

**PENGEMBANGAN MODEL *LOCATION*
ROUTING PROBLEM DENGAN
*ROAMING DELIVERY LOCATION***

TESIS



Oleh:

**Stefanus Ivan Laksono
8131801002**

Pembimbing 1:

Y. M. Kinley Aritonang , Ph. D.

Pembimbing 2:

Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

**PENGEMBANGAN MODEL
LOCATION ROUTING PROBLEM
DENGAN *ROAMING DELIVERY LOCATION***

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Dapat Mengikuti Seminar Hasil
Penelitian Tesis**



Oleh:

**Stefanus Ivan Laksono
8131801002**

Pembimbing 1:

Y. M. Kinley Aritonang , Ph. D.

Pembimbing 2:

Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

PERNYATAAN

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

Nama : Stefanus Ivan Laksono
Nomor Pokok Mahasiswa : 8131801002
Program Studi : Teknik Industri
Program Pascasarjana
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul:

Pengembangan Model *Location Routing Problem* dengan *Roaming Delivery Location*

adalah benar-benar karya saya sendiri 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 segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan : di Bandung
Tanggal : 29 April 2020

Stefanus Ivan Laksono

Nama Mahasiswa

HALAMAN PERSETUJUAN
PENGEMBANGAN MODEL *LOCATION ROUTING PROBLEM*
DENGAN *ROAMING DELIVERY LOCATION*



Oleh:

Stefanus Ivan Laksono
8131801002

Persetujuan Untuk Sidang Tesis pada Hari/Tanggal:
Rabu, 13 Mei 2020

Pembimbing 1:

Y. M. Kinley Aritonang , Ph. D.

Pembimbing 2:

Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
APRIL 2020

**PENGEMBANGAN MODEL *LOCATION ROUTING PROBLEM*
DENGAN *ROAMING DELIVERY LOCATION***

**Stefanus Ivan Laksono (NPM: 8131801002)
Pembimbing I: Y. M. Kinley Aritonang , Ph. D.
Pembimbing II: Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.
Magister Teknik Industri
Bandung
Maret 2020**

ABSTRAK

Perkembangan *e-commerce* di dunia sebagai salah satu model bisnis memberikan peningkatan signifikan terhadap jumlah pengiriman barang secara langsung ke pelanggan. Perusahaan *e-commerce* dan *business-to-customer* (B2C) harus meningkatkan efisiensi sistem distribusinya untuk dapat terus bersaing. Peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan menentukan lokasi depot dan rute pengiriman barang serta menerapkan *trunk delivery*. Peneliti mengembangkan *location routing problem with roaming delivery location* (LRPRDL) yang merupakan model penentuan lokasi depot dan rute pengiriman barang dengan mempertimbangkan penggunaan alternatif *trunk delivery* apabila pelanggan memiliki rencana perjalanan. Model ini bertujuan untuk meminimasi total biaya pengadaan depot dan transportasi. LRPRDL diimplementasikan pada sebuah kasus yang terdiri atas 4 kandidat depot, 15 pelanggan, dan 6 kendaraan. Kasus tersebut dapat diselesaikan secara optimal dengan menggunakan bantuan *solver* Gurobi. Analisis sensitivitas kemudian dilakukan terhadap 4 parameter pada model, yaitu biaya bahan bakar, biaya pengadaan depot, jumlah permintaan pelanggan, dan radius persebaran lokasi pelanggan. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah permintaan dan radius persebaran lokasi pelanggan memberikan perubahan terhadap nilai variabel keputusan pada solusi optimal.

Kata Kunci: *location-routing, city logistics, distribusi last-mile, optimasi*

LOCATION ROUTING PROBLEM WITH ROAMING DELIVERY LOCATION

Stefanus Ivan Laksono (NPM: 8131801002)

Adviser I: Y. M. Kinley Aritonang , Ph. D.

Adviser II: Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

Magister of Industrial Engineering

Bandung

March 2020

ABSTRACT

The growth of e-commerce in the world gives a significant increase in the number of products delivered to end customers. E-commerce and business-to-customer (B2C) companies must increase their last-mile distribution efficiency to survive in the global competition. There are many ways to increase the efficiency of the last-mile distribution, such as determining depot location and the delivery route of products and implementing trunk delivery. We develop the location routing problem with roaming delivery location (LRPRDL) which is a model for determining depot's location and vehicle delivery route by considering the use of trunk delivery based on customer itinerary. The model aims to minimize the total of open depots and transportation costs. LRPRDL is implemented in a small instance that has 4 depot candidates, 15 customers, and 6 vehicles. The instance is solved to the optimality by using a public solver Gurobi. Furthermore, we conduct a sensitivity analysis on open depots and fuel costs, customer demand, and customer locations radius. The study reveals that customer demand and customer locations radius has a significant impact on the decision in an optimal solution.

Keyword: *location-routing, city logistics, last-mile distribution, optimization*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan laporan tesis berjudul “Pengembangan Model *Location Routing Problem* dengan *Roaming Delivery Location*”. Selama proses penyusunan laporan tesis, penulis mendapatkan banyak pengalaman, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Y.M. Kinley Aritonang, Ph. D. selaku pembimbing I yang telah memberikan motivasi, masukan, dan bimbingan dalam penyusunan laporan tesis.
2. Bapak Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah memberikan motivasi, masukan, dan bimbingan dalam penyusunan laporan tesis.
3. Bapak Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. selaku dosen pembahas tesis yang telah memberikan berbagai kritik dan masukan dalam penyusunan laporan tesis.
4. Bapak Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T, M.I.M. selaku dosen pembahas tesis yang telah memberikan berbagai kritik dan masukan dalam penyusunan laporan tesis.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan berbagai dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis.
6. Kevin, Felix Arya Gunadi, dan Adrianus Vincent Djunaidi yang membantu penulis dalam memberikan referensi materi penyusunan laporan tesis.

7. Felick Kurnia, Benardus Rogger Sopakuwa, dan Herry Kristianto yang telah menemani penulis selama penyusunan laporan tesis.
8. Dosen Magister Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan atas segala ilmu pengetahuan yang diberikan.
9. Teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan motivasi selama proses pembuatan laporan tesis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penulis dapat membuat laporan yang lebih baik di masa yang akan datang.

Bandung, 15 Maret 2020

Stefanus Ivan Laksono

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	
ABSTRAK	
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 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	8
1.4 Tujuan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 <i>Vehicle Routing Problem with Roaming Delivery Location</i>	13
2.2 <i>Location Routing Problem</i>	17
BAB 3 METODOLOGI DAN SINTESA PENELITIAN	23
3.1 Metodologi Penelitian	23
3.2 Sintesa Penelitian	25
BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL PENELITIAN	31

4.1 Model Penelitian	31
4.1.1 Notasi Model	34
4.1.2 Fungsi Objektif	36
4.1.3 Batasan	36
4.2 Implementasi Model	39
4.3 Analisis Sensitivitas	44
4.3.1 Biaya Bahan Bakar	45
4.3.2 Biaya Pengadaan Depot	46
4.3.3 Permintaan Pelanggan	48
4.3.4 Radius Persebaran Lokasi Pelanggan	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Time Window</i> VRPRDL	15
Gambar 2.2 Contoh Model dan Solusi VRPRDL	17
Gambar 2.3 Contoh Model dan Solusi LRP	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	24
Gambar 3.2 Bagan Pembuatan Model LRPRDL	29
Gambar 4.1 Ilustrasi Model LRPRDL	32
Gambar 4.2 Ilustrasi LRPRDL-C15	39
Gambar 4.3 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15	44
Gambar 4.4 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Permintaan -20%	50
Gambar 4.5 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Permintaan +20%	51
Gambar 4.6 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Radius 16 km	53
Gambar 4.7 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Radius 24 km	54
Gambar 4.8 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Radius 40 km	54
Gambar 4.9 Ilustrasi Solusi Optimal LRPRDL-C15 Radius 48 km	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Posisi Penelitian	30
Tabel 4.1 Data Kandidat Depot	40
Tabel 4.2 Data Pelanggan	41
Tabel 4.3 Analisis Sensitivitas Biaya Bahan Bakar	45
Tabel 4.4 Analisis Sensitivitas Biaya Pengadaan Depot	47
Tabel 4.5 Analisis Sensitivitas Permintaan Pelanggan	49
Tabel 4.6 Analisis Sensitivitas Radius Persebaran Lokasi	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Coding</i> LRPRDL.mod	63
Lampiran 2. <i>Coding</i> LRPRDL.dat	65
Lampiran 3. Solusi Optimal LRPRDL-C15	67
Lampiran 4. Solusi Optimal Analisis Sensitivitas Biaya Bahan Bakar	69
Lampiran 5. Solusi Optimal Analisis Sensitivitas Biaya Pengadaan Depot	75
Lampiran 6. Solusi Optimal Analisis Sensitivitas Permintaan Pelanggan	81
Lampiran 7. Solusi Optimal Analisis Sensitivitas Radius Persebaran Lokasi	87

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan *e-commerce* di dunia sebagai salah satu model bisnis memberikan peningkatan signifikan terhadap jumlah pengiriman barang secara langsung ke pelanggan. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di US tahun 2016, persentase pembelian barang secara *online* berhasil melebihi pembelian barang secara langsung di toko retail (Farber, 2016; UPS, 2016). Sama halnya dengan di Indonesia dimana pembelian barang secara *online* terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari We Are Social, sebanyak 24,74 juta orang Indonesia melakukan pembelian secara *online* pada tahun 2017 dan jumlah tersebut mengalami peningkatan signifikan hingga mencapai 107 juta orang pada tahun 2019 (Kemp & Moey, 2019). Dengan adanya fenomena tersebut, perusahaan *e-commerce* dan *business-to-customer* (B2C) harus meningkatkan efisiensi sistem distribusinya untuk dapat terus bersaing.

Sistem distribusi merupakan salah satu bagian rantai pasok yang mendapatkan perhatian besar. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di US pada tahun 2011, biaya transportasi berkontribusi sebanyak 49% dari total biaya rantai

pasok (Rushton, Croucher, & Baker, 2014). Survei lain yang dilakukan oleh Armstrong & Associates (2007) menunjukkan bahwa logistik berkontribusi sekitar 8 hingga 21 persen dari *gross domestic product* (GDP) suatu negara.

Sistem distribusi yang berkaitan dengan pengiriman barang langsung ke pelanggan disebut dengan *last-mile*. *Last-mile* merupakan tahapan terakhir dari layanan distribusi pada B2C yang mengirimkan produk dari titik penetrasi pesanan ke titik destinasi yang dipilih oleh pelanggan (Lim, Jin, & Srai, 2018). Titik penetrasi pesanan mengacu pada lokasi penyimpanan produk, seperti pusat manufaktur, gudang, depot, dan toko retail, sedangkan titik destinasi pengiriman bisa pada rumah pelanggan ataupun kantor. Sistem distribusi *last-mile* mendapatkan banyak perhatian, khususnya pada sektor penjualan bahan makanan (Deliv Fresh dan Instacart), makanan siap masak (Sun Basket), dan produk retail (Amazon Prime Now dan Dropoff) (Lopez, 2017).

Efisiensi dari sistem distribusi *last-mile* dapat diukur berdasarkan total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya yang ditimbulkan dari sistem distribusi dapat berupa biaya transportasi kendaraan, biaya pengadaan depot, dan biaya operasional depot. Efisiensi sistem distribusi tidak hanya berhubungan dengan biaya saja, tetapi juga memiliki keterkaitan dengan tingkat kepuasan pelanggan. Keterlambatan atau kegagalan dalam pengiriman barang dalam waktu yang telah ditetapkan dapat menurunkan tingkat kepuasan pelanggan.

Depot memiliki peranan penting dalam sistem distribusi. Pertanyaan mengenai jumlah, ukuran, dan lokasi depot dalam sistem distribusi suatu perusahaan merupakan salah satu hal yang sangat kompleks (Roushton et al., 2014). Perencanaan jumlah, ukuran, dan lokasi depot yang baik dapat meningkatkan

efisiensi sistem distribusi, khususnya pada sistem distribusi *last-mile*. Lokasi depot yang tepat memungkinkan perusahaan untuk melakukan pengiriman barang dengan cepat kepada para pelanggannya. Tidak hanya itu, biaya transportasi yang dikeluarkan juga menjadi lebih rendah.

Seiring berjalannya waktu, desain sistem distribusi *last-mile* menjadi sangat kompleks bagi pihak manufaktur dan retailer (Harrington, Srari, Kumar, & Wohlrab, 2016). Desain sistem distribusi *last-mile* sering kali menjadi segmen termahal pada rantai pasok (Harrington et al., 2016). Dengan adanya peningkatan biaya transportasi dan *lead times* pengiriman barang, *last-mile* dianggap menjadi elemen krusial yang harus diatur karena dapat berkontribusi hingga 75% dari biaya keseluruhan rantai pasok (Boyer, Frohlich, & Hult, 2004). Tidak hanya dari segi biaya, sistem distribusi *last-mile* yang kurang efisien dapat meningkatkan polusi, kemacetan, bahkan penurunan kualitas hidup.

Pertumbuhan secara eksponensial pada bisnis *e-commerce* memunculkan kebutuhan akan peningkatan kualitas pelayanan, mengingat banyaknya tantangan dan masalah dalam sistem distribusi *last-mile*, serta kebutuhan untuk mengoptimalkannya (Srari & Harrington, 2014). Peningkatan kualitas pelayanan dapat dicapai dengan meningkatkan efisiensi sistem distribusi. Banyak cara untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi *last-mile*, seperti penentuan lokasi depot dan penentuan rute pengiriman barang. Walmart menjadi salah satu contoh keberhasilan pencapaian efisiensi sebesar 39% pada tahun 2005-2015 dengan melakukan penentuan rute (Wal-Mart Stores, Inc, 2016).

Trunk delivery merupakan salah satu inovasi dalam sistem distribusi *last-mile* yang memungkinkan barang dikirimkan langsung ke bagasi mobil pelanggan.

Alternatif ini mampu meningkatkan efisiensi sistem distribusi perusahaan karena dapat mengurangi jarak tempuk kendaraan sekaligus mengurangi jumlah kegagalan atau keterlambatan dalam pengiriman barang. Inovasi ini berawal dari keengganan perusahaan untuk mengirimkan barang pada saat konsumen tidak berada di rumah karena tingginya resiko terjadi pencurian ataupun kerusakan barang akibat cuaca.

Amazon menjadi perusahaan pertama yang memberikan opsi *trunk delivery* kepada para pelanggannya melalui teknologi yang disebut *Amazon Key In-Car Delivery*. *Amazon Key* merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk membuka dan menutup pintu rumah atau mobil melalui *handphone*. Saat pengirim barang telah sampai di lokasi mobil, pihak Amazon memverifikasi apakah pengirim sudah berada di lokasi yang tepat dan membawa barang yang tepat. Pengirim kemudian meletakkan barang dan mengunci kembali bagasi mobil pelanggan. Pelanggan akan mendapatkan pemberitahuan saat pengirim barang tiba di lokasi mobil dan saat bagasi telah dikunci kembali.

Amazon bekerja sama dengan beberapa perusahaan manufaktur mobil dunia, seperti Cadillac, Ford, Volvo, Chevrolet, dan Honda agar mobil buatan mereka dapat diintegrasikan dengan *Amazon Key*. *Trunk delivery* sudah diterapkan oleh Amazon di 50 kota Amerika Serikat. Beberapa diantaranya adalah Cleveland, Detroit, Indianapolis, dan Las Vegas. Pelayanan tersebut mendapat banyak respon positif dan menjadi salah satu inovasi sistem distribusi *last-mile* yang perlu diikuti oleh perusahaan lainnya.

Amazon belum beroperasi secara resmi di Indonesia sehingga masyarakat tidak dapat melakukan pembelian dengan menggunakan opsi *trunk delivery*. Namun, konsep *trunk delivery* tidak terbatas hanya pada pengiriman barang ke

bagasi mobil pelanggan saja. *Trunk delivery* sebenarnya berusaha untuk mengurangi biaya transportasi dengan memanfaatkan mobilitas pelanggan. Dengan kata lain, konsep *trunk delivery* dapat diterapkan apabila barang dapat dikirimkan ke lokasi pelanggan tanpa adanya perantara mobil sebagai media penerima. Di Indonesia, praktik pengiriman barang ke lokasi selain rumah pelanggan, seperti kantor, sekolah, dan tempat umum sudah sering terjadi. Konsep tersebut dapat dimanfaatkan perusahaan seperti JNE, TIKI, dan J&T untuk memberikan layanan pengiriman barang khusus sesuai dengan jadwal yang dimiliki pelanggan.

1.2 Identifikasi Masalah

Sistem distribusi merupakan bagian dari rantai pasok yang mendapatkan perhatian besar, khususnya sistem distribusi *last-mile*. Hasil beberapa survei juga menunjukkan bahwa sistem distribusi banyak berkontribusi terhadap biaya keseluruhan rantai pasok. Besarnya kontribusi tersebut mendorong berbagai pihak untuk membuat perencanaan sistem distribusi yang lebih baik di tingkat strategis, taktis, maupun operasional. Perencanaan sistem distribusi yang baik dapat meningkatkan efisiensi dari sistem secara keseluruhan.

Efisiensi sistem distribusi dapat ditingkatkan dengan menentukan rute pengiriman barang. Penentuan rute pengiriman barang merupakan salah satu bentuk perencanaan sistem distribusi tingkat taktis. Pihak perusahaan perlu menentukan rute mana yang harus dilalui oleh kendaraan agar biaya transportasi dapat diminimasi. Model penentuan rute pengiriman barang dikenal dengan *vehicle routing problem* (VRP). VRP pertama kali dimodelkan oleh Dantzig dan Ramser (1959). Sejak saat itu, model VRP terus mengalami perkembangan dan menjadi

permasalahan yang banyak diteliti di dunia. Salah satu varian dari VRP adalah *vehicle routing problem with roaming delivery location* (VRPRDL) yang dikembangkan oleh Reyes, Savelsbergh, & Toriello (2017).

VRPRDL merupakan varian VRP yang mempertimbangkan alternatif *trunk delivery* dalam pemenuhan permintaan pelanggan. Setiap pelanggan memiliki rencana perjalanan berupa sekumpulan lokasi yang akan didatanginya beserta dengan rentang waktu (*time window*) pelanggan berada di lokasi tersebut. *Trunk delivery* memungkinkan perusahaan untuk mengirimkan barang langsung ke bagasi mobil pelanggan di lokasi tertentu. Selain itu, *trunk delivery* memberikan peluang bagi bisnis *last-mile delivery* untuk mengurangi jarak tempuh yang berdampak pada pengurangan biaya transportasi dan emisi kendaraan (Reyes et al., 2017).

Penelitian yang dilakukan Ozbaygin, Karasan, Savelsbergh, & Yaman (2017) menunjukkan bahwa penerapan *trunk delivery* dapat memberikan penghematan biaya transportasi sebesar 20% jika dibandingkan dengan pengiriman ke rumah pelanggan saja. *Trunk delivery* berpotensi untuk mengurangi jarak tempuh sebanyak 40 hingga 65 persen bergantung dari lokasi dari depot (Reyes et al., 2017). Kedua penelitian tersebut membuktikan bahwa VRPRDL mampu mengurangi jarak tempuh kendaraan yang berdampak pada pengurangan biaya transportasi dan emisi kendaraan.

Penentuan rute pengiriman barang sangat dipengaruhi oleh jumlah dan lokasi dari depot yang dimiliki perusahaan. Kedua hal tersebut merupakan dua area yang saling berhubungan. Perbedaan jumlah dan lokasi depot tentu mempengaruhi rute pengiriman barang serta alokasi permintaan pelanggan. Namun, penentuan lokasi depot dan penentuan rute pengiriman barang sering kali diselesaikan secara

terpisah. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Salhi & Nagy (1989), solusi terbaik yang diperoleh pada tahap penentuan lokasi depot ternyata tidak serta merta menghasilkan solusi dengan biaya terendah saat dilanjutkan ke tahap penentuan rute pengiriman barang. Hal ini menunjukkan bahwa penyelesaian kedua permasalahan tersebut memang harus dilakukan secara bersamaan untuk memperoleh solusi yang optimal.

Banyak praktisi yang mengetahui bahaya dari mengoptimalkan lokasi depot dan rute pengiriman secara terpisah, namun mereka tetap mengabaikan hubungan keduanya (Rand, 1976). Keduanya diselesaikan secara terpisah untuk mengurangi tingkat kompleksitas permasalahan secara keseluruhan. Penggabungan kedua permasalahan dianggap tidak konsisten karena penentuan lokasi depot bersifat strategis (jangka menengah-panjang), sedangkan penentuan rute pengiriman bersifat sangat taktis (jangka pendek-menengah). Namun, hal tersebut dibantahkan oleh penelitian Salhi dan Nagy (1999) yang menunjukkan bahwa penyelesaian penentuan lokasi depot dan rute pengiriman barang secara bersamaan dapat mengurangi biaya keseluruhan walaupun diterapkan untuk jangka waktu yang panjang.

Model yang menggabungkan penentuan lokasi depot dan rute pengiriman barang disebut dengan *location routing problem* (LRP). Solusi LRP berupa lokasi dan jumlah dari depot yang dibangun beserta dengan rute pengiriman barang yang menghasilkan total biaya transportasi dan pengadaan depot yang paling rendah. Sejak tahun 1990, model LRP banyak mengalami perkembangan dan banyak diterapkan pada kasus dunia nyata, khususnya pada industri retail, bisnis pengiriman paket, dan komunikasi.

Berdasarkan riset yang dilakukan, belum ada model yang menggabungkan VRPRDL dengan LRP. Telah terbukti bahwa penentuan lokasi depot dan penentuan rute pengiriman barang tidak dapat dilakukan secara terpisah. Penggunaan model LRP dapat menyelesaikan kedua permasalahan secara bersamaan dan menghasilkan total biaya transportasi dan pengadaan depot yang lebih rendah. Di sisi lain, penerapan *trunk delivery* pada model VRP dapat mengurangi jarak tempuh kendaraan yang berdampak pada pengurangan biaya transportasi. Oleh karena itu, pengembangan model yang menggabungkan konsep VRPRDL dengan LRP diharapkan mampu meningkatkan efisiensi sistem distribusi dari perusahaan, khususnya perusahaan yang berhubungan langsung dengan *last-mile delivery*.

Berdasarkan identifikasi masalah yang dipaparkan, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model *location routing problem* dengan *roaming delivery location*?
2. Bagaimana tingkat sensitivitas dari parameter model *location routing problem* dengan *roaming delivery location* terhadap solusi yang diperoleh?

1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian fokus pada permasalahan yang diteliti. Berikut ini merupakan batasan-batasan yang digunakan pada penelitian ini.

1. Model yang dikembangkan hanya terbatas pada jumlah dan lokasi depot beserta dengan rute pengiriman barang. Model tidak mempertimbangkan faktor lain, seperti manajemen persediaan di dalam depot.
2. Jaringan sistem distribusi pada model hanya memasukkan pelanggan dan depot yang berhubungan langsung dengan pelanggan. Model tidak

memasukkan pemasok barang ataupun fasilitas lain yang tidak berhubungan langsung dengan pelanggan.

3. Biaya yang digunakan sebagai ukuran performansi meliputi biaya bahan bakar (bergantung pada jarak) dan biaya pengadaan depot.

Asumsi penelitian digunakan untuk menyederhanakan permasalahan yang diteliti. Berikut ini merupakan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Perusahaan telah memiliki beberapa kandidat depot atau dengan kata lain ruang solusi permasalahan bersifat diskret.
2. Rencana perjalanan pelanggan diketahui dengan pasti.
3. Setiap pelanggan memiliki lokasi yang unik sehingga suatu lokasi tidak dapat didatangi oleh pelanggan yang berbeda.
4. Waktu tempuh kendaraan dan permintaan pelanggan bersifat deterministik.
5. Setiap kendaraan memiliki kapasitas yang sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah yang dibuat, tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan model *location routing problem* dengan *roaming delivery location*.
2. Mengetahui tingkat sensitivitas dari parameter model *location routing problem* dengan *roaming delivery location* terhadap solusi yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak. Manfaat yang dapat diperoleh melalui penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan model yang berhubungan dengan VRPRDL dan LRP.
2. Menjadi sumber referensi kepada peneliti lain dalam mengembangkan model yang berhubungan dengan VRPRDL dan LRP.
3. Menambah wawasan pembaca terkait topik yang berhubungan dengan *last-mile delivery*, VRPRDL, dan LRP.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan dari penelitian berjudul ‘Pengembangan Model *Location Routing Problem* dengan *Roaming Delivery Location*’.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini, seperti VRPRDL dan LRP. Kedua model tersebut menjadi dasar pengembangan model *location routing problem* dengan *roaming delivery location*.

BAB 3 METODOLOGI DAN SINTESA PENELITIAN

Bab ini berisikan metodologi dan sintesa penelitian. Metodologi penelitian menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian. Sintesa penelitian menggambarkan bagaimana posisi penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Sintesa penelitian juga memaparkan kontribusi atau kebaruan dari model yang dikembangkan.

BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL PENELITIAN

Bab ini berisikan rancangan model *location routing problem with roaming delivery location* (LRPRDL), implementasi model, dan analisis sensitivitas. Model diimplementasikan pada kasus LRPRDL sederhana dan diakhiri dengan analisis sensitivitas terhadap parameter-parameter pada model.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk keperluan penelitian selanjutnya.

