

**PENGEMBANGAN MODEL *HETEROGENEOUS*
VEHICLE ROUTING PROBLEM MULTI TRIP DALAM
KONTEKS LOGISTIK PERKOTAAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Wendy Kurnia
NPM : 2016610158



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

**PENGEMBANGAN MODEL *HETEROGENEOUS*
VEHICLE ROUTING PROBLEM MULTI TRIP DALAM
KONTEKS LOGISTIK PERKOTAAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Wendy Kurnia
NPM : 2016610158



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2020**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Wendy Kurnia
NPM : 2016610158
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN MODEL *HETEROGENEOUS VEHICLE ROUTING PROBLEM* MULTI TRIP DALAM KONTEKS LOGISTIK PERKOTAAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2020

**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Romy Loice, S.T., M.T.)

Pembimbing Pertama

Dosen Pembimbing Kedua

28 Juli 2020

(Fran Setiawan, S.T., M.Sc.)

(Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si.)

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wendy Kurnia

NPM : 2016610158

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

**PENGEMBANGAN MODEL *HETEROGENEOUS VEHICLE ROUTING*
PROBLEM MULTI TRIP DALAM KONTEKS LOGISTIK PERKOTAAN**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 10 Juli 2020



Wendy Kurnia

NPM : 2016610158

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan peningkatan laju urbanisasi di kota-kota besar yang cukup tinggi. Meningkatnya laju urbanisasi di kota-kota besar akan berdampak pada meningkatnya pemenuhan kebutuhan masyarakat, meningkatnya kegiatan distribusi barang, meningkatnya jumlah penggunaan kendaraan pengirim barang, serta meningkatnya tingkat kemacetan di kota tersebut. Hal ini nantinya akan berdampak pada kondisi kota yang semakin macet. Untuk menyelesaikan permasalahan kondisi tersebut, maka dikenalkanlah konsep Logistik Perkotaan (*City Logistic*) untuk membantu menyelesaikan permasalahan ini. Konsep Logistik Perkotaan membantu mengurangi kemacetan yang dihasilkan dari kegiatan distribusi, dengan menyarankan penggunaan kendaraan kecil untuk melayani konsumen yang berada di wilayah kemacetan. Dikarenakan kapasitas angkut kendaraan kecil dan jumlah konsumen yang dilayani sangat terbatas, maka pihak perusahaan tentunya menginginkan utilitas penggunaan kendaraan kecil semaksimal mungkin. Salah satu contoh penyelesaian dari penyelesaian tersebut yaitu dengan mengizinkan kendaraan kecil beroperasi lebih dari 1 kali dalam 1 hari, hal ini sering dimodelkan sebagai *Multi Trip*. Terdapat kenyataan bahwa banyak sekali perusahaan yang memiliki lebih dari 1 jenis kendaraan pengirim atau sering disebut dengan kendaraan yang Heterogen. Maksimasi utilitas dan pemilihan kendaraan sangat berpengaruh pada biaya kegiatan distribusi. Dengan mengkombinasikan *Multi Trip*, kendaraan yang Heterogen, dan konteks Logistik Perkotaan, diharapkan model yang dibangun dapat membantu pihak perusahaan dalam mendapatkan biaya distribusi yang paling rendah serta dapat mengurangi tingkat kemacetan yang dihasilkan dari kegiatan distribusinya.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan model *Heterogeneous Vehicle Routing Problem Multi Trip* (HVRPMT) yang belum mempertimbangkan kemacetan, menjadi mempertimbangkan kemacetan. Pengembangan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan berhasil meminimasi biaya distribusi dan mengurangi tingkat kemacetan yang dihasilkan. Dengan menggunakan *software* AMPL, hasil perhitungan dari 20 kasus yang dibangun terhadap model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan dan model HVRPMT yang tidak mempertimbangkan kemacetan, berhasil mengurangi nilai total kemacetan yang dihasilkan dengan rata-rata 8,134%, meskipun harus mengorbankan biaya total distribusi yang mengalami kenaikan dengan rata-rata 3,519%.

ABSTRACT

Indonesia is one of the country which the increasing rate of urbanization in big cities is quite high. The increasing rate of urbanization have effect on increased fulfilment people needs, increased goods distribution activities, increased use of delivery goods vehicle, and increased level of congestion in that city. This will later have an effect on city condition that are increasingly congested. To adjust the conditions, then City Logistic Context is used to help resolve the problem. City Logistic Context can reduce the total value of congestion that are resulted from distribution activities, by suggesting the use of small vehicle to serve the consumers in the congestion area. Because of small vehicle capacity and the number of consumers serve is limited, then company certainly wants the vehicle usage utility is maximized, by allowing the use of small vehicle to operate more than once a day, this is often modelled as Multi Trip. There is the fact that many companies have more than 1 kind delivery vehicle, this called Heterogen vehicles. Maximized the utility and vehicle selection effect the distribution cost. By combining Multi Trip, Heterogen vehicles, and City Logistic Context, hopefully the model that was built can help company to get the lowest distribution cost and also can reduce congestion level that are resulted from distribution activities.

This research will develop Heterogeneous Vehicle Routing Problem Multi Trip (HVRPMT) model that not yet consider congestion to consider congestion. HVRPMT model development that consider congestion managed to minimize distribution cost and minimize congestion level that are resulted from distribution activites. By using AMPL software, the result of calculations from 20 cases that were built againts HVRPMT model that consider congestion and HVRPMT model that don't consider congestion, managed to reduce the total value of congestion with an average of 8.134%, but at the expense of total distribution cost which increase with an average of 3.519%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat, karunia, dan penyertaannya-Nya skripsi dengan judul 'Pengembangan Model Dan Penyelesaian *Heterogeneous Vehicle Routing Problem Multi Trip* Dalam Konteks Logistik Perkotaan' dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi syarat dalam menempuh pendidikan jenjang Sarjana di bidang Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penyusunan skripsi, peneliti mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Fran Setiawan, S.T., M.Sc. dan Bapak Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah mendampingi, memberikan arahan, memberikan masukan, serta telah meluangkan waktunya selama proses pembuatan skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D. dan Ibu Cynthia Prithadevi Juwono, Ir., M.S. selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan bagi penulisan skripsi ini agar menjadi lebih baik.
3. Orang tua, kakak, dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, dan masukan selama peneliti berkuliah dan menyusun skripsi ini.
4. Ci Erwinna dan Ko Ariel yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat waktu.
5. Elisa dan Eleonora selaku teman makan, teman jalan, dan teman yang selalu ada saat dibutuhkan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Albert, Metania, Devina, Octa, Hanum, Steven, Cindy, dan Jessica selaku teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

7. Teman-teman semasa perkuliahan lainnya yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Teman-teman semasa sekolah yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis ingin memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis terbuka untuk segala kritik dan saran mengenai penulisan skripsi ini yang dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan tentunya bagi pembaca.

Bandung, 25 Juni 2020



Penulis
Wendy Kurnia

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-5
I.3 Pembatasan Masalah	I-10
I.4 Asumsi Penelitian	I-10
I.5 Tujuan Penelitian	I-10
I.6 Manfaat Penelitian	I-11
I.7 Metodologi Penelitian	I-11
I.8 Sistematika Penulisan	I-15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>City Logistic</i>	II-1
II.2 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	II-2
II.3 <i>Multi Trip VRP</i>	II-3
II.4 <i>Heterogenous VRP</i>	II-5
II.5 Model HVRPMTMP	II-5
II.6 <i>V/C Ratio</i>	II-7
II.7 <i>A Mathematical Programming Language (AMPL)</i>	II-9
BAB III PENGOLAHAN DATA	
III.1 Karakteristik Permasalahan	III-1
III.2 Pengembangan Model HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan	III-2
III.3 Penerjemahan Model HVRPMT ke Dalam Bahasa AMPL	III-5
III.4 Validasi dan Verifikasi <i>Script</i> Pada Program AMPL	III-14

III.5	Pengujian Model HVRPMT yang Memperhatikan Kemacetan Dengan Variasi Kasus <i>Artificial</i>	III-17
III.6	Perbandingan Hasil Perhitungan Antara Model HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan dengan Model HVRPMT yang Tidak Mempertimbangkan Kemacetan.....	III-52
BAB IV ANALISIS		
IV.1	Analisis Perbedaan Model HVRPMT yang Tidak Mempertimbangkan Kemacetan Dengan Model HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan	IV-1
IV.2	Analisis Fungsi Tujuan Pada Model AMPL HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan	IV-2
IV.3	Analisis Penentuan Bobot Kendaraan.....	IV-6
IV.4	Analisis Pembuatan Kasus Untuk Menguji Model	IV-7
IV.5	Analisis Hasil Perhitungan Antara Model HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan dan Model HVRPMT yang Tidak Mempertimbangkan Kemacetan	IV-13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tingkat Pelayanan Jalan Dengan Variable V/C Ratio.....	II-8
Tabel III.1 Data Kasus Hipotetik.....	III-15
Tabel III.2 Hasil Perhitungan Kasus Menggunakan Program AMPL.....	III-15
Tabel III.3 Rangkuman Kasus.....	III-17
Tabel III.4 Rangkuman Perbandingan Antar Kasus	III-18
Tabel III.5 Data Kasus 1	III-19
Tabel III.6 Hasil Perhitungan Kasus 1	III-20
Tabel III.7 Data Kasus 2	III-21
Tabel III.8 Hasil Perhitungan Kasus 2	III-22
Tabel III.9 Data Kasus 3	III-22
Tabel III.10 Hasil Perhitungan Kasus 3	III-23
Tabel III.11 Data Kasus 4	III-23
Tabel III.12 Hasil Perhitungan Kasus 4	III-24
Tabel III.13 Data Kasus 5	III-24
Tabel III.14 Hasil Perhitungan Kasus 5	III-25
Tabel III.15 Data Kasus 6	III-26
Tabel III.16 Hasil Perhitungan Kasus 6	III-26
Tabel III.17 Data Kasus 7	III-27
Tabel III.18 Hasil Perhitungan Kasus 7	III-28
Tabel III.19 Data Kasus 8	III-28
Tabel III.20 Hasil Perhitungan Kasus 8	III-29
Tabel III.21 Data Kasus 9	III-30
Tabel III.22 Hasil Perhitungan Kasus 9	III-31
Tabel III.23 Data Kasus 10	III-31
Tabel III.24 Hasil Perhitungan Kasus 10	III-32
Tabel III.25 Data Kasus 11	III-33
Tabel III.26 Hasil Perhitungan Kasus 11	III-34
Tabel III.27 Data Kasus 12	III-35
Tabel III.28 Hasil Perhitungan Kasus 12	III-36
Tabel III.29 Data Kasus 13	III-37

Tabel III.30 Hasil Perhitungan Kasus 13	III-38
Tabel III.31 Data Kasus 14.....	III-38
Tabel III.32 Hasil Perhitungan Kasus 14	III-40
Tabel III.33 Data Kasus 15.....	III-40
Tabel III.34 Hasil Perhitungan Kasus 15	III-42
Tabel III.35 Data Kasus 16.....	III-43
Tabel III.36 Hasil Perhitungan Kasus 16	III-44
Tabel III.37 Data Kasus 17.....	III-44
Tabel III.38 Hasil Perhitungan Kasus 17	III-45
Tabel III.39 Data Kasus 18.....	III-46
Tabel III.40 Hasil Perhitungan Kasus 18	III-47
Tabel III.41 Data Kasus 19.....	III-48
Tabel III.42 Hasil Perhitungan Kasus 19	III-48
Tabel III.43 Data Kasus 20.....	III-49
Tabel III.44 Hasil Perhitungan Kasus 20	III-50
Tabel III.45 Rekapitulasi Hasil Perhitungan.....	III-51
Tabel III.46 Perbandingan Hasil Penentuan Rute Kendaraan Pada Kedua Model.....	III-52
Tabel III.47 Perbandingan Hasil Fungsi Tujuan Antara Kedua Model	III-57
Tabel III.48 Hasil Perbandingan <i>Totalcost</i> Kedua Model.....	III-62
Tabel III.49 Hasil Perbandingan <i>Totalvalue</i> Kedua Model.....	III-64

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Metodologi Penelitian	I-12
Gambar II.1 Contoh Penyelesaian VRP	II-3
Gambar II.2 Contoh Penyelesaian Multi Trip VRP	II-4
Gambar III.1 Tampilan Parameter Pada <i>File Model</i>	III-5
Gambar III.2 Tampilan Variabel Pada <i>File Model</i>	III-7
Gambar III.3 Tampilan Fungsi Tujuan Pada <i>File Model</i>	III-8
Gambar III.4 Tampilan Fungsi Tujuan Terbaru dan Variabel Pada <i>File Model</i>	III-9
Gambar III.5 Tampilan Batasan Pada <i>File Model</i>	III-11
Gambar III.6 Tampilan <i>File Data</i> (1).....	III-12
Gambar III.7 Tampilan <i>File Data</i> (2).....	III-13
Gambar III.8 Tampilan <i>File Run</i>	III-14
Gambar III.9 Tampilan Menjalankan AMPL.....	III-14
Gambar III.10 Ilustrasi Perbandingan Hasil Kasus 4	III-60
Gambar III.11 Ilustrasi Perbandingan Hasil Kasus 15	III-62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A TAMPILAN KESELURUHAN FILE MODELA-1

BAB I

PENDAHULUAN

Pada Bab I akan dibahas mengenai pendahuluan tentang penelitian yang akan dilakukan ini. Bab ini berisikan latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah, asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan juga sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan sebuah negara yang sangat luas dan sangat banyak jumlah penduduknya. Berdasarkan data dari Kemdikbud (2017) dengan luas Indonesia yang mencapai 5,2 juta km² dan jumlah penduduk yang mencapai 260 juta orang membuat Indonesia menjadi salah satu target pasar berbagai produsen makanan, otomotif, elektronik, dan lain-lain. Namun pembangunan pada Negara Indonesia hanya terjadi pada sebagian daerah terutama kota-kota besar saja. Hal ini mengakibatkan adanya ketidakseimbangan pembangunan di berbagai daerah yang membuat banyak masyarakat Indonesia berlomba-lomba berpindah ke kota besar.

Mengacu dari kenyataan saat ini bahwa Indonesia sedang mengalami peningkatan laju urbanisasi di kota-kota besar, terutama di pulau Jawa seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung, mengakibatkan penyebaran masyarakat tidak merata pada setiap kota-kota lain. Berdasarkan tulisan Subinarto (2019) data laju urbanisasi dari Litbang Ketransmigrasian Republik Indonesia pada tahun 1980 hingga 1990 di negeri ini melonjak dari 22,3% menjadi 30,9%. Sedangkan pada tahun 2000 urbanisasi meningkat menjadi 42%. Angka ini terus meningkat hingga 45% pada tahun 2019, dan diperkirakan pada tahun 2025 urbanisasi akan mendekati angka 70%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa akan semakin banyak masyarakat yang bermigrasi ke kota-kota besar, sehingga pemenuhan kebutuhan masyarakat lebih terpusat di kota-kota besar. Dengan meningkatnya tingkat pemenuhan kebutuhan masyarakat maka tingkat kebutuhan pengiriman atau pengantaran barang akan meningkat juga. Tingkat

kebutuhan pengiriman barang yang meningkat di kota-kota besar akan berdampak pada semakin banyaknya kendaraan pengirim barang yang berseliweran di kota tersebut. Semakin banyaknya kendaraan pengirim barang maka tingkat kemacetan pada kota tersebut akan semakin meningkat. Dengan meningkatnya kemacetan hal ini akan berdampak buruk bagi keadaan lalu lintas kota tersebut.

Salah satu kota besar di Indonesia dengan tingkat laju urbanisasi yang tinggi adalah Kota Bandung. Laju urbanisasi yang tinggi mengakibatkan Bandung menjadi kota yang sering mengalami kemacetan. Di era modern ini tingkat konsumsi masyarakat di kota-kota besar seperti Kota Bandung terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini mengakibatkan perusahaan-perusahaan menjadi lebih sering melakukan pengiriman karena tingkat konsumsi yang tinggi mengakibatkan barang yang tersedia menjadi lebih cepat habis. Selain itu tingkat konsumtif yang terus meningkat mengakibatkan semakin banyaknya pengiriman barang hasil dari berbelanja online di aplikasi ternama seperti Tokopedia, Shopee, dan lain-lain. Kota Bandung dengan kemacetannya ditambah dengan pengiriman yang lebih berkala dari perusahaan penghasil barang serta pengiriman barang hasil berbelanja online mengakibatkan Kota Bandung ditempatkan sebagai kota termacet di Indonesia menurut Bank Pembangunan Asia (ADB) pada tahun 2019 kemarin. Permasalahan kemacetan di Kota Bandung akan semakin memburuk apabila setiap perusahaan menggunakan kendaraan-kendaraan besar seperti truk dalam melakukan kegiatan distribusinya.

Salah satu konsep yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kemacetan dan polusi lingkungan yang meningkat pada lingkungan perkotaan adalah konsep Logistik Perkotaan. Menurut Taniguchi, Thompson, Yamada, & Duin (2001), *City Logistic* atau Logistik Perkotaan merupakan sebuah konsep pengelolaan dan pengangkutan barang dalam kota yang memberikan dampak pada lingkungan alam, sosial, dan segala aktivitas pada kota tersebut. Konsep Logistik Perkotaan dapat membantu mengurangi kemacetan kota, yaitu dengan menganjurkan penggunaan kendaraan kecil untuk melayani konsumen yang berada di wilayah kemacetan tentunya dengan frekuensi penggunaan kendaraan yang efektif juga. Hal ini dapat membantu mengurangi tingkat penggunaan kendaraan pengirim barang terutama kendaraan berkapasitas besar, sehingga kemacetan dan polusi lingkungan pada

kota tersebut tidak bertambah terlalu besar jika dibandingkan dengan penggunaan kendaraan kecil.

