008 *
OFFLINE + 2.0011e-008 * ONLINE + - 1.02197e-012 * OFFLINE
* ONLINE + - 1.82083e-012 * OFFLINE ^ 2 + -
9.0237800000000001e-013 * ONLINE ^ 2 ;
[ 8 ] EMISIOFFLINE = - 5.48123 + - 0.000104059 * OFFLINE +
0.00140694 * ONLINE + 2.6462e-008 * OFFLINE * ONLINE + -
2.23165e-008 * OFFLINE ^ 2 + - 4.56395e-008 * ONLINE ^ 2 ;
[ 9 ] EMISIONLINE = 46.6229 + - 0.000566288 * OFFLINE + -
0.00474301 * ONLINE + - 2.66794e-007 * OFFLINE * ONLINE +
1.84846e-007 * OFFLINE ^ 2 + 2.38077e-007 * ONLINE ^ 2 ;
[ 10 ] BETAR / BETAO = 0.25 ;
END

```

The screenshot shows the 'LINGO 11.0 Solver Status' window for a model named 'stackelberg'. The window is divided into several sections:

- Solver Status:** Model Class: NLP; State: Unknown; Objective: 0; Infeasibility: 0; Iterations: 0.
- Variables:** Total: 10; Nonlinear: 4; Integers: 0.
- Constraints:** Total: 10; Nonlinear: 9.
- Nonzeros:** Total: 27; Nonlinear: 18.
- Generator Memory Used (K):** 23.
- Elapsed Runtime (Hr:mm:ss):** 00:00:00.
- Extended Solver Status:** Solver Type: . . . ; Best Obj: . . . ; Obj Bound: . . . ; Steps: . . . ; Active: . . .
- Update Interval:** 2.
- Buttons:** Interrupt Solver, Close.

6.14 Lampiran 14. Hasil Lingo untuk Optimasi di Skenario Nonkooperatif

Hasil Pencarian Titik Global Optimum dengan Lingo

```

Global optimal solution found.
Objective value:                1301100.
Objective bound:                1301100.
Infeasibilities:                0.6053597E-08
Extended solver steps:          2
Total solver iterations:        2269

Variable           Value           Reduced Cost
PROFITOFFLINE     1301100.         0.000000
OFFLINE           16815.93         0.000000
ONLINE            18812.33         0.000000
PROFITONLINE      18073.28         0.000000
BETAR             0.1652148E-02   0.000000
BETAO             0.6856115E-03   0.000000
GAMMAOR           0.1667581E-02   0.000000
GAMMARO           0.1636295E-03   0.000000
EMISIOFFLINE      5.145362         0.000000
EMISIONLINE       0.000000         29037.95

Row   Slack or Surplus   Dual Price
1     1301100.             1.000000
2     -0.6053597E-08      1.000000
3     -0.4187314E-08      0.000000
4     0.000000             0.000000
5     0.000000             0.000000
6     0.000000             0.000000
7     0.000000             0.000000
8     0.000000             0.000000
9     0.000000             29037.95
10    0.000000             29.00680

```

The screenshot shows the 'LINGO 11.0 Solver Status [stackelberg]' window. It displays the following information:

- Solver Status:** Model Class: NLP, State: Global Opt, Objective: 1.3011e+006, Infeasibility: 6.0536e-009, Iterations: 2269.
- Variables:** Total: 9, Nonlinear: 1, Integers: 0.
- Constraints:** Total: 9, Nonlinear: 8.
- Nonzeros:** Total: 17, Nonlinear: 8.
- Extended Solver Status:** Solver Type: Global, Best Obj: 1.3011e+006, Obj Bound: 1.3011e+006, Steps: 2, Active: 0.
- Generator Memory Used (K):** 25.
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:02.
- Update Interval:** 2.

Hasil Uji Analisis Jarak Sensitivitas pada Lingo

Ranges in which the basis is unchanged:

Variable	Objective Coefficient Ranges		
	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
PROFITOFFLINE	1.000000	INFINITY	1.000000
OFFLINE	NONLINEAR	18.33481	INFINITY
PROFITONLINE	0.0	0.4585719	INFINITY
BETAR	0.0	0.7001265E+08	INFINITY
BETAO	0.0	INFINITY	0.8019063E+09
GAMMAOR	0.0	0.1254588E+09	INFINITY
GAMMARO	0.0	0.1059989E+10	INFINITY
EMISIOFFLINE	0.0	INFINITY	51387.90
EMISIONLINE	0.0	29037.95	INFINITY

Row	Righthand Side Ranges		
	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	NONLINEAR	INFINITY	1301100.
3	NONLINEAR	INFINITY	18073.28
4	NONLINEAR	INFINITY	0.1652148E-02
5	NONLINEAR	INFINITY	0.6856115E-03
6	NONLINEAR	INFINITY	0.1667581E-02
7	NONLINEAR	INFINITY	0.1636295E-03
8	NONLINEAR	INFINITY	5.145362
9	NONLINEAR	0.0	0.0

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada 8 Januari 1995 di Jakarta. Penulis merupakan putra pertama dari pasangan Ridwan Muljadi dan Neviany. Penulis menyelesaikan masa studinya di TK Gading Asri (2001), SD Islam Al-Azhar Kelapa Gading (2007), SMP Labschool Jakarta (2010), Pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikannya ke SMA Negeri 68 Jakarta pada bidang Ilmu Pengetahuan Alam dan selesai pada 2013.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknologi Industri Pertanian (TIN), Institut Pertanian Bogor (IPB) pada Tahun 2013 melalui jalur tes Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan meraih gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) dengan skripsi yang berjudul Penerapan Penyerap Oksigen dan Kelembaban pada Kemasan Aktif Jamur Merang Segar (*Volvariella volvacea*) dibawah bimbingan Dr. Ir. Sugiarto, M.Si.

Penulis sempat magang pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Asian Agri di Kisaran, Sumatra Utara pada bagian produksi dan Pabrik Biskuit PT. Mondelez Indonesia International di Cikarang, Jawa Barat pada bagian Pengendalian Kualitas. Penulis melanjutkan pendidikan magisternya di Departemen Teknik Industri (TI), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2017 dibidang Rekayasa Optimasi Sistem Industri. Penulis memiliki ketertarikan penelitian dalam bidang pemodelan kuantitatif pada riset operasional (*Operation Research*), pengambilan keputusan dengan pemodelan statistik, dan rancangan percobaan (*Design Experiment*). Penulis dapat dihubungi melalui *emailnya* yaitu januardimuljadi@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan