

**MODEL OPTIMASI JARINGAN RANTAI PASOK
YANG RAMAH LINGKUNGAN DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN
*LEAD-TIME***

TESIS



Oleh:

**Jefvie Lois
2016881005**

Pembimbing 1:

Dr. J Dharma Lesmono

Pembimbing 2:

Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JANUARI 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**MODEL OPTIMASI JARINGAN RANTAI PASOK YANG RAMAH
LINGKUNGAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN
*LEAD TIME***



Oleh:

**Jefvie Lois
2016881005**

**Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari/Tanggal:
Rabu, 17 Januari 2018**

Pembimbing 1:



Dr. J Dharma Lesmono

Pembimbing 2:



Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JANUARI 2018**

Pernyataan

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Jefvie Lois
Nomor Pokok Mahasiwa : 2016881005
Program Studi : Magister Teknik Industri
Sekolah Pascasarjana
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul:

“MODEL OPTIMASI JARINGAN RANTAI PASOK YANG RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN LEAD TIME”

adalah benar-benar karya saya di bawah bimbingan Pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan : di Bandung

Tanggal : 4 Januari 2018



Jefvie Lois

**MODEL OPTIMASI JARINGAN RANTAI PASOK YANG RAMAH
LINGKUNGAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN
KETIDAKPASTIAN *LEAD TIME***

Jefvie Lois (NPM: 2016881005)

Pembimbing 1: Dr. J. Dharma Lesmono

Pembimbing 2: Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM

Magister Teknik Industri

Bandung

Januari 2018

ABSTRAK

Setiap perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi kepuasan dari konsumen, salah satunya adalah permintaan konsumen. Hal ini tentu membutuhkan efektivitas dan efisiensi dari perencanaan rantai pasoknya. Perusahaan tentu membutuhkan sebuah model jaringan rantai pasok yang dapat meminimasi total biaya dari keseluruhan rantai pasoknya.

Pada penelitian ini, dirancang sebuah model jaringan rantai pasok yang ramah lingkungan dengan mempertimbangkan ketidakpastian *lead time*. Tujuan dari model ini adalah meminimasi total biaya yang terdiri dari *setup cost*, *procurement cost*, *transportation cost*, *logistic cost*, *CO₂ cost*, dan *lead time cost*. Variabel keputusannya adalah pemilihan lokasi *plant* dan *distribution center* yang akan dibuka, serta aliran bahan baku dari *supplier* ke *plant*, aliran produk dari *plant* ke *distribution center*, dan aliran produk dari *distribution center* ke *customer*. Faktor ketidakpastian pada *lead time* dimodelkan berdasarkan metode *robust optimization*. Penerapan dari model didemonstrasikan melalui penyelesaian sebuah permasalahan hipotetik. Analisis sensitivitas juga dilakukan pada model.

Kata Kunci: Jaringan Rantai Pasok, Rantai Pasok Ramah Lingkungan, Ketidakpastian *Lead Time*

GREEN SUPPLY CHAIN NETWORK OPTIMIZATION MODEL UNDER LEAD TIME UNCERTAINTY

Jefvie Lois (NPM: 2016881005)

Advisor 1: Dr. J. Dharma Lesmono

Advisor 2: Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM

Magister of Industrial Engineering

Bandung

January 2018

ABSTRACT

A company needs to satisfy customer satisfaction, one of them is satisfy demands. This requires effectivity and efficiency of supply chain planning. Company certainly needs a supply chain network model which can minimize the total cost of its supply chain.

In this research, we build a green supply chain network under lead time uncertainty model. The objective of this model is to minimize the total cost that include setup cost, procurement cost, transportation cost, logistic cost, CO₂ cost, and lead time cost. The decision variables are to choose which plants and distribution center to be opened, flow of raw materials from suppliers to plants, flow of products from plants to distribution centers, and flow of products from distribution centers to customers. The uncertainty of lead time is modeled by robust optimization method. The practicability of the proposed model is demonstrated through solving a hipotetical case. A sensitivity analysis is also performed on the model.

Keywords: Supply Chain Network, Green Supply Chain, Lead Time Uncertainty

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, pengerjaan tesis yang berjudul “*MODEL OPTIMASI JARINGAN RANTAI PASOK YANG RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN LEAD TIME*” dapat diselesaikan. Adapun penyusunan tesis ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister dalam bidang ilmu Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan rasa terima kasih pada pihak-pihak yang telah membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta membantu penulis dalam penyusunan tesis ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. J. Dharma Lesmono dan Bapak Dr. Carles Sitompul selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, perhatian, dan tenaga dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
2. Bapak Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D. dan Bapak Yudha Prambudia, Ph.D. selaku dosen pembahas yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam memberikan masukan dan saran kepada penulis.
3. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan yang berguna dalam pengerjaan tesis.

5. Teman-teman MTI Unpar yang telah bersama-sama melewati masa perkuliahan, serta memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian tesis.
6. Semua teman, kerabat, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan tesis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tesis ini masih memiliki kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan serta data, sehingga saran dan masukan dari pihak-pihak lain akan sangat membantu dalam perbaikan penelitian ini. Besar harapan penulis agar penelitian tesis ini dapat dijadikan sebagai pegangan ilmu bagi penulis, serta bagi pihak-pihak lain yang membutuhkannya.

Bandung, 14 Desember 2017

Penulis

Jefvie Lois

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	
ABSTRACT	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Supply Chain Management</i>	9
2.2 <i>Transportation in Supply Chain</i>	14
2.3 <i>Network Design</i>	16
2.4 <i>Green Supply Chain Management</i>	18
2.5 Model	19
2.6 <i>Robust Optimization</i>	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Metodologi Penelitian	25

3.2 Sintesa Penelitian	28
3.3 Model Penelitian	32
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	39
4.1 Model Jaringan Rantai Pasok	39
4.2 Implementasi Model Jaringan Rantai Pasok	44
BAB 5 ANALISIS	51
5.1 Analisis Sensitivitas	51
5.2 Analisis Bobot Variansi	55
BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Simpulan	57
6.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan Antara Kumulatif Total Emisi Karbon terhadap Suhu Global	3
Gambar 2.1 Siklus pada Rantai Pasok	10
Gambar 2.2 <i>Subprocess</i> pada Setiap Siklus Rantai Pasok	12
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	26
Gambar 3.2 Model Penelitian	34
Gambar 4.1 Diagram Jaringan Rantai Pasok	45
Gambar 4.2 Jumlah Aliran Bahan Baku dari <i>Supplier</i> ke <i>Plant</i>	48
Gambar 4.3 Jumlah Aliran Produk dari <i>Plant</i> ke DC	48
Gambar 4.4 Jumlah Aliran Produk dari DC ke <i>Customer</i>	49
Gambar 4.5 Diagram Jaringan Rantai Pasok dan Hasilnya	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Studi Literatur <i>Green Supply Chain Network</i>	29
Tabel 3.2 Studi Literatur <i>Lead Time</i> dan <i>Uncertainty</i>	32
Tabel 4.1 Kapasitas dan Biaya <i>Setup</i> pada <i>Plant</i>	44
Tabel 4.2 Kapasitas dan Biaya <i>Setup</i> pada DC	45
Tabel 4.3 Data <i>Demand Customer</i>	46
Tabel 4.4 Data Jarak	46
Tabel 5.1 Analisis Sensitivitas Terkait Parameter Biaya Emisi Karbon	52
Tabel 5.2 Analisis Sensitivitas Terkait Parameter Biaya <i> Holding</i>	52
Tabel 5.3 Analisis Sensitivitas Terkait Parameter Biaya <i> Backlogging</i>	53
Tabel 5.4 Analisis Sensitivitas Terkait Parameter Biaya Transportasi	53
Tabel 5.5 Analisis Sensitivitas Terkait Parameter Kapasitas <i> Plant</i>	54
Tabel 5.6 Pengaruh Perubahan Nilai λ	55

DAFTAR LAMPIRAN

L 1 PENERJEMAHAN MODEL PADA <i>SOFTWARE</i>	63
L 2 PERINTAH MEMBACA DATA PADA <i>EXCEL</i>	65
L 3 NILAI SETIAP SKENARIO <i>LEAD TIME</i>	66

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan dibahas mengenai latar belakang penelitian, identifikasi masalah, asumsi dan batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

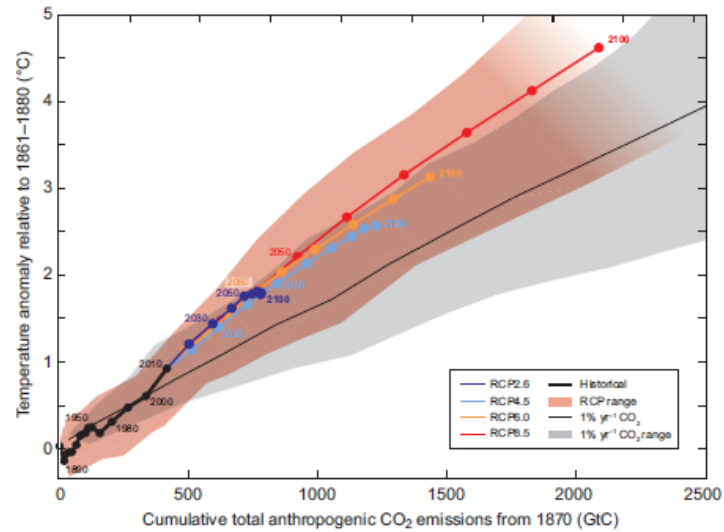
Persaingan yang semakin ketat telah memacu perusahaan untuk terus memperbaiki diri ke arah yang lebih baik. Perusahaan yang lambat atau gagal dalam mengembangkan diri tentu akan tertinggal dari kompetitornya. Hal yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah terkait manajemen rantai pasok yang lebih efektif dan efisien. Rantai pasok dapat didefinisikan sebagai proses terintegrasi antara sejumlah entitas bisnis (*suppliers, manufacturers, distributors, dan retailers*) yang bekerja bersama untuk pengadaan bahan baku, mengubah bahan baku menjadi produk jadi, dan mengirimkan produk jadi kepada *retailers* (Beamon 1998).

Pada dasarnya, rantai pasok terdiri dari dua proses utama, yaitu perencanaan produksi dan proses kontrol *inventory*, serta proses distribusi dan logistik (Beamon 1998). Aspek yang perlu diperhatikan adalah pengadaan bahan baku sampai ke pengiriman barang ke *retailers* dan konsumen dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Perusahaan dan pembeli tentu mengharapkan barang atau jasa dapat diterima dengan biaya yang seminimal mungkin dengan kualitas yang sama. Hal tersebut menuntut perusahaan untuk merencanakan manajemen rantai pasoknya dengan lebih baik.

Menurut Santoso et al. (2003), salah satu komponen krusial dalam aktivitas perencanaan manufaktur adalah desain dan operasi yang efisien pada rantai pasoknya. Perusahaan yang ingin berkembang akan terus mencari cara untuk meminimasi biaya yang dikeluarkan. Berbagai cara dapat dilakukan, seperti pemilihan alat transportasi yang sesuai, lokasi pabrik, *supplier*, *distributor*, dan *retailer* yang tepat dan dekat dengan konsumen.

Aspek terkait transportasi yang harus diperhatikan oleh perusahaan adalah *lead-time*. Ketidakpastian *lead-time* telah menjadi masalah nyata untuk setiap perusahaan logistik. Ketidakpastian akan *lead-time* akan menimbulkan banyak biaya bagi perusahaan. Produk yang sampai lebih cepat dari waktu yang telah ditentukan akan meningkatkan biaya inventori dari tempat tujuan, sedangkan jika produk sampai lebih lama dari waktu yang telah ditentukan, tentu yang mengirimkan harus memberikan kompensasi. Bahkan, dampak buruknya adalah ketidakpercayaan dari konsumen.

Hal krusial lain yang harus diperhatikan adalah limbah yang dihasilkan, contohnya emisi karbon. Emisi karbon telah menjadi perhatian oleh masyarakat dunia. Laporan terakhir dari panel antarpemerintahan Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) mengenai perubahan iklim adalah pentingnya menempatkan harga pada karbon untuk membatasi meningkatnya suhu global (<http://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon#Statement>). Kumulatif dari total emisi karbon dan suhu permukaan bumi berbanding lurus, hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1 (Stocker et al. 2013).



Gambar 1.1 Hubungan Antara Kumulatif Total Emisi Karbon terhadap Suhu Global

Menurut Emmett dan Sood (2010), perusahaan dapat menikmati keuntungan dari adanya dilakukannya manajemen rantai pasok yang ramah lingkungan, seperti efek positif pada performansi keuangan pada jangka panjang, utilisasi sumber daya yang efektif, menurunkan biaya dan meningkatkan efisiensi dengan cara mengurangi *waste*, serta meningkatkan kualitas dan produk yang dihasilkan. Keuntungan lainnya yang juga penting adalah terkait diferensiasi produk dibandingkan kompetitor, serta keunggulan terkait adanya persepsi positif dari konsumen yang mulai mencari produk yang ramah lingkungan. Hal lain yang juga tidak kalah penting adalah untuk memenuhi regulasi baik nasional maupun internasional yang telah ditetapkan agar perusahaan terhindar dari sanksi atau pengeluaran biaya tambahan, bahkan dapat memberikan keuntungan finansial dari regulasi yang ada.

Di Indonesia sendiri, terdapat Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 yang mengatur tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Bahkan dari Pasal 22 sampai 33 mengatur tentang harus adanya analisis dampak lingkungan (Amdal) oleh setiap usaha. Hal terkait Amdal ini juga diatur dalam Peraturan

Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012. Di Indonesia juga ada peraturan pemerintah Nomor 41 tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Komitmen pemerintah Indonesia terkait emisi gas buang juga diregulasikan dalam Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN GRK).

Untuk mendapatkan keputusan yang tepat mengenai rantai pasoknya, perusahaan perlu mengetahui model yang tepat. Model yang perlu dimiliki oleh perusahaan untuk menganalisa permasalahan diatas dan mendapatkan keputusan tepat mengenai rantai pasoknya adalah pemodelan rantai pasok yang ramah lingkungan dengan mempertimbangkan ketidakpastian *lead-time*. Model ini akan mempermudah perusahaan untuk menentukan *supplier* serta distributor yang tepat agar dapat meminimasi biaya yang dikeluarkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dilihat bahwa *lead-time* dan emisi karbon merupakan aspek yang harus dipertimbangkan. Hal ini dikarenakan kedua aspek tersebut dapat meningkatkan biaya total yang akan dikeluarkan oleh perusahaan. Dengan mempertimbangkan dua aspek tersebut, perusahaan dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik mengenai rantai pasoknya.

Hal yang dapat dilakukan untuk menangani masalah tersebut adalah dibuatnya sebuah model dengan memperhatikan aspek *lead-time* dan dampak lingkungan (emisi karbon). Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model jaringan rantai pasok yang ramah lingkungan dengan mempertimbangkan ketidakpastian *lead-time*?
2. Bagaimana penerapan dari model tersebut dalam penyelesaian permasalahan rantai pasok yang memperhatikan emisi karbon dan ketidakpastian *lead-time*?
3. Bagaimana analisis sensitivitas model terhadap parameter input model, terutama emisi karbon dan ketidakpastian *lead-time*?

1.3 Pembatasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah dibuat, ditentukan juga batasan dan asumsi penelitian sehingga penelitian lebih terfokus. Keterbatasan waktu penelitian menyebabkan adanya kebutuhan pembatasan masalah dalam penelitian ini. Batasan masalah yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Dampak lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah emisi karbon.
2. Model jaringan rantai pasok yang dibuat hanya terdiri dari *supplier*, *plant*, *distribution center*, dan *customer*.
3. Emisi karbon dihasilkan dari transportasi dari *supplier* sampai ke konsumen, serta emisi pada pengoperasian *plant* dan *distribution center*.

Adapun karena keterbatasan sumber daya dan referensi yang tersedia, dibutuhkan asumsi penelitian. Asumsi dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. *Demand* yang digunakan adalah *demand* yang pasti (*certainty*).
2. Semua *demand* dari *customer* harus dipenuhi.

3. Jenis produk yang mengalir dalam jaringan rantai pasok hanya satu jenis.
4. Emisi karbon yang dihasilkan akan dihitung dalam biaya.
5. Tidak ada masalah dana atau dana minimal yang dapat digunakan pada jaringan rantai pasok

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini akan menjawab rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Berikut ini adalah tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini.

1. Untuk mengetahui model jaringan rantai pasok yang ramah lingkungan dengan mempertimbangkan ketidakpastian *lead-time*
2. Untuk mengetahui penerapan dari model jaringan rantai pasok dengan memperhatikan emisi karbon dan ketidakpastian *lead-time*.
3. Untuk mengetahui sensitivitas model terhadap input parameter model, terutama emisi karbon dan ketidakpastian *lead-time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak peneliti, pembaca, ataupun untuk keperluan lainnya. Berikut ini adalah manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini.

1. Mendapatkan pengetahuan mengenai jaringan rantai pasok yang ramah lingkungan dan mempertimbangkan ketidakpastian *lead-time*.
2. Dapat mengimplementasikan model penelitian ini sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan.

3. Memperoleh referensi yang dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari 6 bagian. Berikut ini adalah sistematika penulisan penelitian Optimasi Jaringan Rantai Pasok yang Ramah Lingkungan dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian *Lead-Time*.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, pembatasan dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini berisikan dasar teori yang berhubungan atau bermanfaat untuk penyelesaian penelitian ini, seperti dasar penelitian, pengolahan data, analisis hasil penelitian, dan kesimpulan dari penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini berisikan langkah-langkah penelitian ini dilakukan. Pada bab ini juga terdapat sintesa penelitian yang digunakan untuk menggambarkan posisi penelitian yang dilakukan dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan model penelitian yang menggambarkan model dari penelitian yang dilakukan.

BAB 4 PENERAPAN MODEL PENELITIAN

Bab penerapan model penelitian ini berisi rancangan model matematis jaringan rantai pasok yang ramah lingkungan dengan mempertimbangkan ketidakpastian *lead-time*, serta implementasi permasalahan untuk memvalidasi model matematis yang didapatkan.

BAB 5 ANALISIS

Bab analisis ini akan berisi analisis sensitivitas terhadap model yang telah didapatkan, lalu dilakukan juga analisis terkait nilai bobot yang diberikan pada variansi.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran ini akan berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini, serta saran yang dapat diberikan untuk keperluan penelitian berikutnya.