

# **PENJADWALAN DAN PENENTUAN RUTE KENDARAAN DI PT X UNTUK MEMINIMASI BIAYA PENGIRIMAN**

## **SKRIPSI**

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

Disusun oleh :

Nama : Andrew Angelo Bernadus  
NPM : 6131901016



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2023**

# **PENJADWALAN DAN PENENTUAN RUTE KENDARAAN DI PT X UNTUK MEMINIMASI BIAYA PENGIRIMAN**

## **SKRIPSI**

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

**Disusun oleh :**

**Nama** : Andrew Angelo Bernadus  
**NPM** : 6131901016



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2023**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG**



Nama : Andrew Angelo Bernadus  
NPM : 6131901016  
Program Studi : Sarjana Teknik Industri  
Judul Skripsi : PENJADWALAN DAN PENENTUAN RUTE  
KENDARAAN DI PT X UNTUK MEMINIMASI BIAYA  
PENGIRIMAN

**TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI**

Bandung, Agustus 2023  
**Ketua Program Studi Sarjana  
Teknik Industri**

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)

**Pembimbing Tunggal**

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



## **PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Andrew Angelo Bernadus

NPM : 6131901016

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

**PENJADWALAN DAN PENENTUAN RUTE KENDARAAN DI PT X UNTUK  
MEMINIMASI BIAYA PENGIRIMAN**

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, 27 Juli 2023

Andrew Angelo Bernadus

NPM : 6131901016

## ABSTRAK

PT X merupakan usaha industri kimia yang memproduksi sabun cair. Saat ini PT X memiliki harga jual sabun yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kompetitor, dimana harga merupakan salah satu aspek terpenting bagi konsumen dalam mempertimbangkan pembelian produk. Oleh sebab itu, perusahaan memerlukan strategi untuk mengurangi biaya operasional yang akan berdampak positif pada penurunan harga jual. Pengiriman produk termasuk kegiatan operasional di PT X yang dilakukan secara *in-house*, dimana terdapat inefisiensi karena pengiriman memiliki utilisasi muatan yang rendah dan rute pengiriman yang mengandalkan intuisi pengemudi. Hal ini mengakibatkan pengantaran dapat dilakukan secara berulang untuk memenuhi satu pemesanan yang sama sehingga biaya pengiriman menjadi tinggi. Biaya pengiriman bulan Desember 2022 mencapai Rp607.000,00 untuk minggu ke-1; Rp2.907.737,00 untuk minggu ke-2; Rp4.169.876,00 untuk minggu ke-3; Rp3.435.000,00 untuk minggu ke-4; dan Rp1.573.619,00 untuk minggu ke-5.

Permasalahan pada perusahaan memiliki batasan berupa kapasitas kendaraan dan pengiriman produk pada waktu yang ditentukan, oleh sebab itu pengembangan model *Vehicle Routing Problem* (VRP) referensi dapat digunakan. Implementasi VRP memiliki tujuan untuk menghasilkan jadwal dan rute optimal dengan fungsi tujuan meminimasi total biaya pengiriman. Untuk menyesuaikan dengan kondisi pengiriman perusahaan, maka dilakukan pengembangan dari parameter, variabel, dan batasan yang digunakan dalam model matematis.

Pencarian solusi dari model VRP dengan metode penyelesaian optimasi eksak dilakukan melalui *software* AMPL. Metode yang digunakan mampu menghasilkan biaya pengiriman yang lebih rendah dengan tetap menggunakan batasan-batasan pengiriman yang dimiliki perusahaan. Solusi yang dihasilkan memberikan penghematan biaya pengiriman untuk seluruh permintaan bulan Desember 2022 sebesar 41,98%, dengan rincian sebagai berikut: kenaikan 43,35% untuk minggu ke-1; penurunan 42,45% untuk minggu ke-2; penurunan 79,15% untuk minggu ke-3; penurunan 21,41% untuk minggu ke-4; dan penurunan 20,40% untuk minggu ke-5.

## **ABSTRACT**

*X Corp. is a chemical industry company that produces liquid soap. Currently, X Corp. has a higher selling price for soap compared to its competitors, where price is one of the most important aspects for consumers when considering purchasing a product. Therefore, the company needs to reduce operational costs, which will have a positive impact on lowering the selling price. Product delivery is included in the operational activities at X. Corp, which is done in-house, resulting in inefficiencies due to suboptimal vehicle capacity utilization and delivery routes relying on driver intuition. This leads to repeated deliveries to fulfil the same order and high delivery costs. The delivery costs for the month of December 2022 were Rp607.000,00 for the first week, Rp2.907.737,00 for the second week, Rp4.169.876,00 for the third week, Rp3.435.000,00 for the fourth week, and Rp1.573.619,00 for the fifth week.*

*The company's problem has constraints in terms of vehicle capacity and delivering products at specified times, hence the development of a Vehicle Routing Problem (VRP) model can be used as a reference. The implementation of VRP aims to generate optimal schedules and routes with the objective of minimizing total delivery costs. To adapt to the company's delivery conditions, the parameters, variables, and constraints used in the mathematical model are developed.*

*The search for solutions from the VRP model using the exact optimization solving method is done through the AMPL software. The method used is capable of generating lower delivery costs while still adhering to the company's delivery constraints. The resulting solutions provide cost savings for all demands in December 2022 of 41,98%, with the following details: an increase of 43,35% for the first week, a decrease of 42,45% for the second week, a decrease of 79.15% for the third week, a decrease of 21,41% for the fourth week, and a decrease of 20,40% for the fifth week.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat yang berlimpah dan penyertaan yang tiada henti kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Penjadwalan dan Penentuan Rute Kendaraan di PT X untuk Meminimasi Biaya Pengiriman”. Laporan ini ditulis sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Industri di Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan. Dalam melakukan proses penyusunan skripsi terdapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak terhadap permasalahan dan kesulitan yang muncul. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM selaku dosen pembimbing yang bersedia untuk membimbing dengan memberikan waktu, masukan, usulan, dan dukungan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., Ph.D., CRMP., IPU., AER. dan Bapak Hanky Fransiscus, S.T., M.T. selaku dosen penguji proposal skripsi yang telah memberikan kritik dan saran sebagai dasar penyusunan skripsi.
3. Orang tua dan Kakak penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat serta menjadi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi.
4. Bapak Tonie Hermawan sebagai pihak PT X yang telah bersedia menjadi objek penelitian dan mendukung penulis dengan memberikan izin untuk mengakses data-data yang diperlukan untuk kebutuhan penelitian.
5. Teman seperjuangan kuliah: Dennis Parmana, Radar Putra Rusianda dan Rico yang bersedia untuk bertukar pendapat, saling mendukung dengan memberikan bantuan, semangat, suka cita, dan peringatan sehingga penyusunan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
6. Alicia Chandra, Dandy Felix, Eric Joses, Firstian Virtue, Jessica Jesslyn, Mettania Merry, Raffael Christian, dan Rainer Louis yang telah menjadi teman untuk memberikan penghiburan dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi berlangsung.

7. Anita Ruth, Celine Chrysentia, Felice Vinayo, Justin, Ornando Linos, Rhea Nathania, Vincent Sebastian Wu, dan Yosua Abednego teman seperjuangan selama kegiatan belajar di Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang juga menemani dan membantu penulis dalam berbagai hal untuk penyusunan skripsi.
8. Seluruh pihak yang membantu dan memberikan kontribusi kepada penulis dalam penyusunan skripsi yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa hasil laporan skripsi tentunya tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk kedepannya. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk seluruh pihak yang terlibat, pembaca, dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Bandung, 28 Juli 2023

Andrew Angelo Bernadus



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah .....	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian .....	I-14
I.4 Tujuan Penelitian .....	I-14
I.5 Manfaat Penelitian .....	I-14
I.6 Metodologi Penelitian .....	I-15
I.7 Sistematika Penulisan .....	I-18
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 Transportasi .....	II-1
II.2 Penjadwalan .....	II-3
II.3 <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-3
II.3.1 Variasi Jenis <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-6
II.3.2 Model <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i> .....	II-8
II.3.3 Model <i>Vehicle Routing Problem with Time Window</i> <i>(VRPTW) &amp; Crew Scheduling</i> .....	II-10
II.4 Metode Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-17
II.4.1 Metode Optimasi Eksak.....	II-19
II.4.2 <i>A Mathematical Programming Language (AMPL)</i> .....	II-20
<b>BAB III PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN MODEL USULAN</b> .....	<b>III-1</b>
III.1 Penentuan Parameter dan Variabel Model Usulan.....	III-1
III.2 Pengembangan Fungsi Tujuan dan Batasan Model Usulan .....	III-15
III.3 Penulisan <i>File Model</i> pada <i>Software AMPL</i> .....	III-19
III.4 Penulisan <i>File Data</i> dan <i>Run</i> pada <i>Software AMPL</i> .....	III-21

III.5	Solusi Hasil Penerapan Model Usulan .....	III-24
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISIS.....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	Analisis Kondisi Pengiriman Perusahaan .....	IV-1
IV.2	Analisis Pengembangan Model Matematis .....	IV-3
IV.3	Analisis Jadwal dan Rute Pengiriman yang Terbentuk.....	IV-6
IV.4	Analisis Dampak Penerapan Model AMPL.....	IV-10
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran .....	V-1
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Contoh Produk Sabun PT X .....	I-5
Gambar I.2 Armada Kendaraan PT X .....	I-6
Gambar I.3 Perbandingan Harga Sabun dengan Kompetitor .....	I-7
Gambar I.4 Metodologi Penelitian .....	I-16
Gambar II.1 Ilustrasi <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-5
Gambar II.2 Variasi Jenis <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	II-7
Gambar II.3 Metode Penyelesaian VRP .....	II-18
Gambar III.1 Peta Persebaran Pelanggan .....	III-9
Gambar III.2 Pengaturan Opsi Menggunakan Jalan Tol .....	III-10
Gambar III.3 Cara Menunjukkan Rute ke Lokasi Tujuan .....	III-10
Gambar III.4 Cara Menunjukkan Jarak dan Waktu Tempuh .....	III-11
Gambar III.5 Contoh Tarif untuk Perjalanan yang Melalui Jalan Tol .....	III-12
Gambar III.6 Penulisan Model Matematis pada <i>Software</i> AMPL .....	III-20
Gambar III.7 Penulisan Nilai Parameter pada <i>Software</i> AMPL .....	III-22
Gambar III.8 Penulisan <i>Script</i> pada <i>Software</i> AMPL .....	III-23

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Persebaran Alamat Pelanggan .....	I-8
Tabel I.2 Rekapitulasi Pengiriman Dibawah Kapasitas Angkut Kendaraan.....	I-9
Tabel I.3 Perbandingan Frekuensi Pesanan dan Frekuensi Pengiriman Bulan Desember .....	I-10
Tabel I.4 Rekapitulasi Biaya Pengiriman dan Jarak Tempuh Kendaraan.....	I-12
Tabel II.1 Parameter dan Variabel Model VRP.....	II-8
Tabel II.2 Parameter Model VRPTW dan <i>Crew Scheduling</i> .....	II-10
Tabel II.3 Variabel Model VRPTW dan <i>Crew Scheduling</i> .....	II-11
Tabel III.1 Penyesuaian Parameter Model Matematis.....	III-2
Tabel III.2 Urutan dan Lokasi <i>Node</i> .....	III-3
Tabel III.3 Kapasitas dan Konsumsi BBM Kendaraan.....	III-4
Tabel III.4 Jumlah Permintaan pada Pengiriman Bulan Desember 2022 .....	III-5
Tabel III.5 Jadwal Pengiriman dari Permintaan Pelanggan Bulan Desember 2022 .....	III-6
Tabel III.6 Waktu <i>Unloading</i> Produk .....	III-13
Tabel III.7 Biaya Jasa Kuli.....	III-13
Tabel III.8 Variabel Model Matematis .....	III-15
Tabel III.9 Tabel Rekapitulasi Data untuk Nilai Parameter.....	III-22
Tabel III.10 Rute Hasil Penerapan Model pada AMPL.....	III-24
Tabel III.11 Perbandingan Biaya Pengiriman .....	III-26
Tabel III.12 Perbandingan Jumlah Hari dan Utilisasi Muatan Rendah Pengiriman.....	III-27
Tabel III.13 Perbandingan Frekuensi Pengiriman ke Pelanggan.....	III-27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Data Mentah Pengiriman Bulan Oktober – Desember 2022

Lampiran B: Data Pemesanan, Pengiriman, dan Permintaan

Lampiran C: Data Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, dan Tarif Tol

Lampiran D: *File* Data dan Hasil *Run Software* AMPL



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan akan dibahas mengenai langkah awal yang akan dilakukan terhadap PT X dalam melakukan penelitian. Pendahuluan digunakan untuk mengetahui ruang lingkup dan juga pentingnya melakukan penelitian. Bab ini akan berisikan informasi latar belakang, proses mengidentifikasi permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan metodologi penelitian. Berikut merupakan penjelasan lebih mengenai isi dari pendahuluan yang dapat dilihat pada subbab berikut.

### **I.1 Latar Belakang Masalah**

Sabun merupakan produk yang digunakan untuk dapat membersihkan anggota tubuh manusia, pakaian, hingga peralatan lainnya yang dibuat secara kimia melalui pencampuran alkali, garam, dan natrium. Sabun sendiri juga termasuk produk yang menjadi kebutuhan primer bagi manusia karena berguna dalam menjaga kebersihan dan kesehatan. Oleh sebab itu, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia merilis gerakan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) yang salah satu penerapannya adalah mencuci tangan atau mandi dengan menggunakan sabun.

Pentingnya peranan sabun membuat pasar dan kebutuhan akan sabun menjadi sangat tinggi karena dibutuhkan oleh seluruh golongan masyarakat, namun juga disertai dengan banyaknya produsen sabun di Indonesia. Menurut data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia tercatat terdapat lebih dari 75 perusahaan yang melakukan produksi sabun mandi, dan terlebih terdapat beberapa merek terkenal seperti Lifebuoy, Nuvo, Biore, dan Lux yang memiliki pangsa pasar yang cukup besar membuat peta persaingan menjadi lebih ketat bagi perusahaan-perusahaan lainnya. Secara umum, harga yang lebih terjangkau merupakan faktor utama yang menjadi pertimbangan pelanggan dalam membeli sebuah produk. Oleh sebab itu, diperlukan penetapan harga yang dapat bersaing sehingga sabun yang diproduksi dapat diterima oleh pasar.

Dalam mencapai harga akhir produk yang tergolong rendah, seluruh komponen biaya dalam perusahaan perlu ditekan hingga seminimal mungkin termasuk salah satunya adalah komponen biaya logistik perusahaan. Logistik sendiri merupakan sebuah proses yang dimulai dari perencanaan dan implementasi terkait pengaturan waktu dan memposisikan persediaan barang dengan mengkombinasikan manajemen terhadap persediaan, transportasi, gudang, *material handling*, dan pengemasan sebagai sebuah kesatuan (Bowersox, Closs, & Coope, 2002). Dengan demikian pada logistik terdapat kegiatan untuk memindahkan barang yang dimulai dari pemasok ke pabrik, pabrik menuju distributor, dan seterusnya hingga produk berhasil didapatkan oleh konsumen akhir yang proses pengirimannya bergantung terhadap sistem distribusi yang ditetapkan setiap perusahaan.

Menurut Menteri Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia Erick Thohir, pada tahun 2019 porsi biaya logistik di Indonesia adalah sebesar 24% dari Produk Domestik Bruto (PDB) dan juga lebih mahal 11% dari rata-rata porsi biaya logistik negara lain. Pada data lainnya yang dilansir dari Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, pada tahun 2019 juga disebutkan bahwa biaya logistik di Indonesia menyumbang sekitar 40% dari harga produk yang dihasilkan dan komponen biaya transportasi menyumbang sekitar 72% dari biaya logistik tersebut. Berdasarkan kedua pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa biaya transportasi memiliki porsi biaya terbesar sehingga mempengaruhi tingginya biaya yang dibutuhkan oleh proses logistik.

Menurut Chopra & Meindl (2016) transportasi merupakan proses memindahkan sebuah produk dari satu tempat ke tempat yang lain sehingga pada akhirnya dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Melaksanakan proses transportasi oleh perusahaan juga harus mempertimbangkan beberapa hal sebelum akhirnya menjalankan kegiatan rantai pasok, seperti jenis transportasi yang digunakan, rute dan jaringan pengiriman, dan pihak yang menjalankan fungsi transportasi. Terdapat dua jenis fungsi transportasi yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan *resource* kendaraan dan karyawan yang dimiliki sendiri oleh pihak perusahaan (*in-house*) ataupun kegiatan transportasi dilakukan secara *outsourc*e oleh *third party logistics* (3PL).

3PL sendiri merupakan perusahaan di luar perusahaan manufaktur yang menyediakan pelayanan logistik khususnya transportasi mulai dari pengiriman



hingga proses *tracing* dan *tracking* dan akan mendapatkan kompensasi atas layanannya (Langley, Newton, & Tyndall, 1999). Umumnya setiap perusahaan manufaktur juga memiliki pertimbangan dalam memilih jenis fungsi transportasi yang akan digunakan baik *in-house* ataupun 3PL, seperti faktor ekonomi, faktor risiko, dukungan untuk strategi bisnis, dan fokus dari perusahaan (Chopra & Meindl, 2016). Setiap pilihan yang dilakukan akan memiliki kekurangan dan keuntungan tersendiri yang harus dapat disesuaikan dengan kegiatan dan strategi bisnis yang sedang diterapkan perusahaan. Hal ini penting untuk memastikan pemilihan dapat mendukung tujuan perusahaan dalam menjalankan kegiatan logistik dengan efisien.

PT X merupakan perusahaan manufaktur yang melakukan produksi sabun mandi cair dengan berbagai varian. Dalam melakukan proses produksinya, perusahaan membeli bahan baku dari pemasok dan akan diolah hingga menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan pesanan pelanggan. Setelah produk siap untuk dikirim, kegiatan transportasi akan dilakukan secara langsung oleh pihak perusahaan dengan menggunakan karyawan dan kendaraan yang dimiliki (*in-house*). Setiap perusahaan yang memilih untuk menjalankan fungsi transportasi secara *in-house* seharusnya melakukan perancangan mengenai sistem transportasinya terlebih dahulu untuk menghasilkan biaya pengiriman yang lebih rendah.

Secara umum besarnya biaya transportasi disebabkan karena rute transportasi yang ditempuh oleh kendaraan, sehingga pemilihannya patut masuk kedalam perencanaan dan pertimbangan. Saat ini pihak perusahaan tidak memiliki perencanaan dan penjadwalan dari pengiriman yang dilakukan. Setiap kendaraan akan langsung melakukan pengiriman ketika terdapat varian produk sabun yang telah selesai diproduksi, selain itu tidak ada pertimbangan pemilihan rute pengiriman karena hanya berdasarkan pengetahuan dan intuisi pengemudi terhadap lokasi tujuan. Perencanaan proses distribusi yang baik (terkomputerisasi) dapat menghemat biaya transportasi hingga mencapai 20% (Toth & Vigo, 2002). Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui pentingnya melakukan perencanaan terhadap proses distribusi khususnya pada perusahaan manufaktur karena berpengaruh terhadap biaya operasional perusahaan dan harga akhir produk.

Dalam melakukan perancangan sistem transportasi terdapat pertanyaan yang mungkin muncul seperti kapan produk tersebut harus dikirim, bagaimana rute optimal kendaraan-kendaraan yang akan mengirimkan barang untuk beberapa konsumen, ataupun mengenai penentuan kendaraan yang harus digunakan untuk melayani pengantaran konsumen tertentu. Pertanyaan-pertanyaan yang terus muncul selama perancangan sistem transportasi menghasilkan sebuah permasalahan yang harus diketahui solusinya. Permasalahan tersebut dapat tergolong ke dalam ruang lingkup *Vehicle Routing Problems* (VRP).

Menurut Golden, Raghavan, & Wasil (2008) *Vehicle Routing Problems* (VRP) atau juga bisa disebut *Vehicle Scheduling Problems* pertama kali dikemukakan oleh George Dantzig dan John Ramser pada tahun 1959 untuk permasalahan pengiriman truk bensin antara stasiun pemasok dan distributor. VRP sendiri merupakan permasalahan optimasi kombinasi yang terkait dengan perancangan rute optimal untuk kendaraan dalam melakukan proses distribusi kepada pelanggan. Selain itu, perlu juga diketahui mengenai definisi dari *vehicle route* (rute kendaraan) yang merupakan urutan dari titik pengambilan atau pengantaran yang harus dilalui kendaraan dengan dimulai dan diakhiri dari depot (gudang) perusahaan, sedangkan *vehicle scheduling* (jadwal kendaraan) merupakan urutan dari titik pengambilan dan pengantaran yang harus dilalui kendaraan disertai dengan batas waktu keberangkatan dan kedatangan dari kendaraan tersebut (Bodin & Golden, 1981). Dengan berhasil mengidentifikasi terhadap seluruh permasalahan serta batasan-batasan yang ada dalam sistem pengiriman, maka dapat ditentukan model pengembangan VRP yang dapat menggambarkan sistem dengan sesuai sehingga menghasilkan solusi berupa jadwal dan rute pengiriman yang optimal.

## **I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah**

PT X merupakan perusahaan manufaktur yang melakukan produksi sabun mandi cair dan sampo dengan berbagai jenis varian aroma sesuai dengan pesanan konsumen. PT X termasuk perusahaan swasta yang memiliki jenis usaha Perseroan Terbatas (PT) dengan kategori menengah yang dapat dilihat dari jumlah modal, omzet, dan karyawannya. Perusahaan memiliki pabrik yang terletak di Kecamatan Jatiuwung, Kota Tangerang dan sudah berdiri sejak tahun

2001 yang telah banyak memiliki konsumen baik merupakan distributor, *reseller*, maupun *end user*.

Produk yang dihasilkan PT X merupakan sabun cair yang dapat digunakan untuk tubuh dan rambut atau biasa lebih dikenal dengan sebutan *hair and body wash*. Sabun yang diproduksi memiliki berbagai jenis varian yang dibedakan berdasarkan aroma yang dapat dipesan sesuai keinginan konsumen, seperti lavender, apel, stroberi, lemon, *bluesoft*, *white tea*, dan lain-lain. Dalam melakukan kegiatan manufaktur, perusahaan memperoleh bahan baku dari pemasok dan akan langsung melakukan proses produksi dengan mencampurkan bahan-bahan untuk menghasilkan produk yang dipesan. Saat ini perusahaan menggunakan dua buah mesin *mixer* dengan kapasitas tangki dan pompa sebesar 150 liter dan 500 liter yang dapat memproduksi 2.900 liter sabun per hari. Produk akhir sabun akan dikemas dalam skala besar yaitu dalam satu jeriken dengan volume 5, 20, 25, 30, dan 200 liter. Berikut contoh produk akhir dari PT X yang dapat dilihat pada Gambar I.1.



Gambar I.1 Contoh Produk Sabun PT X

Produk akhir sesuai Gambar I.1. merupakan kemasan yang akan dikirim dan diterima oleh konsumen. Saat ini perusahaan melakukan pengiriman secara *in-house* dengan memiliki tiga orang pekerja yang secara khusus memiliki tugas untuk melakukan pengiriman produk kepada konsumen. Selain itu, perusahaan juga memiliki 3 buah armada kendaraan untuk mengantarkan pesanan tersebut yang terbagi menjadi dua jenis kendaraan, yaitu dua buah pikap (*pick up*) dengan merek Isuzu Panther dan satu buah *Colt Diesel* Engkel (CDE) – bak

dengan merek Isuzu Elf NKR 55 CC. Berikut merupakan kendaraan yang digunakan perusahaan untuk melakukan pengiriman yang ditunjukkan pada Gambar I.2.



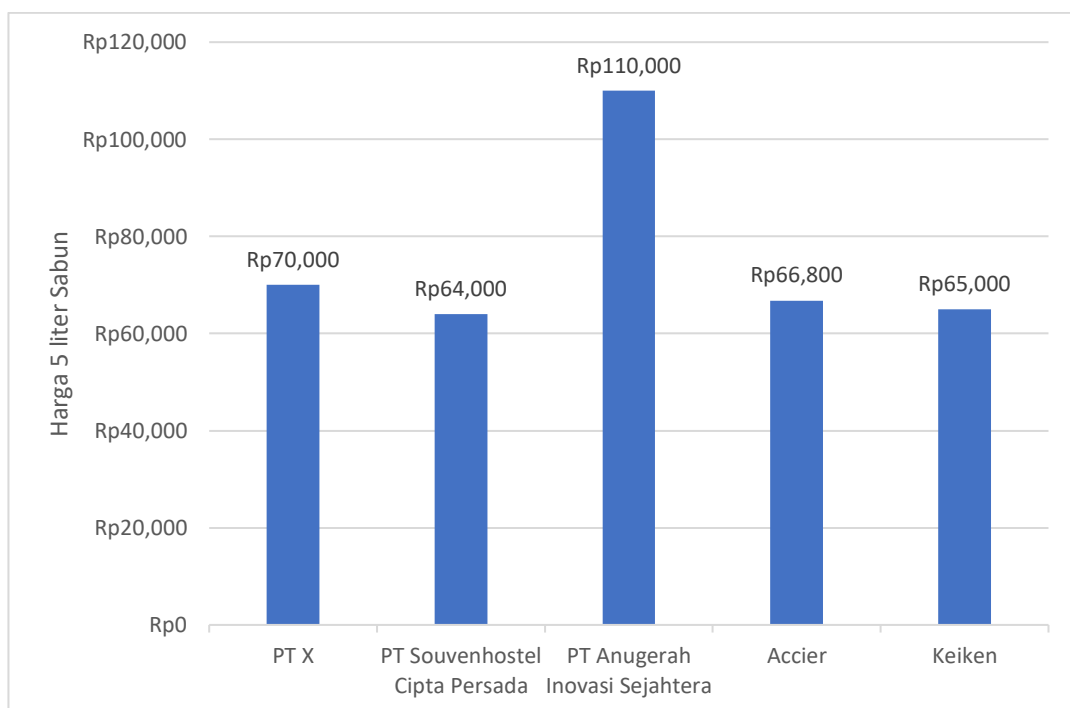
Gambar I.2 Armada Kendaraan PT X

Kendaraan bermotor yang secara khusus diperuntukan untuk mengangkut penumpang (kendaraan umum) ataupun untuk barang di Indonesia harus melalui tahapan Uji KIR untuk memastikan kelayakan dan keamanan dalam berkendara di jalan raya. Berdasarkan hasil Uji KIR, angkutan 1 dan 2 (Pikap Isuzu Panther) memiliki kapasitas angkutan maksimal sebesar 1.260 kg atau setara dengan 1.200 liter sabun. Sementara itu, untuk angkutan 3 (CDE bak Isuzu Elf) memiliki kapasitas angkutan maksimal sebesar 2.800 kg atau setara dengan 2.500 liter sabun.

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, PT X melakukan pengiriman produknya secara *in-house* dengan menggunakan karyawan dan kendaraanya sendiri. Secara sistem serah terima barang, kondisi ini dapat disebut *franco* yang berarti pembeli dibebaskan dari biaya pengiriman dan bongkar pasang karena sudah termasuk dari biaya pembelian produk yang dilakukan, serta juga dibebaskan dari resiko pengiriman sebelum barang sampai di gudang pelanggan (Zulaeha, 2019). Dalam menerima material dari pemasok, pihak perusahaan juga dibebaskan dari biaya pengiriman sehingga biaya logistik hanya muncul berdasarkan pengiriman sabun kepada pelanggan PT X. Oleh sebab itu, harga jual produk yang diberikan perusahaan akan sangat dipengaruhi oleh biaya logistik yang dibutuhkan terutama untuk kegiatan transportasi.

Untuk mengetahui peta persaingan antar merek sabun PT X dengan perusahaan lain, maka akan dilakukan perbandingan dari harga jual sabun sehingga dapat merepresentasikan posisi harga jual dari produk perusahaan

saat ini. Kompetitor merek sabun yang akan dianalisis lebih lanjut adalah PT Souvenhostel Cipta Persada, PT Anugerah Inovasi Sejahtera, Accier, dan Keiken karena perusahaan memiliki kesamaan dari jenis sabun yang merupakan *hair and body wash* dan sisi pengemasan sabun dalam skala besar yaitu jeriken 5 liter. Selain itu, seluruh kompetitor juga hadir dengan berbagai varian aroma sehingga dapat menyesuaikan dengan keinginan pelanggannya. Namun berbeda dengan PT X, merek kompetitor juga melakukan penjualan secara *online* sehingga lebih mudah untuk diakses oleh pelanggan secara umum. Terdapat beberapa kompetitor yang juga melakukan sistem pengiriman dan serah terimanya secara *franco*, sedangkan kompetitor sisanya melakukan pengiriman dengan bantuan pihak ketiga dimana biaya pengiriman (transportasi dan bongkar pasang) menjadi tanggungan pelanggan. Perbandingan harga sabun dengan beberapa merek dapat dilihat pada Gambar I.3 berikut.



Gambar I.3 Perbandingan Harga Sabun dengan Kompetitor

Berdasarkan perbandingan harga di atas, dapat diketahui PT X memiliki harga yang cukup bersaing dengan kompetitor lainnya terkecuali dengan PT Anugerah Inovasi Sejahtera karena memiliki harga yang jauh lebih tinggi. Namun, jika dibandingkan terhadap kompetitor dengan rentang harga yang

serupa, PT X memiliki harga yang paling tinggi. Seperti yang diketahui, harga produk merupakan salah satu faktor terpenting bagi konsumen dalam menentukan sebuah pembelian. Oleh sebab itu, efisiensi biaya operasional perlu dilakukan sehingga dapat menghasilkan harga yang sebanding atau bahkan dibawah produk kompetitor. Dengan memiliki sistem serah terima dan pengiriman secara *franco*, maka biaya pengiriman sudah termasuk ke dalam harga yang dibayarkan konsumen sehingga efisiensi biaya logistik dan pengiriman dapat secara positif berpengaruh terhadap harga akhir produk. Saat ini perusahaan melakukan pengiriman kepada pelanggan yang tersebar di daerah Jabotabek, Karawang, dan Bandung. Alamat lebih detail untuk setiap pelanggan dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Persebaran Alamat Pelanggan

No.	Kode Pelanggan	Alamat Pelanggan
1	C-122A	Serpong, Tangerang
2	C-122B	Leuwi Panjang, Bandung
3	C-122C	Cikarang, Bekasi
4	C-122D	Sentul, Bogor
5	C-122E	Manggarai, Jakarta
6	C-15	Rawalumbu, Bekasi
7	C-157	Panongan, Tangerang
8	C-178	Pluit, Jakarta
9	C-195	Cibodas, Tangerang
10	C-21	Pluit, Jakarta
11	C-236	Tanjung Priok, Jakarta
12	C-257	Gambir, Jakarta
13	C-30	Surya Cipta, Karawang
14	C-34	Cengkareng, Jakarta
15	C-75	Pluit, Jakarta
16	C-78	Citeureup, Bogor

Daftar di atas merupakan pelanggan yang melakukan pemesanan berulang di dalam daftar perusahaan selama tahun 2022. Sistem pengiriman akan diawali dengan pemesanan produk sabun dari pelanggan yang membutuhkan proses produksi selama beberapa hari kerja. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, pesanan akan dikirim kepada konsumen paling lambat 14 hari setelah pemesanan dilakukan. Dari 14 hari yang dimiliki, biasanya perusahaan hanya membutuhkan waktu kurang dari 7 hari untuk menyelesaikan proses produksinya. Meskipun demikian, perusahaan akan langsung melakukan pengiriman ketika terdapat produk yang sudah selesai diproduksi untuk menghindari penumpukan produk. Hal ini menyebabkan

terdapat banyak pengiriman yang tidak mengoptimalkan daya angkut kendaraan yang dimiliki perusahaan. Secara aktual, perusahaan dapat memanfaatkan waktu 14 hari dari pemesanan untuk mengoptimalkan pengiriman dengan membuat perencanaan. Berikut merupakan rekapitulasi daftar pengiriman yang tidak mengoptimalkan kapasitas angkut kendaraan untuk bulan Oktober – Desember 2022 yang dapat dilihat pada Tabel I.2.

Tabel I.2 Rekapitulasi Pengiriman Dibawah Kapasitas Angkut Kendaraan

No	Tanggal	Volume (l)	Kapasitas Kendaraan (l)	Kendaraan
1	04-Okt-22	55	1.200	Angkutan 2
2	07-Okt-22	350	1.200	Angkutan 2
3	11-Okt-22	440	1.200	Angkutan 1
4		255	1.200	Angkutan 2
5	18-Okt-22	1.025	2.500	Angkutan 3
6		200	1.200	Angkutan 1
7	20-Okt-22	520	1.200	Angkutan 1
8	21-Okt-22	1.070	2.500	Angkutan 3
9	24-Okt-22	104	1.200	Angkutan 2
10	26-Okt-22	227	1.200	Angkutan 1
11		1.200	2.500	Angkutan 3
12	28-Okt-22	372	1.200	Angkutan 1
13		1.150	2.500	Angkutan 3
14	01-Nov-22	259	1.200	Angkutan 2
15	02-Nov-22	170	1.200	Angkutan 2
16	03-Nov-22	100	1.200	Angkutan 2
17		250	2.500	Angkutan 3
18	04-Nov-22	100	1.200	Angkutan 2
19	07-Nov-22	96	1.200	Angkutan 1
20		500	1.200	Angkutan 2
21		1.400	2.500	Angkutan 3
22	08-Nov-22	550	1.200	Angkutan 2
23	09-Nov-22	180	1.200	Angkutan 2
24	10-Nov-22	250	1.200	Angkutan 1
25	14-Nov-22	50	1.200	Angkutan 2
26	15-Nov-22	600	1.200	Angkutan 1
27		350	1.200	Angkutan 2
28	19-Nov-22	1.500	2.500	Angkutan 3
29	22-Nov-22	20	1.200	Angkutan 1
30	23-Nov-22	1.510	2.500	Angkutan 3
31	25-Nov-22	488	1.200	Angkutan 1
32		1.420	2.500	Angkutan 3
33	28-Nov-22	225	1.200	Angkutan 1
34		1.350	2.500	Angkutan 3
35	30-Nov-22	326	2.500	Angkutan 3
36	02-Des-22	50	1.200	Angkutan 2
37		1.400	2.500	Angkutan 3

(lanjut)

Tabel I.2 Rekapitulasi Pengiriman Dibawah Kapasitas Angkut Kendaraan (lanjutan)

No	Tanggal	Volume (l)	Kapasitas Kendaraan (l)	Kendaraan
38	05-Des-22	723	1.200	Angkutan 2
39	07-Des-22	515	1.200	Angkutan 2
40	08-Des-22	300	1.200	Angkutan 2
41	14-Des-22	301	1.200	Angkutan 1
42	15-Des-22	1.050	2.500	Angkutan 3
43	16-Des-22	120	1.200	Angkutan 1
44	21-Des-22	252	1.200	Angkutan 1
45	22-Des-22	650	1.200	Angkutan 1
46	26-Des-22	1.285	2.500	Angkutan 3
47	28-Des-22	350	1.200	Angkutan 2
48	30-Des-22	110	1.200	Angkutan 2

Menurut Pramudita & Yuninda (2015) utilisasi muatan memiliki nilai minimal 70% dari kapasitas kendaraan, sehingga pemanfaatan dibawah nilai tersebut dianggap sebagai pengiriman *under capacity*. Terdapat 118 pengiriman yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan pada bulan Oktober – Desember 2022 dan dapat dilihat pada bagian Lampiran A, sedangkan berdasarkan data pada Tabel I.2 dapat dilihat bahwa terdapat 48 pengiriman yang dilakukan tidak memaksimalkan kapasitas kendaraan yang ada selama bulan Oktober – Desember 2022 atau sebesar 41% dari total pengiriman yang dilakukan. Kondisi ini menyebabkan pengiriman ke suatu daerah dapat dilakukan secara berulang-ulang untuk melakukan pengiriman lainnya yang seharusnya dapat dilakukan dalam satu kali perjalanan. Untuk mendukung pernyataan bahwa terdapatnya inefisiensi pada pengiriman dengan adanya pengiriman berulang, maka akan ditunjukkan data terkait frekuensi pengiriman yang dilakukan dengan jumlah pemesanan dan banyaknya sabun yang dipesan (liter). Berikut merupakan frekuensi pemesanan dan pengiriman yang dilakukan pelanggan dan perusahaan pada bulan Desember 2022 yang dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I.3 Perbandingan Frekuensi Pesanan dan Frekuensi Pengiriman Bulan Desember

Kode Pelanggan	Frekuensi Pemesanan	Jumlah Pesanan (liter)	Frekuensi Pengiriman
C-122A	2	4.200	6
C-122B	1	1.950	1
C-122C	1	10	1
C-122D	2	14.900	11
C-122E	2	12.078	12

(lanjut)



Tabel I.3 Perbandingan Frekuensi Pesanan dan Frekuensi Pengiriman Bulan Desember (lanjutan)

Kode Pelanggan	Frekuensi Pemesanan	Jumlah Pesanan (liter)	Frekuensi Pengiriman
C-15	2	2.980	4
C-157	1	260	3
C-178	1	350	1
C-195	1	500	3
C-21	1	110	2
C-236	1	1.850	2
C-257	2	1.900	3
C-30	1	1.000	1
C-75	1	252	1
C-78	2	1.021	3

Data dari Tabel I.3 menunjukkan frekuensi pemesanan, jumlah sabun yang dipesan, dan frekuensi pengiriman yang dilakukan untuk memenuhi pesanan pelanggan tersebut. Inefisiensi dari pengiriman dapat diketahui dengan adanya frekuensi pengiriman yang melebihi frekuensi pemesanan, sedangkan jumlah sabun yang dipesan masih berada dibawah kapasitas angkut dari armada kendaraan yang digunakan perusahaan. Sebagai contoh, pelanggan dengan kode C-21 dan C-236 yang melakukan satu kali pemesanan dengan jumlah sabun secara berurutan 110 liter dan 21 liter harus dipenuhi dengan melakukan pengiriman sebanyak dua perjalanan untuk setiap pelanggan. Kondisi ini menggambarkan bahwa kapasitas kendaraan yang tidak dioptimasi dan pengiriman berulang ke suatu pelanggan tidak disebabkan oleh adanya pemesanan baru, melainkan tidak adanya perencanaan terhadap produk yang akan dikirim. Data perbandingan frekuensi pemesanan dan pengiriman untuk bulan Oktober 2022 dan November 2022 dapat dilihat pada bagian Lampiran B.

Kondisi pengiriman saat ini juga menyebabkan tingginya biaya pengiriman yang dibutuhkan perusahaan. Biaya pengiriman sendiri dipengaruhi oleh jarak tempuh kendaraan, pembayaran uang tol menuju lokasi tujuan, dan pembayaran untuk jasa kuli yang melakukan kegiatan *unloading* produk. Untuk mengetahui biaya transportasi yang dibutuhkan serta jarak yang ditempuh dalam melakukan pengiriman, maka telah dibuat rekapitulasi biaya dan jarak tempuh pengiriman untuk bulan Oktober – Desember 2022 pada Tabel I.4 berikut.

