

**PENGEMBANGAN *TIME WINDOW PRIORITY*
MODEL DENGAN MEMPERTIMBANGKAN DIMENSI
KOMPONEN ANGKUT**

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

Nama : Octa Manasye Horas
NPM : 2016610053



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

**PENGEMBANGAN *TIME WINDOW PRIORITY*
MODEL DENGAN MEMPERTIMBANGKAN DIMENSI
KOMPONEN ANGKUT**

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

Nama : Octa Manasye Horas
NPM : 2016610053



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



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
Bakuning Hyang Mrih Guna Santyaya Bhakti

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG



Nama : Octa Manasye Horas
NPM : 2016610053
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN *TIME WINDOW PRIORITY MODEL*
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN DIMENSI
KOMPONEN ANGKUT

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2020

**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

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

Pembimbing Pertama

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



PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Octa Manasye Horas

NPM : 2016610053

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

PENGEMBANGAN *TIME WINDOW PRIORITY MODEL* DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN DIMENSI KOMPONEN ANGKUT

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, 3 Juli 2020

Octa Manasye Horas

NPM : 2016610053

ABSTRAK

Vehicle routing problem (VRP) merupakan permasalahan mengenai optimasi penentuan rute perjalanan dengan tujuan meminimasi jarak, waktu, maupun biaya yang digunakan dalam proses distribusi. Salah satu jenis pengembangan VRP adalah *time window priority model* (TWPM). Sesuai dengan namanya, TWPM memprioritaskan *time window* dalam model matematis sehingga kendaraan tidak mengalami keterlambatan waktu untuk sampai di setiap titik pada saat proses distribusi. Terdapat kekurangan yang terdapat dalam TWPM, yaitu kapasitas angkut hanya mempertimbangkan volume kontainer kendaraan dan volume komponen angkut sehingga menyebabkan terdapat sekitar 10% atau bahkan lebih kapasitas kontainer kendaraan yang tidak terpakai.

Pemanfaatan atau utilitas kapasitas (*load factor*) adalah faktor terpenting untuk melakukan transportasi yang efisien. *Load factor* merupakan perbandingan dari berat aktual komponen yang diangkut dengan berat maksimum komponen dengan kapasitas penuh. Kapasitas angkut dapat ditingkatkan dengan cara mempertimbangkan dimensi komponen angkut, seperti ukuran panjang, lebar, maupun tinggi komponen angkut dan kontainer kendaraan.

Pada penelitian ini akan dikembangkan batasan kapasitas dengan menggunakan *three-dimensional loading constraints*. *Three-dimensional loading constraints* mempertimbangkan dimensi komponen angkut dan dimensi kontainer kendaraan, antara lain ukuran panjang, lebar, maupun tinggi komponen angkut dan kontainer kendaraan dalam batasan kapasitas. Penggunaan batasan *three-dimensional loading constraints* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan kapasitas angkut kendaraan.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa batasan dengan memerhatikan dimensi komponen angkut dan dimensi kontainer kendaraan dapat meningkatkan utilitas kontainer kendaraan serta meningkatkan total jarak tempuh. Selain itu dalam beberapa kasus jumlah rute perjalanan yang dihasilkan pun berkurang.

Kata kunci: *Time Window Priority Model*, Batasan Kapasitas, *Three-Dimensional Loading Constraints*

ABSTRACT

Vehicle routing problem (VRP) is can be defined as a problem of finding the optimal routes with the goal to minimize the travel distance, time, and cost used in the distribution process. One type of VRP is time window priority model (TWPM). TWPM prioritizes time windows in the mathematical modelling so the vehicles would not delay at any point during the distribution process. There is a deficiency found in TWPM, which is the carrying capacity only considers the volume of vehicle container and the volume of items being carried, causing 10% or even more idle vehicle container.

The utilization of capacity or load factor is the most important factor for efficient transportation. Load factor is the ratio the actual weight of the items being transported to the maximum weight of the total items with full capacity. The utilization of capacity could be increased by considering the dimensions of the items, such as length, width, and height, and also the dimensions of the vehicle container.

Three-dimensional loading constraints are being considered in the capacity constraints in this research. Three-dimensional loading constraints considering the dimensions of the items and container vehicle including length, width, and height in the capacity constraints. Three-dimensional loading constraints are expected to increase the efficiency of vehicle capacity usage.

Based on the results of the study it can be concluded that considering the dimensions of the items and vehicle container in the constraints can increase the utilization of vehicle container as well as total travel distance. Moreover, in some cases the total number of routes could be reduced.

Keywords: Time Window Priority Model, Capacity Constraints, Three-Dimensional Loading Constraints

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi dengan judul “Pengembangan *Time Window Priority Model* dengan Mempertimbangkan Dimensi Komponen Angkut”. Selama menyusun hingga menyelesaikan laporan skripsi, penulis mendapatkan dukungan dari berbagai pihak. Penulis ingin berterimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung, antara lain:

1. Bapak Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M. sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan waktu serta saran kepada penulis dalam menyusun laporan skripsi.
2. Bapak Fran Setiawan, S.T., M.Sc. sebagai dosen penguji proposal yang telah memberikan waktu dan saran kepada penulis untuk melakukan penelitian dan menyusun laporan skripsi dengan lebih baik.
3. Bapak Yoon Mac Kinley Aritonang, Ph.D. sebagai dosen penguji proposal yang telah memberikan waktu dan saran kepada penulis untuk melakukan penelitian dan menyusun laporan skripsi dengan lebih baik.
4. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. sebagai dosen pengajar yang telah membantu penulis dalam memahami materi penyusunan laporan skripsi.
5. Bapak Romy Loice, S.T., M.T. sebagai koordinator skripsi yang telah memberikan arahan dalam proses penyusunan laporan skripsi.
6. Bapak Alfian, S.T., M.T. sebagai dosen wali yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam seluruh rangkaian kegiatan akademik.
7. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan segala bentuk dukungan, baik doa maupun semangat kepada penulis selama proses penyusunan laporan skripsi.
8. Teman – teman yang selalu membantu serta memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan laporan skripsi.

9. Seluruh dosen serta karyawan Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendukung penulis selama proses belajar mengajar pada masa perkuliahan.
10. Pihak – pihak lain baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan laporan skripsi.

Akhir kata penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan yang ada dalam laporan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari pembaca sehingga dapat menjadi lebih baik untuk kedepannya.

Bandung, 12 Juni 2020

Penulis

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.....	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	I-4
I.3 Asumsi dan Pembatasan Masalah.....	I-7
I.4 Tujuan Penelitian	I-7
I.5 Manfaat Penelitian	I-7
I.6 Metodologi Penelitian	I-8
I.7 Sistematika Penulisan	I-10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Supply Chain Management</i>	II-1
II.2 <i>Milk -Run</i>	II-3
II.3 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	II-4
II.3.1 <i>Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW)</i>	II-7
II.3.2 <i>Time Dependent Vehicle Routing Problems with Time Windows (TDVRPTW)</i>	II-9
II.4 <i>Time Window Priority Model (TWPM)</i>	II-12
II.4.1 <i>Metode Heuristik Model TWPM</i>	II-15
II.5 <i>Three-Dimensional Bin Packing Problem (3D-BPP)</i>	II-15
BAB III PENGEMBANGAN MODEL	
III.1 Pengembangan Model TWPM	III-1
III.2 Contoh Perhitungan Matematis	III-5
III.3 <i>Metode Heuristik Hasil Model Matematis TWPM with Three- Dimensional Loading Constraints</i>	III-6

III.4	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Heuristik.....	III-11
III.5	Uji Signifikansi	III-14

BAB IV ANALISIS

IV.1	Analisis Pengembangan <i>Time Window Priority Model</i> (TWPM)	IV-1
IV.2	Analisis Penerapan <i>Time Window Priority Model with Three- Dimensional Constraints</i> Dalam Dunia Nyata	IV-4
IV.3	Analisis Perbandingan <i>Time Window Priority Model</i> Sebelum dan Setelah Pengembangan.....	IV-5

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Parameter Model Matematis VRPTW	II-7
Tabel II.2 Variabel Keputusan Model Matematis VRPTW	II-8
Tabel II.3 Fungsi Tujuan Model Matematis VRPTW	II-8
Tabel II.4 Batasan Model Matematis VRPTW	II-8
Tabel II.5 Parameter Model Matematis TDVRPTW	II-10
Tabel II.6 Variabel Keputusan Model Matematis TDVRPTW	II-10
Tabel II.7 Fungsi Tujuan Model Matematis TDVRPTW	II-10
Tabel II.8 Batasan Model Matematis TDVRPTW	II-11
Tabel II.9 Parameter Model Matematis TWPM	II-12
Tabel II.10 Variabel Keputusan Model Matematis TWPM	II-12
Tabel II.11 Fungsi Tujuan Model Matematis TWPM	II-13
Tabel II.12 Batasan Model Matematis TWPM	II-14
Tabel II.13 Parameter Model Matematis 3D-BPP	II-16
Tabel II.14 Variabel Keputusan Model Matematis 3D-BPP	II-16
Tabel II.15 Batasan Model Matematis 3D-BPP	II-17
Tabel III.1 Parameter Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i>	III-1
Tabel III.2 Variabel Keputusan Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i>	III-2
Tabel III.3 Fungsi Tujuan Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i>	III-3
Tabel III.4 Batasan Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i>	III-4
Tabel III.5 Matriks Jarak Antar Vendor (km)	III-5
Tabel III.6 Dimensi Komponen Angkut	III-5
Tabel III.7 Matriks Waktu Perjalanan Antar Vendor (menit)	III-5
Tabel III.8 Jam Buka dan Jam Tutup	III-6
Tabel III.9 Contoh Hasil Perhitungan AMPL Model Matematis TWPM	III-6
Tabel III.10 Contoh Hasil Perhitungan AMPL Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i>	III-6

Tabel III.11 Contoh Rute Perjalanan beserta Penempatan Komponen Angkut.....	III-9
Tabel III.12 Contoh Hasil Akhir Rute Perjalanan beserta Penempatan Komponen Angkut	III-9
Tabel III.13 Data Vendor	III-11
Tabel III.14 Hasil Perhitungan Metode Heuristik Model Matematis TWPM (24 vendor).....	III-12
Tabel III.15 Hasil Perhitungan Metode Heuristik Model Matematis TWPM <i>with Three-Dimensional Loading Constraints</i> (24 vendor)	III-12
Tabel III.16 Hasil Perhitungan AMPL.....	III-14
Tabel III.17 Rekapitulasi Hasil Perhitungan AMPL.....	III-16
Tabel III.18 Uji Normalitas	III-17
Tabel III.19 <i>Paired Samples Test</i>	III-18
Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Pengembangan.....	IV-5

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Persentase Penggunaan Alat Transportasi Kargo EU (European Union).....	I-4
Gambar I.2 Persentase Utilitas Kapasitas Angkut US	I-6
Gambar I.3 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	I-8
Gambar II.1 Komponen Utama <i>Supply Chain</i>	II-1
Gambar II.2 <i>Milk-Run System</i>	II-3
Gambar II.3 Macam VRP	II-5
Gambar II.4 Interval Waktu TDVRPTW.....	II-9
Gambar II.5 Penampakan Komponen <i>Overlap</i>	II-17
Gambar II.6 Proyeksi Komponen <i>Overlap</i>	II-18
Gambar III.1 Diagram Alir Penyelesaian	III-8
Gambar III.2 Visualisasi Penempatan Komponen Angkut Rute Perjalanan 1. III-10	
Gambar III.3 Visualisasi Penempatan Komponen Angkut Rute Perjalanan 2. III-10	
Gambar III.4 Contoh Visualisasi Penempatan Komponen Angkut (Sebelum) III-13	
Gambar III.5 Contoh Visualisasi Penempatan Komponen Angkut (Setelah) .. III-14	

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	VISUALISASI RUTE PERJALANAN
LAMPIRAN B	VISUALISASI PENEMPATAN KOMPONEN ANGKUT

BAB I

PENDAHULUAN

Pada Bab I dibahas mengenai latar belakang, identifikasi dan perumusan masalah, asumsi penelitian yang digunakan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang

Revolusi industri semakin berkembang seiring berjalannya waktu yang ditandai dengan penggunaan teknologi hampir dalam sebagian besar aspek kehidupan manusia. Perkembangan revolusi tersebut berbanding lurus dengan tingkat persaingan global, semakin berkembang revolusi industri maka akan semakin ketat persaingan industri yang terjadi. Oleh karena itu sangat penting bagi setiap perusahaan atau pemegang bisnis dalam industri untuk mengetahui hubungan antar pihak yang terlibat dalam proses bisnis. Michael Porter menyatakan bahwa terdapat lima kekuatan yang menggambarkan hubungan antar pihak yang terlibat dalam proses bisnis yaitu *bargaining power of buyers*, *bargaining power of suppliers*, *thread of new entrants*, *threat of substitute product*, dan *rivalry among existing competitor* (Margaretta, 2012). Persaingan antar perusahaan menuntut perusahaan agar selalu memiliki strategi untuk menciptakan keunggulannya masing – masing. Menurut Aaker (1998) terdapat beberapa kekuatan strategis dalam konsep keunggulan bersaing yang berkelanjutan atau *sustainable competitive advantage* (SCA), antara lain *low-cost*, *differentiation*, *preemption*, *focus*, dan *synergy*. *Low-cost* memiliki arti bahwa kesanggupan perusahaan untuk beroperasi serta berinvestasi dengan biaya serendah mungkin agar dapat menghasilkan keuntungan sebanyak – banyaknya. *Differentiation* memiliki arti bahwa produk yang dihasilkan mempunyai keunikan tersendiri. *Preemption* memiliki arti bahwa kemampuan perusahaan untuk menjadi pelopor bagi pesaing dalam segmen pasarnya. *Focus* memiliki arti bahwa kemampuan perusahaan untuk tetap fokus dalam satu segmen pasar atau bagian dari lini produksi. *Synergy* memiliki arti bahwa kerjasama antar perusahaan dalam suatu kelompok industri yang sama.

Salah satu cara untuk tetap menjaga pengeluaran dan meningkatkan daya saing perusahaan adalah dengan meningkatkan pengelolaan rantai pasok (*supply chain management*). *Supply chain management* merupakan serangkaian aktivitas yang saling terintegrasi, mulai dari pengadaan material atau pelayanan jasa, proses mengubah material menjadi barang setengah jadi atau barang jadi hingga pendistribusian kepada konsumen (Heizer, Render, & Munson, 2011). Barang yang diproduksi dan didistribusikan mulai dari *supplier*, *manufacture*, *distributor*, *retailer*, hingga *customer* dilakukan secara efisien dalam jumlah, waktu dan tempat yang tepat (Levi, D. S., Kaminsky, & Levi, 2000). Menurut Turban, Rainer, dan Porter (2004) terdapat tiga komponen utama dalam *supply chain management*, yaitu *upstream supply chain*, *internal supply chain*, dan *downstream supply chain*. *Upstream supply chain* meliputi seluruh aktivitas yang berhubungan dengan pengadaan material. *Internal supply chain* meliputi seluruh aktivitas yang berhubungan dengan proses manajemen fabrikasi. *Downstream supply chain* meliputi seluruh aktivitas yang berhubungan dengan distribusi.

Distribusi adalah aktivitas yang saling terintegrasi dalam proses menyalurkan atau mengirimkan barang dari produsen hingga konsumen akhir. Menurut Tjiptono (2000) distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen sehingga penggunaannya sesuai dengan yang dibutuhkan baik jenis, jumlah, harga, tempat, maupun waktu. Jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai tujuan *supply chain*, mulai dari yang rendah hingga respon yang tinggi terhadap permintaan agen (Chopra & Meindl, 2010). Penanganan distribusi yang tepat khususnya dalam hal transportasi tentu dapat meminimasi pengeluaran perusahaan yang diperlukan untuk biaya logistik. Hal tersebut disebabkan karena biaya transportasi menyumbang sebesar dua pertiga dari biaya logistik (Ballou, 2004).

Vehicle routing problem (VRP) merupakan suatu masalah dalam menentukan rute perjalanan yang paling optimal dengan tetap memenuhi batasan yang ada (Laporte, 1992). VRP pada umumnya digunakan untuk mengatasi masalah mengenai besarnya biaya distribusi. Seiring dengan berjalannya waktu, VRP berhasil dikembangkan menjadi beberapa jenis sesuai dengan fokus permasalahannya, antara lain *capacitated vehicle routing problem* (CVRP), *distance constrained vehicle routing problem* (DCVRP), *vehicle routing problem*

with back hauls (VRPB), *vehicle routing problem with time windows* (VRPTW), *vehicle routing problem with pick-up and delivery* (VRPPD), *vehicle routing problem with black hauls and time windows* (VRPBTW), *vehicle routing problem with pick-up and delivery with time windows* (VRPPDTW), *multiple depot vehicle routing problem* (MDVRP), dan *open vehicle routing problem* (OVRP).

VRPTW adalah salah satu jenis VRP yang memiliki faktor waktu kapan pelanggan harus dilayani yang disebut dengan *time window*. VRPTW mempertimbangkan waktu tempuh kendaraan dan waktu pelayanan dalam menentukan rute perjalanan. Salah satu penelitian mengenai VRPTW yang dilakukan oleh Purnomo (2010) dalam penerapan metode *nearest insertion heuristic* untuk persoalan VRPTW dengan studi kasus Koran Harian Pagi Tribun Jabar menyatakan bahwa penerapan metode *nearest insertion heuristic* dapat menghemat biaya total transportasi sebesar 4,6% dibandingkan biaya total transportasi sebelumnya.

Metode *milk-run* yang diterapkan baik dalam proses *delivery service*, *pick-up service*, ataupun *delivery and pick-up service* dapat mengoptimalkan sistem pengangkutan. Hal tersebut dicapai oleh karena pada metode *milk-run*, satu kendaraan dapat melakukan pengangkutan ataupun penurunan barang di beberapa titik dalam jadwal yang sama sehingga dapat mengurangi frekuensi pengiriman. Menurut Brar dan Saini (2011) keuntungan yang didapatkan dengan menerapkan *milk-run delivery system* adalah sebagai berikut.

1. Menurunkan jumlah persediaan material bahan baku
2. Meminimasi jarak rute perjalanan yang dilalui
3. Meningkatkan utilitas kapasitas kendaraan
4. Meminimasi jumlah kendaraan yang dibutuhkan
5. Penjadwalan menjadi lebih efektif dan efisien
6. Minimasi biaya transportasi
7. Meminimasi resiko cacat material bahan baku yang dikirim
8. Mengurangi pembuangan emisi serta penggunaan bahan bakar kendaraan

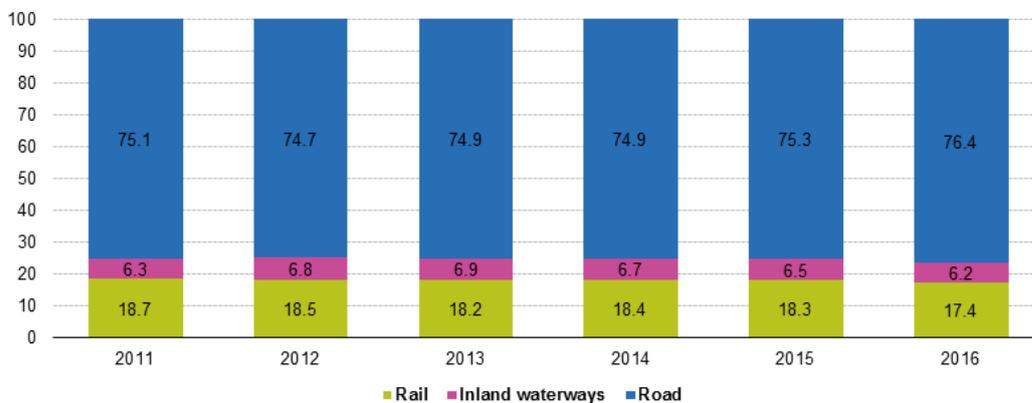
Berdasarkan konsep VRPTW dan sistem *milk-run* maka Kong, Jia, dan Gan (2013) mengembangkan sebuah model matematis baru yang disebut dengan *Time Window Priority Model* (TWPM). Model TWPM bertujuan untuk meminimasi jarak tempuh perjalanan dengan menerapkan metode *milk-run* serta waktu tunggu

yang didefinisikan oleh jarak serta batasan *time window* dari vendor. TWPM memiliki kekurangan, antara lain batasan berkaitan dengan perhitungan kapasitas angkut hanya mempertimbangkan volume komponen angkut dan volume kendaraan sehingga terdapat sebesar 10% kapasitas tersisa yang tidak digunakan. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan batasan dari TWPM dengan menggunakan *three-dimensional model*. *Three-dimensional model* mempertimbangkan dimensi komponen angkut, antara lain ukuran panjang, lebar, maupun tinggi komponen. Penggunaan batasan *three-dimensional model* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan kapasitas angkut.

I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Dalam praktiknya, proses distribusi tentu tidak dapat dipisahkan dari penggunaan alat transportasi kargo, seperti truk, kapal, pesawat, maupun kereta. Gambar I.1 merupakan persentase penggunaan transportasi kargo baik melalui jalur darat, maupun laut pada Kawasan EU (European Union) tahun 2012 hingga 2017. Pada grafik dapat dilihat bahwa transportasi kargo melalui jalur darat memegang posisi paling banyak khususnya jalan raya, diikuti oleh kereta dan jalur laut.

Freight transport in the EU-28: modal split of inland transport modes (% of total tonne-kilometres)



Note: EU-28 includes rail transport estimates for Belgium and Croatia and does not include road freight transport for Malta (negligible). Figures may not add up to 100% due to rounding.

Source: Eurostat (online data code: tran_hv_frmod)

Gambar I.1 Persentase Penggunaan Alat Transportasi Kargo EU (European Union)
Sumber: Freight Transport Statistic – Modal Split (2019)

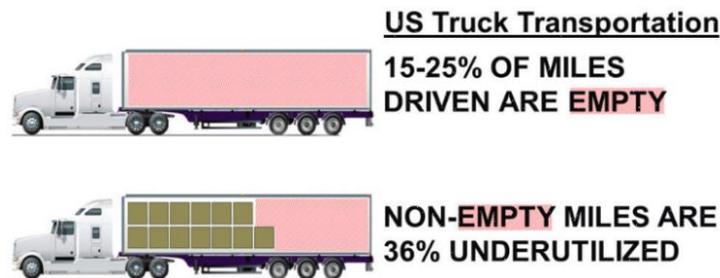
Vehicle routing problem (VRP) merupakan permasalahan mengenai optimasi penentuan rute perjalanan dengan tujuan meminimasi jarak, waktu, maupun biaya yang digunakan dalam proses distribusi. Salah satu jenis pengembangan VRP adalah *vehicle routing problem with time windows* (VRPTW), dimana VRPTW menentukan rute perjalanan dengan mempertimbangkan waktu layanan (*time window*) dalam melayani konsumen. *Time window* memiliki arti bahwa konsumen harus dilayani saat jam buka dan sebelum jam tutup. Jika kendaraan datang sebelum jam buka maka kendaraan tersebut harus menunggu hingga jam buka dimulai (Nugraha & Mahmudy, 2015).

Kong, et al. (2013) mengembangkan suatu model matematis berkaitan dengan *vehicle routing problem* (VRP) yang diberi nama *time window priority model* (TWPM). TWPM merupakan model dengan dasar metode *milk-run* dalam penanganan masalah rute perjalanan. *Milk-run* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penanganan masalah penentuan rute perjalanan dimana pengangkutan barang dari beberapa vendor ataupun konsumen dilakukan dalam satu kali perjalanan oleh satu kendaraan. Penerapan metode *milk-run* dapat meminimasi biaya yang dibutuhkan dalam proses distribusi, khususnya biaya operasional kendaraan dan pekerja. Dalam pengaplikasiannya di dunia nyata, model matematis TWPM telah digunakan untuk menentukan rute perjalanan dari sebuah manufaktur mobil, dimana kendaraan meninggalkan titik awal dalam keadaan kontainer kosong lalu akan diisi sesuai dengan komponen angkut dari setiap vendor sesuai dengan urutan rute perjalanan yang terbentuk dan kembali ke titik awal dalam keadaan kontainer yang telah terisi.

Sesuai dengan namanya, TWPM memprioritaskan *time window* dalam mode matematis yang digunakan. Hal tersebut bertujuan agar kendaraan tidak mengalami keterlambatan waktu untuk sampai di setiap titik pada saat proses distribusi. Terdapat kekurangan yang dalam model matematis TWPM, yaitu kapasitas angkut hanya mempertimbangkan volume kontainer kendaraan dan volume komponen angkut sehingga menyebabkan terdapat sekitar 10% atau bahkan lebih kapasitas kontainer kendaraan yang tidak terpakai.

Pemanfaatan atau utilitas kapasitas (*load factor*) adalah faktor terpenting untuk melakukan transportasi yang efisien. *Load factor* merupakan perbandingan dari berat aktual komponen yang diangkut dengan berat maksimum komponen dengan kapasitas penuh. Menurut Abate dan Kveiborg (2013) terdapat beberapa

faktor yang memengaruhi utilitas kapasitas kontainer kendaraan, antara lain karakteristik perjalanan, jenis kendaraan, serta jenis komponen yang diangkut. Gambar I.2 menunjukkan persentase utilitas kapasitas kontainer truk di US dimana sebanyak 15% hingga 25% kontainer truk bergerak dalam keadaan kosong dan 36% kapasitas kontainer truk tidak digunakan pada saat truk beroperasi.



Gambar I.2 Persentase Utilitas Kapasitas Angkut US
Sumber: Walmart Vaults Past Fleet Efficiency Goals Ahead of Schedule (2015)

Kapasitas angkut dapat ditingkatkan dengan cara mempertimbangkan dimensi komponen angkut, seperti ukuran panjang, lebar, maupun tinggi komponen. Kapasitas angkut yang maksimal dapat meningkatkan efisiensi pengangkutan karena komponen yang diangkut menjadi lebih banyak. Hifi, Kacem, Negre, dan Wu (2010) telah melakukan penelitian mengenai *three-dimensional bin-packing model*. Penelitian tersebut bertujuan untuk meminimasi jumlah penggunaan *bin* dimana *bin* memiliki ukuran yang sama atau homogen. Batasan dalam model matematis pada penelitian Hifi, et al. (2010) telah disusun untuk lebih dapat menyesuaikan dengan keadaan situasi industri dalam dunia nyata dimana batasan disusun dengan menggunakan pendekatan berdasarkan *integer-linear programming*.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka perlu dilakukan pengembangan TWPM lebih lanjut dengan mempertimbangkan dimensi angkut sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengangkutan dalam proses distribusi. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian adalah mengembangkan batasan kapasitas angkut dengan menggunakan *three-dimensional model*. Berdasarkan identifikasi tersebut maka permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil pengembangan model TWPM dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut?

2. Bagaimana pengaruh hasil pengembangan model TWPM dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut terhadap utilitas kapasitas angkut kendaraan?

I.3 Asumsi dan Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan agar penelitian dapat lebih terfokus terhadap masalah yang diteliti. Berikut merupakan beberapa asumsi serta pembatasan masalah yang diterapkan dalam penelitian.

1. Model VRP yang dikembangkan merupakan *static vehicle routing problem*.
2. Kasus yang digunakan dalam penelitian merupakan kasus *benchmark* dari penelitian A New Mathematical Model of Vehicle Routing Problem Based on Milk-Run (Kong, et al. 2013).
3. Tipe kendaraan yang digunakan adalah homogen.
4. Bentuk kontainer setiap kendaraan sama.
5. Orientasi posisi komponen angkut tetap.
6. Model matematis hanya digunakan untuk *pick-up service*.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian akan disusun berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya. Berikut merupakan beberapa tujuan dari penelitian yang dilakukan.

1. Mengembangkan TWPM dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut.
2. Mengetahui pengaruh hasil pengembangan model TWPM dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut terhadap utilitas kapasitas angkut kendaraan.

I.5 Manfaat Penelitian

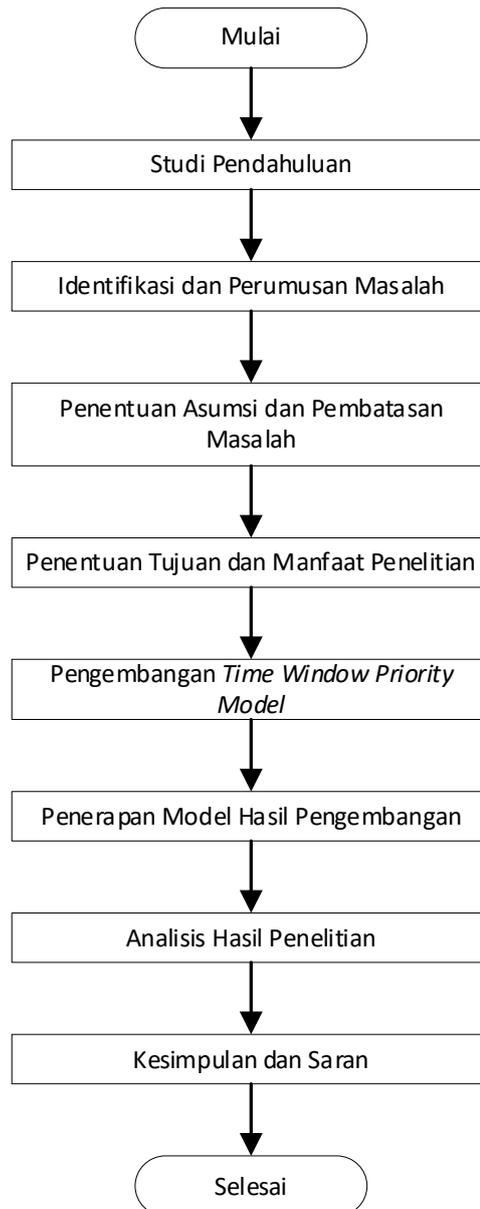
Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun Pembaca. Manfaat yang didapatkan selama maupun setelah melakukan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai penerapan TWPM.

2. Penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan TWPM.

I.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan tahapan sistematis yang dilalui dalam melakukan penelitian mulai dari awal hingga akhir penelitian. Metode penelitian akan dipaparkan dengan menggunakan yang dapat dilihat pada Gambar I.3.



Gambar I.3 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Penjelasan tahapan metodologi penelitian berdasarkan *flowchart* adalah sebagai berikut:

1. **Studi Literatur**
Studi literatur merupakan tahapan awal penelitian sebagai landasan Peneliti dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini Peneliti mencari dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber maupun referensi terkait dengan *vehicle routing problem* (VRP), model TWPM, dan *three-dimensional bin packing problem*.
2. **Identifikasi dan Perumusan Masalah**
Identifikasi dan perumusan masalah merupakan hal yang akan diteliti lebih lanjut dengan berlandaskan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini akan dipaparkan lebih lanjut mengenai kekurangan dari model TWPM yang merupakan masalah dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan perumusan masalah berdasarkan masalah yang telah teridentifikasi.
3. **Penentuan Asumsi dan Pembatasan Masalah**
Penentuan asumsi dan pembatasan masalah dilakukan untuk membatasi ruang lingkup penelitian dengan tujuan agar dapat lebih terfokus dengan masalah yang diteliti.
4. **Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian**
Penentuan tujuan dilakukan agar Peneliti tetap memiliki landasan selama melakukan penelitian serta untuk menjawab rumusan masalah yang telah disusun sebelumnya.
5. **Pengembangan *Time Window Priority Model***
Pengembangan TWPM dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut berdasarkan teori yang telah dipelajari dari studi literatur.
6. **Penerapan Model Hasil Pengembangan**
Penerapan model hasil pengembangan dilakukan untuk melihat pengaruh yang terjadi dari hasil pengembangan TWPM dengan melakukan contoh perhitungan matematis berdasarkan model yang telah dikembangkan.
7. **Analisis Hasil Penelitian**
Analisis dilakukan terhadap hasil pengembangan TWPM dengan model TWPM sebelumnya.

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan berdasarkan hasil serta tujuan dilakukannya penelitian. Saran merupakan hal – hal yang diberikan oleh Peneliti untuk membantu penelitian selanjutnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada sub-bab I.7 dibahas mengenai sistematika penulisan yang diterapkan dalam penyusunan laporan skripsi. Terdapat total lima bab yang telah tersusun secara terstruktur dalam laporan skripsi ini. Berikut merupakan penjelasan singkat dari masing – masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai teori yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan penyusunan laporan skripsi. Teori yang digunakan berkaitan dengan *vehicle routing problem* (VRP), model TWPM, dan *three-dimensional bin packing problem*.

BAB III PENGEMBANGAN MODEL

Pada bab ini dibahas mengenai pengembangan model TWPM dengan mempertimbangkan dimensi komponen angkut serta dimensi kontainer kendaraan. Selain itu dibahas pula contoh perhitungan matematis dengan menggunakan model TWPM yang telah dikembangkan. Perhitungan matematis dilakukan untuk melihat pengaruh terhadap hasil dari pengembangan model TWPM.

BAB IV ANALISIS

Pada bab ini dibahas mengenai analisis dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Analisis dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari model TWPM sebelum dan setelah pengembangan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dan saran yang didapatkan setelah melakukan penelitian. Kesimpulan akan menjawab tujuan dari penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.