Dengan menggunakan konsep Logistik Perkotaan diharapkan tingkat penggunaan kendaraan berkapasitas besar di Kota Bandung akan semakin berkurang sehingga tingkat kemacetan yang ada di Kota Bandung akan semakin berkurang juga. Dalam permasalahan Logistik Perkotaan pengiriman barang pada wilayah yang sering mengalami kemacetan sebaiknya atau disarankan dilakukan menggunakan kendaraan kecil (Taniguchi et al., 2001). Salah satu kendaraan kecil yang sering digunakan adalah motor roda 3 dengan *delivery box*. Kendaraan kecil seperti roda 3 dengan *delivery box* memiliki volume kendaraan yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan truk. Dengan volume kendaraan yang relatif kecil, penggunaan kendaraan kecil dapat mengurangi kemacetan yang dihasilkan dari kegiatan pengiriman barang atau distribusi karena kendaraan tersebut tidak memakan ruas jalan terlalu besar. Selain itu kendaraan kecil juga dapat digunakan dalam pengiriman barang menuju konsumen meskipun akses jalan menuju konsumen sangat terbatas. Berbeda dengan kendaraan besar yang hanya dapat melayani konsumen dengan akses yang memadai saja.

Dalam konteks Logistik Perkotaan biasanya permasalahan yang diselesaikan terdiri dari beberapa jenis kendaraan yang berbeda-beda kapasitasnya tergantung jumlah kendaraan yang dimiliki perusahaan tersebut. Apabila terdapat dua, tiga, atau lebih kendaraan maka kendaraan-kendaraan tersebut dapat dibedakan kapasitasnya menjadi kendaraan berkapasitas kecil dan kendaraan berkapasitas besar. Adanya prioritas penggunaan kendaraan kecil untuk melayani konsumen yang berada di wilayah macet dinilai dapat membantu mengurangi nilai kemacetan yang dihasilkan serta memberikan nilai utilisasi yang lebih baik apabila diijinkan untuk melakukan *Multi Trip* pada kegiatan distribusinya.

Terdapat kelebihan dan kekurangan dari penggunaan kendaraan kecil. Kelebihan penggunaan kendaraan kecil adalah waktu pengiriman barang yang menggunakan kendaraan kecil akan lebih jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan penggunaan kendaraan besar, sedangkan kekurangan penggunaan kendaraan kecil adalah volume atau jumlah barang yang dapat diantarkan relatif sedikit dan terbatas jika dibandingkan dengan penggunaan kendaraan besar.

Kekurangan dari penggunaan kendaraan kecil jika mengikuti karakteristik VRP pada umumnya (kendaraan hanya diijinkan untuk melakukan pengiriman 1 kali dalam 1 hari) dan tidak diijinkan untuk melakukan *Multi Trip* maka akan mengakibatkan utilitas penggunaan kendaraan yang sangat rendah.

Permasalahan Logistik Perkotaan merupakan aspek yang harus diperhatikan karena memiliki pengaruh terhadap biaya pengiriman dan tingkat pelayanan konsumen. Biaya pengiriman yang optimal akan mengurangi biaya yang akan dikeluarkan sedangkan tingkat pelayanan konsumen yang baik akan meningkatkan tingkat kepuasan konsumen. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan kemacetan pada Logistik Perkotaan adalah dengan mengoptimalkan rute tiap kendaraan. Tujuan dari dilakukannya optimasi rute tiap kendaraan dalam konsep Logistik Perkotaan adalah untuk mengoptimalkan kendaraan yang digunakan dalam melakukan pengiriman barang secara lebih efektif dan tepat sasaran pada konsumen yang dituju. Salah satu metode dalam menentukan rute kendaraan yang optimal terdapat permasalahan yang dikenal dengan *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Menurut Yeun, Ismail, Omar, dan Zirour (2008) *Vehicle Routing Problem* merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang optimal dalam pendistribusian atau pengiriman barang dari satu depot (gudang) atau lebih menuju konsumen-konsumen di lokasi yang berbeda-beda dengan permintaan yang telah diketahui dan memenuhi sejumlah kendala. Maka VRP dalam permasalahan Logistik Perkotaan berperan sebagai penentu rute kendaraan pengirim barang yang optimal serta dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan perkotaan yang dihasilkan dari kegiatan distribusinya.

Salah satu contoh perusahaan yang sering melakukan kegiatan distribusi di kota yang sering mengalami kemacetan adalah perusahaan Yogya Group yang berada di Kota Bandung. Yogya Group merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang penyedia barang kebutuhan sehari-hari konsumen, seperti pakaian, makanan, minuman, dan lain-lain. Dalam memenuhi permintaan konsumen di berbagai daerah, Yogya Group biasanya menggunakan beberapa jenis kendaraan pengirim yang memiliki kapasitas berbeda-beda. Barang-barang yang telah masuk ke dalam gudang atau depot utama akan dikirimkan menuju cabang-cabang minimarket dan supermarket Yogya yang berada di berbagai daerah atau region. Yogya Group memiliki armada angkut dengan kapasitas

yang berbeda-beda, seperti motor roda 3 dengan *delivery box*, mobil box, dan truk. Sesuai dengan konsep Logistik Perkotaan atau *City Logistic*, barang yang akan dikirimkan ke cabang regional Yogya yang berada di wilayah macet sebaiknya menggunakan kendaraan kecil agar dapat mengurangi tingkat kemacetan yang dihasilkan oleh kegiatan distribusi Yogya pada kota tersebut. Penentuan kendaraan yang berbeda-beda kapasitasnya pada kota yang sering mengalami kemacetan penting dilakukan dikarenakan Kota Bandung sudah menjadi kota yang cukup macet, sehingga penggunaan kendaraan besar sebisa mungkin tidak dilakukan terkecuali untuk pengiriman dengan *demand* yang besar dan pada jalan yang tidak mengalami kemacetan. Karena apabila Yogya Group melakukan pemilihan kendaraan yang tepat sesuai dengan kondisi kemacetan cabang regional yang akan dituju, Yogya Group dapat membantu mengurangi penambahan kemacetan yang ada di Kota Bandung.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Vehicle Routing Problem (VRP) menurut Yeun et al., (2008) merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang optimal dalam pendistribusian atau pengiriman barang dari satu depot (gudang) atau lebih menuju konsumen-konsumen di lokasi yang berbeda-beda dengan permintaan yang telah diketahui dan memenuhi sejumlah kendala. Menurut Toth dan Vigo (2002) terdapat 4 buah tujuan yang ingin dicapai dalam VRP. Tujuan yang pertama adalah meminimasi ongkos perjalanan secara keseluruhan sesuai dengan rute yang optimal. Tujuan kedua adalah meminimasi jumlah kendaraan yang digunakan untuk melayani konsumen. Tujuan ketiga adalah untuk menyeimbangkan rute. Dan tujuan keempat adalah meningkatkan kepuasan pelanggan atau meminimasi keluhan pelanggan. Tujuan yang digunakan pada penelitian ini adalah tujuan 1, 2, dan 3, karena permasalahan penelitian ini akan mengacu pada biaya kegiatan distribusi, penggunaan kendaraan, dan rute pengiriman yang sesuai dengan keadaan kemacetan konsumen. Konsep VRP biasanya diterapkan oleh perusahaan dalam pengiriman barang hasil produksi mereka, namun seiring perkembangan zaman konsep VRP juga diterapkan oleh jasa pengiriman seperti JNE, JNT, dan lain-lain. Namun permasalahan VRP ini memiliki kekurangan karena penentuan rute yang telah dibuat biasanya memiliki karakteristik hanya dapat melakukan pengiriman 1 kali dalam 1 hari. Di beberapa kasus pada zaman

modern ini dengan karakteristik pengiriman 1 kali dalam 1 hari akan sangat merugikan dari segi finansial maupun segi waktu. Karena kendaraan pengirim barang beserta supir pengirim barang akan menganggur ketika barang telah diantar ke konsumen.

Utilitas kendaraan yang baik (maksimum) dapat membantu mengurangi biaya total dari kegiatan distribusi perusahaan. Utilitas yang rendah akan memberikan masalah bagi perusahaan karena kendaraan lebih sering menganggur daripada dipakai untuk mengirimkan barang. Dari permasalahan tersebut terdapat sebuah pengembangan model VRP yang dapat memaksimalkan utilitas penggunaan kendaraan yaitu *Multi Trip VRP*. Menurut Suprayogi dan Priyandari (2009) *Multi Trip VRP* merupakan sebuah konsep pengalokasian kendaraan pada berbagai rute yang memungkinkan kendaraan melakukan lebih dari 1 rute pengiriman dalam 1 hari (periode). Dengan diijinkannya kendaraan melakukan lebih dari 1 rute pengiriman, maka utilisasi penggunaan kendaraan untuk mengirimkan barang lebih baik daripada permasalahan VRP pada umumnya. Seperti yang telah disinggung dalam permasalahan VRP umumnya, kendaraan kecil sering menganggur karena frekuensi penggunaan kendaraan kecil hanya dapat melakukan 1 rute pengiriman dalam satu hari, maka dalam *Multi Trip VRP* frekuensi penggunaan kendaraan kecil menjadi lebih sering digunakan karena kendaraan kecil diijinkan melakukan lebih dari 1 rute pengiriman hingga waktu maksimum kerja dalam 1 hari (periode) sudah mencapai maksimal.

Selain pengembangan model *Multi Trip VRP* ada juga pengembangan model VRP lainnya yaitu *Heterogeneous VRP*. Menurut Brandão (2011) *Heterogeneous VRP* digunakan untuk mendukung permasalahan VRP pada perusahaan yang memiliki 2 atau lebih jenis kendaraan pengirim barang yang berbeda kapasitasnya. Sedangkan VRP pada umumnya memiliki asumsi bahwa hanya terdapat 1 jenis kendaraan pengirim barang dengan kapasitas yang sama semua. Dengan adanya pengembangan model *Heterogeneous VRP* maka permasalahan VRP yang pada awalnya dianggap kurang memuaskan untuk menangani kasus dengan 2 atau lebih kendaraan pengirim menjadi memuaskan untuk diselesaikan. Model *Heterogeneous VRP* diciptakan dengan melihat sebuah kenyataan bahwa hampir seluruh perusahaan yang melakukan pengiriman barang memiliki lebih dari 1 jenis kendaraan pengirim. Karena

terdapat lebih dari 1 jenis kendaraan pengirim maka kendaraan tersebut memiliki kapasitas angkut yang berbeda-beda. Penyelesaian *Heterogeneous* VRP akan menghasilkan penggunaan beberapa jenis kendaraan menurut kapasitasnya dalam melakukan pengiriman barang dengan utilisasi kendaraan yang beragam. Namun *Heterogeneous* VRP masih memiliki nilai utilitas penggunaan kendaraan yang rendah, karena karakteristik penggunaan kendaraan pengirim barang hanya dapat melakukan pengiriman 1 kali dalam 1 hari (periode) sesuai dengan karakteristik VRP.

Oleh karena itu berdasarkan kenyataan bahwa dalam permasalahan perusahaan yang menginginkan penggunaan kendaraannya harus dimaksimalkan utilitasnya, serta kenyataan bahwa perusahaan biasanya memiliki lebih dari 1 jenis kendaraan maka dibangunlah model HVRPMT (*Heterogeneous VRP Multi Trip*). Dengan mengkombinasikan pengembangan model *Multi Trip* VRP dan *Heterogeneous* VRP maka didapatkan model yang dapat mengakomodasi utilisasi penggunaan kendaraan pengirim barang yang lebih baik karena tidak memiliki karakteristik pengiriman 1 kali dalam 1 hari, serta banyaknya jumlah kendaraan pengirim barang dengan kapasitas berbeda-beda yang disebut dengan *Heterogeneous VRP Multi Trip* (HVRPMT). HVRPMT merupakan pengembangan model yang cukup relevan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di kehidupan zaman sekarang. Pada kenyataannya sebagian besar perusahaan pengirim barang memiliki 2 atau lebih jenis kendaraan pengirim, dan dari setiap jenis kendaraan tersebut perusahaan menginginkan nilai utilitas terbesar yang paling memungkinkan untuk dilakukan. Permasalahan model HVRPMT ini sudah pernah dikembangkan oleh Setiawan, Masruroh, dan Pramuditha (2019). Pada jurnal tersebut memberikan hasil penyelesaian HVRPMT yang dapat meminimasi biaya total dari berbagai jenis kendaraan yang diijinkan untuk melakukan pengiriman lebih dari 1 rute pengiriman dalam satu hari. Namun model HVRPMT yang pernah dikembangkan oleh Setiawan et al., (2019) belum memasukkan atau mempertimbangkan permasalahan Logistik Perkotaan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan model HVRPMT yang telah memasukkan permasalahan Logistik Perkotaan, serta memperhatikan juga unsur kemacetan yaitu *Volume Demand to Capacity Ratio* (*V/C Ratio*) pada model tersebut.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) *V/C Ratio* atau *Volume Demand to Capacity Ratio* merupakan nilai perbandingan antara jumlah kendaraan pada satu segmen jalan dengan kapasitas jalan raya tersebut. Terdapat 3 buah kriteria pendukung dari nilai *V/C Ratio* yaitu nilai *V/C Ratio* lebih kecil dari 1, nilai *V/C Ratio* sama dengan 1, dan nilai *V/C Ratio* lebih besar dari 1 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Untuk nilai *V/C Ratio* lebih kecil dari 1 berarti lalu lintas pada jalanan tersebut tidak mengalami kemacetan, sedangkan untuk nilai *V/C Ratio* sama dengan 1 berarti lalu lintas pada jalanan tersebut sesuai atau seimbang dengan kapasitasnya, dan untuk nilai *V/C Ratio* lebih besar dari 1 berarti lalu lintas pada jalanan tersebut mengalami kemacetan. Secara garis besar penyelesaian yang akan dilakukan terhadap permasalahan HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan (*V/C Ratio*) akan memberikan hasil seperti berikut, untuk nilai *V/C Ratio* yang lebih kecil dari 1 diharapkan pengiriman dilakukan menggunakan kendaraan besar, sedangkan untuk nilai *V/C Ratio* yang sama dengan 1 diharapkan pengiriman dilakukan menggunakan kendaraan kecil, sedang, maupun besar, dan untuk nilai *V/C Ratio* yang lebih besar dari 1 diharapkan pengiriman dilakukan menggunakan kendaraan kecil. Untuk nilai *V/C Ratio* sama dengan 1 kendaraan yang digunakan dapat disesuaikan dengan jumlah *demand* konsumen dan ketersediaan kendaraan yang ada, namun tetap diharapkan pengiriman dilakukan dengan menggunakan kendaraan kecil agar dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan yang dihasilkan. Dari segi penyelesaian permasalahan hal ini sudah sesuai dengan kenyataan di kehidupan nyata, ketika jalanan tersebut sering mengalami kemacetan maka perusahaan sebaiknya menggunakan kendaraan kecil untuk mengirimkan barang, sedangkan jika jalanan tersebut jarang atau tidak pernah mengalami kemacetan maka perusahaan diperbolehkan menggunakan kendaraan besar untuk mengirimkan barang. Tidak hanya kemacetan saja, pemilihan kendaraan juga kembali disesuaikan dengan ukuran barang dan jumlah *demand* konsumen yang dituju.

Pada konsep Logistik Perkotaan terdapat beberapa area permasalahan seperti polusi lingkungan, kemacetan lalu lintas, konsumsi energi, dan kelancaran kegiatan non logistik di perkotaan. Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan model yang berfokus pada permasalahan kemacetan. Dengan menyelesaikan permasalahan kemacetan, tentunya polusi lingkungan yang

dihasilkan dapat berkurang karena, durasi atau lama waktu kendaraan-kendaraan menggunakan energi bahan bakar juga akan berkurang. Hal ini akan berdampak pada konsumsi energi bahan bakar yang rendah, sehingga energi bahan bakar yang tidak terbarukan tersebut dapat bertahan lebih lama dan tidak terbuang sia-sia di tengah kemacetan perkotaan. Selain itu penyelesaian permasalahan kemacetan juga berdampak pada berkurangnya kemacetan pada kegiatan non logistik di jalanan perkotaan. Menurut Taniguchi et al., (2001) salah satu cara untuk mengurangi kemacetan adalah dengan penyaranan penggunaan kendaraan kecil. Dengan menggunakan kendaraan yang lebih kecil, tentunya bahan bakar yang dibutuhkan pada ruang bakar kendaraan tersebut lebih kecil daripada kendaraan yang lebih besar, sehingga penggunaan energi bahan bakar menjadi lebih sedikit juga.

Dalam penelitian HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan terdapat beberapa jenis kendaraan dengan kapasitas yang berbeda-beda dan rute pengiriman yang dapat dilakukan lebih dari 1 kali dalam 1 hari. Dalam permasalahan HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan, salah contoh dari kendaraan berkapasitas kecil yang sering digunakan adalah sepeda motor roda 3 dengan *delivery box*, jenis kendaraan seperti ini sangat cocok digunakan untuk melewati kemacetan karena bentuk dari kendaraan yang kecil sehingga dapat menyalip di tengah kemacetan dan dapat masuk ke gang-gang yang tidak dapat dilalui oleh mobil ataupun truk. Contoh dari kendaraan berkapasitas sedang yang sering digunakan adalah mobil *box*, jenis kendaraan seperti ini cocok digunakan untuk melakukan pengiriman barang dengan volume yang cukup besar untuk memenuhi *demand* yang besar juga. Jenis kendaraan seperti ini juga sangat cocok untuk melakukan pengiriman ke jalanan dengan lalu lintas yang normal (*V/C Ratio = 1*). Contoh dari kendaraan berkapasitas besar yang sering digunakan adalah truk, jenis kendaraan ini cocok digunakan untuk melakukan pengiriman barang dengan volume yang lebih besar daripada mobil *box* dan motor roda 3. Tentunya jenis kendaraan seperti ini hanya cocok digunakan untuk melakukan pengiriman ke jalanan yang tidak mengalami kemacetan. Penggunaan kendaraan yang tepat sasaran pada kondisi konsumen ditambah dengan *Multi Trip*, dinilai dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan yang dihasilkan dari kegiatan pengiriman barang perusahaan tersebut.

Dari identifikasi masalah yang telah dipaparkan dapat ditarik 2 buah rumusan masalah. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengembangan model HVRPMT yang telah diberi unsur kemacetan (*V/C Ratio*) dalam permasalahan Logistik Perkotaan?
2. Bagaimana perbandingan hasil dari beberapa kasus hipotetik yang dibangun terhadap model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan (*V/C Ratio*) dengan model HVRPMT yang tidak mempertimbangkan kemacetan?

I.3 Pembatasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah dan asumsi penelitian yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini. Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tidak memperhatikan *Time Window*.
2. Menggunakan data hipotetik.
3. Total waktu perjalanan tidak boleh melebihi jam kerja yang telah ditentukan.

I.4 Asumsi Penelitian

Setelah menetapkan pembatasan masalah pada penelitian ini, diperlukan juga penetapan asumsi penelitian. Asumsi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Nilai *V/C Ratio* selalu konstan.
2. *Demand* untuk setiap konsumen sudah diketahui dan harus dipenuhi.

I.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan model HVRPMT yang telah diberi unsur kemacetan (*V/C Ratio*) dalam permasalahan Logistik Perkotaan.
2. Mengetahui perbandingan hasil dari beberapa kasus hipotetik yang dibangun terhadap model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan (*V/C Ratio*) dengan model HVRPMT yang tidak mempertimbangkan kemacetan.

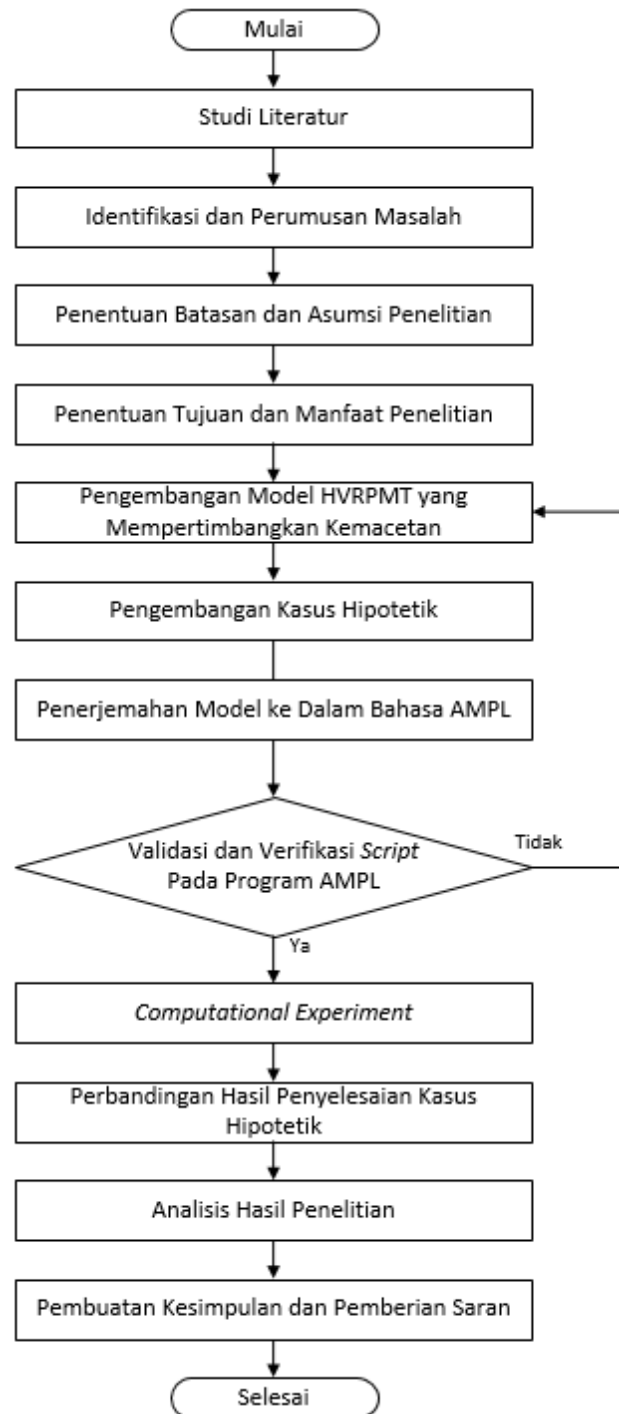
I.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa manfaat yang dapat diambil oleh pihak pembaca. Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Dapat memberikan rekomendasi rute pengiriman optimal dengan penggunaan berbagai macam jenis kapasitas kendaraan bagi pembaca yang bergerak dalam bidang pengiriman barang.
2. Membantu menyelesaikan permasalahan mengenai Logistik Perkotaan yang relevan dengan keadaan sekarang.
3. Menambah literatur varian dari VRP dalam permasalahan Logistik Perkotaan.

I.7 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mengawali dan mengakhiri penelitian. Terdapat 12 langkah yang dilakukan peneliti yaitu studi literatur, identifikasi dan perumusan masalah, penentuan batasan dan asumsi penelitian, penentuan tujuan dan manfaat penelitian, pengembangan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan, pengembangan kasus hipotetik, penerjemahan model ke dalam bahasa AMPL, validasi dan verifikasi, *computational experiment*, perbandingan hasil penyelesaian kasus hipotetik, analisis hasil penelitian, hingga pembuatan kesimpulan dan pemberian saran.



Gambar I.1 Metodologi Penelitian

Berdasarkan Gambar I.1 terdapat 10 langkah untuk memulai dan menyelesaikan penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan 10 langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini.

1. Studi Literatur

Langkah pertama yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur pada penelitian ini berupa pencarian gambaran dan penambahan wawasan mengenai topik permasalahan yang akan diteliti, serta pencarian metode-metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian. Studi literatur dapat diambil dari berbagai sumber, seperti buku, berita *online* dengan sumber terpercaya, dan jurnal.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Langkah kedua adalah melakukan identifikasi dan perumusan masalah dari studi literatur yang telah dilakukan. Identifikasi masalah dilakukan dengan melihat sebuah fakta atau kenyataan. Lalu dari fakta atau kenyataan tersebut dibuatlah rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini.

3. Penentuan Batasan dan Asumsi Penelitian

Langkah ketiga adalah melakukan penentuan batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan melakukan penentuan batasan dan asumsi dalam penelitian ini, penelitian yang dilakukan menjadi tidak menyimpang atau melewati batas yang diinginkan dan memiliki asumsi yang dapat mengendalikan hal-hal yang tidak dapat dikendalikan.

4. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Langkah keempat adalah melakukan penentuan tujuan dan manfaat penelitian. Tujuan penelitian harus sesuai dan sejalan dengan yang ada pada perumusan masalah. Manfaat penelitian ditentukan agar pembaca dan peneliti dapat memperoleh sesuatu ketika membaca penelitian ini.

5. Pengembangan Model HVRPMT yang Mempertimbangkan Kemacetan

Setelah menyelesaikan 4 langkah di atas, maka pengembangan model dapat dilakukan sesuai dengan perumusan masalah serta batasan dan asumsi penelitian yang telah dibuat. Pengembangan model yang dilakukan adalah pengembangan model HVRPMT yang dibawa ke permasalahan Logistik Perkotaan dan diberi unsur kemacetan (*V/C Ratio*). Pengembangan model akan dinamakan sebagai model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan.

6. Pengembangan Kasus Hipotetik

Untuk menguji model yang telah dibuat, maka dilakukan pengembangan kasus hipotetik dengan membangun sejumlah kasus yang dapat mengakomodasi permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan model tersebut. Dalam pengembangan kasus hipotetik ini terdapat *software* pembantu

yang digunakan untuk mencari hasil penyelesaian yaitu *software A Mathematical Programming Language* (AMPL).

7. Penerjemahan Model ke Dalam Bahasa AMPL

Model matematis yang ada pada model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan, diterjemahkan ke dalam program AMPL sesuai dengan bahasa pemrograman AMPL.

8. Validasi dan Verifikasi *Script* Pada Program AMPL

Hasil terjemahan model ke dalam bahasa AMPL perlu divalidasi dan diverifikasi. Langkah validasi berupa hasil pengujian sebuah kasus yang dibangun menghasilkan penggunaan kendaraan kecil untuk melayani konsumen yang berada di wilayah kemacetan, biaya total minimum, dan nilai total kemacetan yang dihasilkan juga minimum. Langkah verifikasi berupa pengecekan kembali hasil terjemahan pada program AMPL agar tidak terjadi kesalahan pengetikan yang mengakibatkan program AMPL tidak dapat berjalan dengan baik. Apabila model tidak valid dan tidak terverifikasi maka model akan kembali dikembangkan pada langkah kelima, dan apabila model valid dan terverifikasi maka selanjutnya akan dilakukan *Computational Experiment*.

9. *Computational Experiment*

Pada langkah *Computational Experiment* akan dilakukan percobaan perhitungan pada sejumlah kasus yang dibangun menggunakan program AMPL terhadap model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan.

10. Perbandingan Hasil Penyelesaian Kasus Hipotetik

Setelah model tervalidasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan hasil penyelesaian kasus hipotetik yang dibangun menggunakan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan dan model HVRPMT yang tidak mempertimbangkan kemacetan. Dari perbandingan hasil tersebut, nantinya dapat dilihat bahwa pengembangan model yang dilakukan berhasil mengatasi permasalahan pada perumusan masalah atau tidak.

11. Analisis Hasil Penelitian

Setelah menyelesaikan tahapan pengolahan data dari pengembangan model hingga perbandingan hasil penyelesaian kasus hipotetik, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dari hasil penelitian. Analisis ini bertujuan untuk menganalisa pemilihan keputusan yang berhubungan dengan hasil penelitian.

12. Pembuatan Kesimpulan dan Pemberian Saran

Langkah terakhir adalah melakukan pembuatan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan akan menjawab poin-poin yang tertera pada rumusan masalah, sedangkan pemberitan saran merupakan pendapat atau usulan dari peneliti berdasarkan hasil penelitian untuk penelitian selanjutnya.

I.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan penjelasan rencana penulisan yang dimulai dari Bab 1 yaitu Pendahuluan hingga Bab 5 yaitu Kesimpulan dan Saran. Sistematika penulisan bertujuan untuk membuat laporan penelitian ini menjadi lebih terstruktur dan mudah dimengerti pembaca. Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada Bab I akan dibahas mengenai pendahuluan tentang penelitian yang akan dilakukan ini. Bab ini berisikan latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah, asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan juga sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II akan dibahas mengenai tinjauan pustaka atau dasar dari teori-teori yang mendukung dengan penelitian yang dilakukan. Bab ini berisikan tinjauan pustaka dari *City Logistic*, *Vehicle Routing Problem*, *Multi Trip VRP*, *Heterogeneous VRP*, *V/C Ratio*, Model HVRPMTMP, dan *A Mathematical Programming Language (AMPL)*.

BAB 3 PENGOLAHAN DATA

Pada Bab III akan dibahas mengenai pengembangan model beserta hasilnya yang dilakukan selama proses penelitian berlangsung. Diawali dengan adanya penjelasan karakteristik model yang akan dibuat, lalu pengembangan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan, lalu melakukan penerjemahan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan ke dalam bahasa AMPL, lalu melakukan validasi dan verifikasi *script* pada program AMPL, dilanjutkan dengan membangun beberapa data kasus untuk pengolahan data dalam model, dan langkah terakhir adalah membandingkan hasil data kasus

yang telah dibangun berdasarkan hasil perhitungan pengembangan model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan dengan model HVRPMT yang tidak mempertimbangkan kemacetan.

BAB 4 ANALISIS

Pada Bab IV akan dibahas mengenai analisis-analisis terhadap pengembangan model yang telah dilakukan beserta hasilnya. Analisis pada bab ini merupakan alasan pemilihan keputusan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah selama proses penelitian berlangsung. Terdapat penjelasan analisis dari perbedaan kedua model, fungsi tujuan Model HVRPMT yang mempertimbangkan kemacetan, penentuan bobot kendaraan, dan pembuatan kasus untuk menguji model.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab V akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan akan menjawab poin-poin pada rumusan masalah, sedangkan saran merupakan pendapat atau usulan dari peneliti berdasarkan hasil penelitian untuk penelitian selanjutnya.