Tabel I.4 Rekapitulasi Biaya Pengiriman dan Jarak Tempuh Kendaraan

Bulan	Biaya Pengiriman	Total Jarak Pengiriman (km)
Oktober 2022	Rp12.311.855,00	4.798
November 2022	Rp10.561.155,00	4.529
Desember 2022	Rp12.693.232,00	4.658

Biaya pengiriman pada data Tabel I.4 merupakan gabungan dari biaya pengiriman pokok berupa biaya bahan bakar kendaraan dan tol, serta biaya tambahan lainnya seperti uang untuk parkir dan komisi untuk kuli dalam mengangkut produk dari kendaraan ke tempat penyimpanan pelanggan. Kondisi pengiriman yang banyak melakukan pengiriman berulang ke pelanggan akan menyebabkan frekuensi pengiriman juga meningkat, hal ini berpengaruh terhadap penggunaan kendaraan yang membutuhkan biaya pokok maupun tambahan sehingga seluruh biaya pengiriman juga akan meningkat. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, sebelumnya perusahaan pernah menggunakan sistem *outsourcing* oleh *Third Party Logistics* (3PL) untuk mengirimkan produk ke konsumen dan menghasilkan biaya yang sedikit lebih rendah dibandingkan biaya pengiriman saat ini. Namun karena alasan fleksibilitas pengiriman, akhirnya perusahaan memutuskan untuk melakukan pengiriman secara *in-house*. Meskipun dari segi biaya tidak berbeda secara signifikan menurut pihak perusahaan, namun juga perlu diketahui bahwa terdapat tiga karyawan tambahan pada pengiriman *in-house* sehingga mengakibatkan adanya biaya tambahan untuk gaji pokok karyawan.

Salah satu upaya untuk dapat mengurangi biaya pengiriman yang dikeluarkan pihak perusahaan saat ini adalah dengan melakukan penjadwalan terhadap barang yang dikirim serta mengatur rute pengiriman yang optimal. Penjadwalan yang dimaksud merupakan pengaturan mengenai kapan sebuah pekerjaan akan ditugaskan terhadap sumber daya (pekerja ataupun kendaraan) yang dimiliki perusahaan. Dalam kasus PT X penjadwalan tersebut terkait pengaturan mengenai kapan pengiriman sabun kepada pelanggan akan dilakukan. Berbeda dengan penjadwalan, penentuan rute merupakan proses penentuan urutan dari jalur yang akan dilewati kendaraan diantara beberapa titik lokasi tujuan. Dengan demikian, penentuan jadwal akan berhubungan dengan waktu pengiriman dilakukan, sedangkan penentuan rute akan terkait jalur yang digunakan selama proses pengiriman berlangsung untuk beberapa pelanggan.

Kedua solusi berupa penjadwalan dan penentuan rute tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Penggunaan VRP sesuai dengan permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu memiliki batasan waktu kirim ke konsumen, sehingga penggunaan metode ini diharapkan dapat memanfaatkan waktu pengiriman yang dimiliki untuk dapat meningkatkan efisiensi yang berdampak pada penurunan biaya transportasi. Selain itu, kondisi pada sistem pengiriman perusahaan juga sesuai dengan parameter dan batasan yang digunakan pada metode VRP, seperti kondisi perusahaan yang memiliki satu depot (gudang) dan 16 pelanggan, terdapat jumlah & kapasitas kendaraan, terdapat jumlah karyawan perusahaan sebagai pengemudi, terdapat batasan jam kerja perusahaan, biaya variabel pengiriman, dan lain-lain. Dengan menggunakan VRP, perusahaan dapat menentukan rute kendaraan dan perencanaan dari jadwal pengiriman jangka pendek yang optimal.

Penyelesaian permasalahan dari penjadwalan dan penentuan rute pengiriman akan dilakukan dengan menggunakan metode optimasi eksak guna menghasilkan solusi optimal bagi sistem pengiriman perusahaan. Jumlah pelanggan yang sedikit ( $\leq 20$  pelanggan) juga menjadi alasan metode optimasi dapat digunakan. Fungsi tujuan dan batasan dari metode VRP membentuk sebuah model matematis yang akan menghasilkan solusi yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Penentuan solusi optimasi akan dicari menggunakan *software A Mathematical Programming Language* (AMPL) dengan melakukan *input* berupa model matematis dan nilai parameter. AMPL nantinya akan melakukan perhitungan dan dapat menghasilkan *output* yang sesuai berupa variabel keputusan yang harus diambil sistem pengiriman untuk dapat meminimasi total biaya dari pengiriman yang dilakukan.

Berdasarkan hasil pemaparan yang dilakukan pada latar belakang dan identifikasi masalah, maka dapat ditentukan rumusan masalah penelitian. Rumusan masalah yang diperoleh adalah bagaimana penjadwalan pengiriman dan model penentuan rute kendaraan yang dapat meminimasi biaya transportasi pada PT X?

### **I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian**

Pada penelitian yang dilakukan akan dibuat batasan-batasan yang bertujuan agar mengurangi ruang lingkup penelitian. Dengan menentukan batasan maka penelitian yang dilakukan juga akan lebih terarah untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Berikut merupakan batasan yang ditetapkan pada penelitian.

1. Perhitungan total biaya pengiriman hanya meliputi kegiatan operasional pengiriman di lapangan yaitu biaya penggunaan bahan bakar kendaraan, biaya penggunaan jalan tol, biaya jasa kuli untuk proses *unloading*, biaya *overtime* kerja pengemudi, dan biaya penggunaan jasa pengiriman *outsourcing*.
2. