

**PENGEMBANGAN MODEL TRANSPORTASI UNTUK
URBAN LOGISTIK DENGAN KOMPONEN *STATIONARY*
*HUB, MOBILE HUB, DAN LAST-MILE DELIVERY***

TESIS



Oleh:

**Ida Bagus Deva Ardha Nareswara Santosa
2017881004**

Pembimbing 1:

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

Pembimbing 2:

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

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGEMBANGAN MODEL TRANSPORTASI UNTUK *URBAN*
LOGISTIK DENGAN KOMPONEN *STATIONARY HUB*, *MOBILE HUB*,
DAN *LAST-MILE DELIVERY***



Oleh:

**Ida Bagus Deva Ardha Nareswara Santosa
2017881004**

**Persetujuan Untuk Sidang Tesis pada Hari/Tanggal:
Kamis, 23 Mei 2019**

Pembimbing 1:

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

Pembimbing 2:

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

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2019**

**PENGEMBANGAN MODEL TRANSPORTASI UNTUK URBAN
LOGISTIK DENGAN KOMPONEN STATIONARY HUB, MOBILE HUB,
DAN LAST-MILE DELIVERY**

Ida Bagus Deva Ardha Nareswara Santosa (NPM: 2017881004)

Pembimbing 1: Dr. J. Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

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

Magister Teknik Industri

Bandung

Februari 2019

ABSTRAK

Urban logistic merupakan jenis logistik yang fungsi utamanya adalah mengatur sistem distribusi barang pada daerah padat (perkotaan). Daerah pada perkotaan akan memiliki akses-akses terbatas. Suatu layanan distribusi yang ingin diterapkan di daerah perkotaan memiliki keterbatasan akses, sehingga dibutuhkan perencanaan jaringan yang efektif dan efisien. Perusahaan logistik yang beroperasi di perkotaan pasti membutuhkan model transportasi agar dapat bergerak secara efektif dan efisien.

Pada penelitian ini, telah dirancang model transportasi untuk *urban logistic* dengan menggunakan komponen *stationary hub*, *mobile hub*, serta *last-mile delivery*. Tujuan dari model ini adalah meminimasi total biaya transportasi yang terdiri dari bahan bakar saat perjalanan dan juga biaya penggunaan jenis kendaraan transportasi yang spesifik. Jenis transportasi yang akan digunakan sebanyak tiga jenis. Variabel keputusan dalam penelitian ini adalah pemilihan lokasi *mobile hub* serta urutan konsumen yang akan didatangi oleh masing-masing jenis transportasi. Implementasi dari model ini dijabarkan melalui penyelesaian sebuah permasalahan hipotetik dan diakhiri dengan analisis sensitivitas dari model transportasi yang dikembangkan.

Kata Kunci: *Urban Logistic*, Jaringan Distribusi, *Stationary Hub*, *Mobile Hub*, *Last-mile Delivery*

TRANSPORTATION MODEL FOR URBAN LOGISTIC WITH STATIONARY HUB, MOBILE HUB, AND LAST-MILE DELIVERY COMPONENTS

Ida Bagus Deva Ardha Nareswara Santosa (NPM: 2017881004)

Advisor 1: Dr. J. Dharma Lesmono, S.Si, S.E., M.T., M.Sc.

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

Magister of Industrial Engineering

Bandung

February 2019

ABSTRACT

Urban logistics is a type of logistics whose main function is to regulate goods distribution systems in a dense areas (urban). In terms of transportation and logistics, urban areas will have some area that has a limited access. A distribution service that wants to be applied to urban areas has limited access, therefore it requires an effective and efficient distribution network planning. Logistics companies operating in urban areas will definitely need a transportation model so they can move effectively and efficiently.

In this study, a transportation model for urban logistics has been designed using stationary hub, mobile hubs, and last-mile delivery. The purpose of this model is to minimize the total transportation costs consisting of fuel during travel and cost of using specific types of transportation vehicles. There are three types of transportation vehicles that will be used in this study. The decision variables in this study are the selection of mobile hub locations and the order of consumers that will be visited by each type of transportation. The implementation of this model is explained through solving a hypothetical problem and a sensitivity analysis of the developed transportation model at the end of study.

Keywords: Urban Logistic, Distribution Network, Stationary Hub, Mobile Hub, Last-mile Delivery.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, pengerjaan tesis yang berjudul “*PENGEMBANGAN MODEL TRANSPORTASI UNTUK URBAN AREA DENGAN KOMPONEN STATIONARY HUB, MOBILE HUB, DAN LAST-MILE DELIVERY*” dapat diselesaikan.

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 Dr. Sugih Sudharma, S.T., M.Si. 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 penulis ilmu pengetahuan.
5. Adrianus Vincent Djunaidi yang menjadi kerabat dekat, *support system*, pemberi ide dan masukan pada tesis ini, selama perkuliahan magister ini.
6. Ranggi Maharani sebagai wanita pemberi ide utama dalam tesis ini. Menemani penulis dalam kondisi apapun, mendorong penulis untuk menyelesaikan hal ini dengan cepat, dan memberikan masukan penulisan.

7. Haerlin Hernandi sebagai pasangan penulis yang bersama berjuang untuk lulus pada semester ini, saling memberi harapan, masukan, dan semangat untuk bisa selesai masa pembelajarannya bersama.
8. Teman-teman MTI Unpar yang telah bersama-sama melewati masa perkuliahan, serta memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis.
9. Semua teman, kerabat, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut mendukung dan membantu penulis 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, 12 Februari 2019

Penulis

Ida Bagus Deva Ardha Nareswara Santosa, S.T.

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 Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	10
1.4 Tujuan Penelitian	11
1.5 Manfaat Penelitian	12
1.6 Sistematika Penulisan	12
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Komponen-komponen pada jaringan distribusi	15
2.1.1 <i>Distribution Centre</i>	15
2.1.2 <i>Hub</i>	17
2.1.3 Konsumen	19
2.2 Jenis Transportasi	19
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i>	23
2.3.1 Model Matematika dari VRP	25
2.4 <i>Mobile Facility Routing Problem</i>	27

2.4.1 Model Matematika untuk MFRP	29
2.4.2 <i>Time Discretization</i> dari MFRP	32
BAB 3 METODE PENELITIAN	35
3.1 Metodologi Penelitian	35
3.2 Sintesa Penelitian	38
3.3 Model Penelitian Awal	42
3.3.1 Notasi Model Awal	43
3.3.2 VRP	44
3.3.3 MFRP (<i>Time Discretization</i>)	45
BAB 4 PENERAPAN MODEL PENELITIAN	49
4.1 Model Penelitian	49
4.1.1 Notasi Model	51
4.1.2 Penjabaran Model Penelitian	53
4.2 Implementasi Model Jaringan Distribusi <i>Urban Logistic</i>	62
4.3 Analisis Sensitivitas	66
4.4 Perubahan Data Konsumen, geografis dari <i>Restriction Area</i> , Perubahan Setiap Iterasi hingga Solusi Optimal	69
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Solusi VRP	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	36
Gambar 4.1 Proses Pemasukkan Variabel Keputusan KLX dan KLY pada Data KX dan KY	55
Gambar 4.2 Hasil Kasus Awal Menggunakan LINGO 17.0	65
Gambar 4.3 Iterasi Pertama dari Hasil LINGO 17.0	70
Gambar 4.4 Iterasi Kedua dari Hasil LINGO 17.0	71
Gambar 4.5 Iterasi Terakhir dari Hasil LINGO 17.0	72
Gambar 4.6 Solusi Optimal dari Hasil LINGO 17.0 pada Kasus Penggunaan <i>Blindvan</i>	74
Gambar 4.7 Solusi Pertama dari Hasil LINGO 17.0 pada Kasus <i>Resupply</i> SH1	75
Gambar 4.8 Solusi Optimal dari Hasil LINGO 17.0 pada Kasus <i>Resupply</i> SH1	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ukuran truk CDD	4
Tabel 1.2 Ukuran <i>Blind Van</i> (Wuling Formo)	6
Tabel 3.1 Studi Literatur Kendaraan <i>Vehicle Routing Problem</i>	39
Tabel 3.2 Studi Liteartur <i>Mobile Facility Routing Problem</i>	40
Tabel 4.1 Notasi Model	51
Tabel 4.2 Data Konsumen serta Noda pada Jaringan Distribusi	62
Tabel 4.3 Data Permintaan Konsumen	63
Tabel 4.4 Data Koordinat dari Depot dan Stationary Hub pada Jaringan Distribusi	63
Tabel 4.5 Data Karakteristik dari Kendaraan yang Digunakan	63
Tabel 4.6 Data Koordinat dari Area Jaringan Distribusi beserta <i>Restriction Area</i>	64
Tabel 4.7 Analisis Sensitivitas pada Biaya Bahan Bakar	64
Tabel 4.8 Data Koordinat dari Area Jaringan Distribusi beserta <i>Restriction Area</i>	69
Tabel 4.9 Data Koordinat Konsumen Perubahan	73

DAFTAR LAMPIRAN

L 1 <i>CODING</i> PADA <i>SOFTWARE LINGO</i>	73
L 2 HASIL IMPLEMENTASI MODEL PADA <i>SOFTWARE LINGO</i>	107

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

Salah satu faktor utama penggerak dari suatu bidang usaha adalah logistik. Logistik secara langsung menjadi bagian dari proses rantai pasok pada setiap perusahaan yang ada, baik dari skala kecil sampai ke skala besar. Logistik merencanakan, menerapkan, mengontrol penyimpanan, pengaturan aliran, serta hubungan informasi yang berkaitan dengan pemenuhan permintaan konsumen. Logistik, bagi masyarakat pada umumnya, berkaitan erat dengan pengiriman barang dari produsen atau distributor menuju konsumen. Dalam dunia rantai pasok, logistik merupakan salah satu faktor yang memiliki peran penting terhadap peningkatan pendapatan dari perusahaan.

Urban logistic merupakan salah satu jenis dari logistik yang salah satu fungsi utamanya adalah mengatur sistem distribusi, terutama berfokus pada pengiriman barang, yang menggerakkan barang dari tempat asal menuju tempat tujuan yang berada di lingkungan perkotaan atau pusat perkotaan dengan menggunakan *freight transport* (alat transportasi yang ditujukan untuk pengangkutan barang). *E-commerce*, suatu sistem perdagangan yang menggunakan elektronik (internet, telepon genggam, dll) sebagai mediator yang semakin

berkembang dan meningkatnya kepadatan penduduk, *urban logistic* menjadi permasalahan yang meningkat pada jaman sekarang (Prakoso, 2018). Di satu sisi, hal ini menghasilkan dampak positif terhadap perusahaan karena semakin banyak permintaan yang muncul di masyarakat. Tetapi tingginya kepadatan penduduk pada suatu kota, hal ini dapat menimbulkan permasalahan yang cukup besar dalam transportasi perkotaan tersebut serta dapat menyebabkan aktivitas keseharian masyarakat terganggu. Pemecahan permasalahan *urban logistic* serta aktivitas-aktivitas *urban logistic* yang dikelola dengan baik akan menjadi keuntungan yang besar bagi masyarakat perkotaan, tidak terkecuali perusahaan-perusahaan yang beroperasi di lingkungan tersebut. Biaya distribusi yang memiliki rata-rata bernilai 16% dari harga jual barang yang dihasilkan merupakan penanda bahwa perlu adanya suatu metode yang digunakan untuk mengurangi biaya yang digunakan untuk mendistribusikan barang (Setiyadi, Adji, & Setiawan, 2015).

Proses distribusi sendiri memegang peranan penting dalam sebuah perusahaan, khususnya untuk perusahaan yang bergerak di bidang logistik. Proses ini dikaitkan dengan penyaluran barang dari suatu pihak menuju pihak lainnya. Distribusi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menggerakkan perekonomian perusahaan dan menjadi peran penting dalam sistem jual-beli. Pada umumnya, pihak – pihak yang berkaitan dengan proses distribusi ini adalah distributor dan konsumen. Distributor merupakan pengirim dari produk yang dimiliki oleh produsen. Pihak ini dapat berdiri sendiri sebagai 3PL (*Third Party Logistic*) atau menjadi bagian dari produsen.

Saat ini, kegiatan perusahaan dalam memenuhi layanan tersebut dilakukan dengan menggunakan kendaraan yang memiliki sebuah kapasitas untuk

mengirimkan barang ke pihak-pihak yang dituju dan telah dijadwalkan sebelumnya. Pengiriman barang dengan jumlah yang besar pastinya akan mengurangi jumlah biaya yang dikeluarkan dalam satu pengiriman. Pada umumnya, kapasitas kendaraan berbanding lurus dengan dimensi dari kendaraan itu sendiri. Semakin besar kendaraan, semakin besar kapasitasnya, konsolidasi akan semakin mudah dilakukan. Tapi di lain sisi, dimensi kendaraan yang besar menyebabkan penjadwalan menjadi semakin sulit karena terdapat jalan yang tidak dapat dilalui kendaraan dan jalan tersebut hanya dapat dilalui oleh kendaraan berdimensi kecil.

Pada dasarnya, pemecahan permasalahan seperti ini dapat dilakukan dengan membuat tempat penyimpanan sementara yang berdekatan dengan konsumen tersebut. Tetapi untuk membuat tempat penyimpanan sementara yang berdekatan dengan konsumen tidak mudah dan murah. Hal ini dikarenakan area perkotaan yang telah padat penduduk dan biaya yang sangat besar harus dikeluarkan untuk membuat tempat penyimpanan sementara tersebut (harga tanah, bangunan, dan fasilitas). Inilah permasalahan yang muncul ketika ingin membuat sistem distribusi pada area perkotaan (*urban area*).

Pada tesis ini akan dikembangkan model pengambilan keputusan ketika terjadi permasalahan *urban logistic* yang bertujuan menurunkan biaya distribusi secara keseluruhan. Model ini diperlukan dan seharusnya dimiliki oleh perusahaan dengan sistem distribusi pada *urban area* agar dapat menganalisa kondisi *urban area* dan posisi dari konsumen sehingga dapat memberikan keputusan dalam sistem distribusi yang baik dari bagian penggunaan kendaraan hingga fasilitas-fasilitas yang mendukung untuk pemenuhan kebutuhan konsumen.

1.2 Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

Salah satu contoh sederhana permasalahan sehari-hari pada proses distribusi adalah proses pengiriman dari oleh suatu perusahaan. Pada umumnya, perusahaan memiliki persediaan barang yang banyak, lalu konsumen akan melakukan pemesanan untuk barang. Setelah itu, *distribution centre* (DC), suatu pusat distribusi yang umumnya memiliki fasilitas *warehouse*, yang dimiliki oleh perusahaan akan mengirimkan barang-barang tersebut menggunakan truk. Truk yang digunakan merupakan truk yang memiliki kapasitas yang besar, pada penelitian ini akan digunakan analogi truk *Colt Diesel Double* (CDD) untuk truk berukuran besar. Dimensi dari truk ini dapat dilihat di Tabel I.1. Memang pada dasarnya, semakin banyak barang yang bisa dilakukan konsolidasi akan menekan biaya, tetapi disinilah permasalahan tersebut muncul jika diterapkan di area perkotaan.

Tabel 1.1 Ukuran truk CDD

	Ukuran Karoseri	Berat	Ukuran Mobil	Mesin
Sumber : kargo.co.id/kapasitas-truk/	Panjang : 560 cm	Berat Kosong : 2,5 Ton	Panjang : 670 cm	Model : 4D34-2AT7
	Lebar : 200 cm	Berat Maksimal : 8 Ton	Lebar : 200 cm	Kapasitas Silinder : 3.908 CC
	Tinggi : 220 cm		Tinggi : 220 cm	Kecepatan Maksimum (Km/Jam) : 112
				Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 136/2.900

Umumnya truk yang besar ini akan mengirimkan barang ke setiap konsumen yang ada. Dikarenakan dimensi dari jalan yang dilalui truk tersebut beragam dan kepadatan penduduk yang tinggi (*urban area*), tidak semua konsumen dapat dilayani oleh truk yang besar ini. Oleh karena itu, perusahaan harus menggunakan kendaraan berdimensi kecil yang akan mengirimkan ke konsumen tersebut. Hal ini


akan mengakibatkan biaya yang harus dikeluarkan semakin besar. Tidak hanya biaya bahan bakar, biaya penggunaan kendaraan berdimensi kecil, juga jumlah kendaraan kecil yang digunakan harus disesuaikan perusahaan. Kendaraan berdimensi kecil ini umumnya dinamakan dengan istilah *last-mile vehicle*.

Konsolidasi *freight* seperti contoh diatas adalah salah satu cara untuk mengantisipasi hal tersebut dan juga efektif dalam menurunkan biaya, tetapi tidak atau kurang efisien jika dilakukan di daerah perkotaan. Pembuatan suatu tempat sementara yang dekat dengan konsumen juga merupakan salah satu cara yang bisa dilakukan. Tempat sementara ini dapat digunakan untuk pergantian jenis kendaraan. Sebagai contoh, jika suatu perusahaan ingin melakukan pengantaran menuju seorang konsumen, tetapi konsumen tersebut tidak memiliki akses untuk truk CDD. Saat kondisi ini terjadi, perusahaan harus menggunakan *last-mile* dikirimkan dari DC menuju konsumen dan ini akan berdampak pada penambahan biaya distribusi. Tetapi saat perusahaan memiliki tempat penitipan sementara yang berdekatan dengan konsumen, maka perusahaan dapat menggunakan truk CDD untuk mengirimkan barang menuju tempat penitipan sementara tersebut. Setelah itu, *last-mile* akan mengambil barang dan mengirimkannya langsung ke konsumen. Tempat penitipan sementara ini hanya perlu memiliki fasilitas standar untuk melakukan operasi distribusi didalamnya dan umumnya dikenal dengan istilah *hub*. *Hub* pada umumnya memiliki tempat yang tetap (memiliki tempat serta fasilitas yang tetap seperti *warehouse* skala kecil) sehingga perusahaan yang memiliki sistem distribusi sendiri, memiliki beberapa *hub* tetap (*stationary hub*).

Semakin lebar suatu area, maka semakin dibutuhkan hub untuk memperkecil biaya pengantaran barang. Saat suatu area melebar atau terdapat area

yang belum dijelajah, perusahaan ingin membuat *stationary hub* di tempat-tempat area tersebut, apalagi tempat tersebut merupakan tempat yang cukup strategis. Hal ini bertujuan untuk memperluas area cakupan sistem distribusi. Tetapi dilain sisi, untuk menetapkan keputusan pembuatan *stationary hub* membutuhkan biaya yang tidak sedikit (biaya tanah, bangunan, dll.). Oleh karena itu, muncul ide untuk membuat *hub* yang dapat bergerak (*mobile hub*). *Mobile hub* (MH) ini adalah sebuah kendaraan yang memiliki fasilitas penyimpanan yang cukup banyak dan dapat ditambahkan fasilitas pendukung ini dapat berpindah tempat layaknya kendaraan pada umumnya. MH biasanya dianalogikan sebagai truk kecil (bisa dalam bentuk van) yang tertutup dan memiliki sisi kanan-kiri yang bisa dibuka (berbeda dengan truk yang hanya bagian belakang yang bisa dibuka). Hal ini berfungsi untuk kemudahan dalam pengaturan persediaan didalam truk kecil tersebut. Truk kecil ini diharapkan bisa lebih dekat dengan konsumen, oleh karena itu truk kecil tersebut tidak memiliki panjang dan lebar sebesar truk CDD. Pemilihan jenis truk kecil yang digunakan juga dapat mempengaruhi sistem kerja distribusi dari perusahaan. Sebagai contoh, terdapat jenis truk yang bernama *Blind van*, dimensi dapat dilihat pada Tabel I.2, yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk mengembangkan sistem MH.

Tabel 1.2 Ukuran *Blind van* (Wuling Formo)

 <p>Sumber : kargo.co.id/kapasitas-truk/</p>	Berat	Ukuran Mobil	Mesin
	Berat Kosong : 1.5 Ton	Panjang : 449 cm	Model : K3 - DE, DOHC
	Berat Maksimal : 3 Ton	Lebar : 200 cm	Kapasitas Silinder : 1298 cc
		Tinggi : 190 cm	Kecepatan Maksimum (Km/Jam) : -
			Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 88/6000

Blind van ini memiliki ciri khas dimana memiliki kapasitas lebih besar dari sepeda motor, ada penutup atas, dan dua pintu samping geser. Seperti yang telah dijelaskan, dua pintu samping geser dapat digunakan untuk mempermudah pendistribusian barang dan penutup atas diperlukan untuk menjaga dari kondisi-kondisi yang membuat barang dapat rusak. Perusahaan dapat menggunakan *blind van* ini untuk mendekati sisi perkotaan yang tidak dapat dijangkau oleh truk CDD dan tidak memungkinkan untuk membuat *stationary hub* di sisi tersebut. Setelah *blind van* sampai di sisi perkotaan tersebut, *last-mile* akan digerakkan menuju *blind van* untuk mengambil barang dari *blindvan* dan mengantarkan barang tersebut ke konsumen-konsumen. Pada Negara Republik Indonesia, *last-mile* disini umumnya adalah sepeda motor (baik *matic* atau bebek) dengan peletakkan barang biasanya berada di depan pengemudi, kiri-kanan motor menggunakan tas, atau di belakang pengemudi. Dimensi dari muatan yang diperbolehkan pada *last-mile* mengikuti informasi dari Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Pasal 10 ayat 4 pada Peraturan Pemerintah no. 74 tahun 2014 yang menyatakan bahwa tinggi maksimal yang diperbolehkan pada sepeda motor adalah 900 milimeter dihitung dari tinggi atas tempat duduk pengemudi. Pada penelitian ini digunakan istilah *last-mile* untuk merujuk pada kendaraan berdimensi kecil yang umumnya digunakan untuk pengantaran barang langsung ke tangan konsumen jika jalur menuju konsumen tersebut tidak memungkinkan untuk digunakan truk CDD ataupun kendaraan MH (*blind van*).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, distribusi merupakan salah satu fokus utama pada dunia logistik, tidak terkecuali dapat menjadi isu utama di dunia industri yang modern ini. Distribusi berkaitan erat dengan transportasi barang dari

satu tempat ke tempat lain. Membuat model transportasi yang efisien dapat membantu proses distribusi barang menjadi lebih baik dan memungkinkan untuk menurunkan biaya yang diperlukan. Pembuatan model transportasi dengan penggunaan truk untuk mendekati barang ke konsumen dengan konsolidasi *freight*, penggunaan *stationary hub* yang sudah dibuat oleh perusahaan, penggunaan *blind van* untuk *mobile hub*, dan pengantaran menggunakan *last-mile* kendaraan untuk mendukung pemenuhan permintaan pelanggan dan berintegrasi dengan komponen lainnya adalah solusi yang membantu permasalahan pada *urban logistic*.

Pada umumnya, bidang yang berfokus pada pengiriman barang kepada konsumen memiliki fondasi dari *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP sudah berkembang jauh hingga terdapat penelitian yang memodelkan dengan menambahkan *time windows* dan kendala kapasitas (El-Sherbeny, 2010). Pada penjelasan sebelumnya, VRP dapat diidentifikasi pada beberapa hal. Meski tidak terlihat, truk CDD yang digunakan untuk mengirimkan barang dari DC menuju *stationary hub*, *blind van* untuk *mobile hub*, dan *last-mile* yang digunakan untuk mengirimkan barang dari *stationary hub* atau *mobile hub* kepada konsumen secara tidak langsung merupakan komponen-komponen dasar pada VRP jika masing-masing komponen tersebut memiliki sistem masing-masing. Oleh karena itu, untuk menggabungkan komponen-komponen tersebut menjadi keseluruhan sistem *urban logistic* yang efisien dan efektif, jumlah truk CDD, *blind van* dan *last-mile* yang sesuai kondisi lapangan (jumlah konsumen, posisi konsumen, akses jalur konsumen, dll.) serta rute yang ditetapkan pada setiap kendaraan yang ada menjadi hal yang krusial.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, terdapat kendaraan yang digunakan untuk *mobile hub*. Dikarenakan *mobile hub* ini berpindah-pindah, maka untuk model yang efektif dan efisien untuk sistem *urban logistic*, peletakan posisi *mobile hub* yang baik juga menjadi hal yang krusial. Pemodelan yang mirip dalam penggunaan *mobile hub* ini sudah ada sebelumnya. Penelitian pertama dilakukan oleh Halper dan Raghavan (2011) dengan memodelkan masalah tersebut bernama *Mobile Facility Routing Problem* (MFRP).

Mobile Facility Routing Problem (MFRP) dan *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan permasalahan yang tidak baru dan dibutuhkan penelitian lebih lanjut jika ingin menggabungkan ide kedua tersebut untuk pemecahan permasalahan pada *urban logistic* yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, ide-ide ini akan menjadi fondasi utama pada penelitian ini agar dapat meningkatkan performansi secara keseluruhan pada model distribusi. Saat ini, berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan dengan menggunakan media internet, belum ada yang melakukan penggabungan ide tersebut untuk memecahkan permasalahan pada *urban logistic*, terutama untuk penggunaan *last-mile* pada *mobile hub*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan suatu model yang dapat mengintegrasikan komponen *stationary hub*, posisi *mobile hub*, serta ketiga jenis kendaraan (truk CDD, *blind van*, dan *last-mile*) agar perusahaan mendapatkan sistem distribusi yang efektif dan efisien. Sistem distribusi yang efektif dan efisien ini akan berdampak pada pengurangan biaya secara keseluruhan. Biaya yang dimaksud disini adalah total biaya yang diperlukan untuk pengantaran barang menuju konsumen. Total biaya tersebut meliputi biaya penggunaan pada masing-

masing kendaraan yang digunakan dan biaya bahan bakar yang dianalogikan sebagai jarak.

Perumusan masalah yang dapat dibuat berdasarkan paparan di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model persamaan total biaya transportasi ketika perusahaan dihadapkan dengan permasalahan *urban logistic* dengan terdapat *stationary hub*, *mobile hub*, serta tiga jenis kendaraan sebagai komponen permasalahan?
2. Bagaimana penerapan dari model tersebut dalam penyelesaian permasalahan jaringan distribusi *urban logistics*?

1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada penulisan tesis ini, penulis membatasi ruang lingkup masalah yang ada sehingga penelitian tetap terfokus pada inti permasalahan penelitian dan tujuan yang ingin dicapai. Beberapa batasan masalah yang digunakan antara lain:

1. Kapasitas pada DC tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
2. Truk CDD, *blind van*, dan *last-mile* tidak memiliki kapasitas yang beragam.
3. Penyelesaian model yang akan diselesaikan menggunakan data hipotetik
4. *Blind van* hanya digunakan untuk *mobile hub*, tidak dapat digunakan untuk mengantarkan barang langsung ke konsumen
5. Terdapat dua jenis konsumen, konsumen dengan akses truk CDD atau konsumen tanpa akses truk CDD
6. Posisi setiap komponen di jaringan distribusi yang ditentukan tidak mengikuti koordinat *latitude* dan *longitude* dari Bumi.
7. Jarak dari dua tempat dihitung dengan menggunakan *euclidean*

8. Tidak ada konsumen yang tidak menerima barang saat rute dibentuk
9. Jenis, dimensi, serta kapasitas transportasi yang digunakan, mengikuti kriteria yang terdapat di Negara Republik Indonesia.
10. Jumlah *stationary hub* tidak dapat ditambah (hanya berdasarkan data hipotetik dengan koordinat yang telah ditentukan)
11. Jumlah *mobile hub* hanya sesuai kendaraan *blind van* yang digunakan
12. Produk sebagai entitas yang berpindah dan diinginkan konsumen berjenis benda padat atau tidak bisa cair (seperti es).
13. Biaya yang digunakan sebagai ukuran performansi adalah biaya bahan bakar (dianalogikan sebagai jarak) dan biaya penggunaan kendaraan.

Selain adanya batasan masalah yang digunakan, dibutuhkan pula asumsi dalam penelitian ini. Asumsi ini bertujuan untuk menyederhanakan masalah yang diteliti. Beberapa asumsi yang digunakan sebagai berikut:

1. Permintaan yang dihadapi perusahaan bersifat deterministik
2. Waktu *loading-unloading* barang dihilangkan
3. Tidak terdapat jam penerimaan barang pada konsumen ataupun *hub*

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai beberapa tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan model persamaan total biaya transportasi ketika perusahaan dihadapkan dengan permasalahan *urban logistic* dengan terdapat *stationary hub*, *mobile hub*, serta tiga jenis kendaraan sebagai komponen permasalahan

2. Menerapkan model yang dibuat dalam kasus permasalahan jaringan distribusi *urban logistics*.

1.5 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan dari manfaat yang diperoleh.

1. Untuk Penulis

Penulis dapat memberikan model untuk membuka kemungkinan permasalahan distribusi dari permasalahan perkotaan yang sudah ada. Selain itu, penulis juga dapat menyalurkan pengetahuan yang sudah didapat selama ini ke bentuk yang nyata yaitu pengembangan ilmu pengetahuan.

2. Untuk Pembaca

Penulisan tesis ini diharapkan dapat menambah pengetahuan yang dimiliki pembaca sehingga dapat dijadikan referensi untuk melakukan pengembangan penelitian di bidang logistik dan transportasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari 6 bagian. Berikut ini adalah sistematika penulisan penelitian

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 untuk *urban logistic* dengan memasukkan faktor penggunaan *stationary hub*, *mobile hub*, dan *last-mile delivery*, melakukan implementasi permasalahan untuk memvalidasi model matematis yang didapatkan, analisis sensitivitas terhadap model yang didapatkan, serta diakhiri dengan kompilasi berbagai hasil yang dihasilkan oleh model lainnya.

BAB 5 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.

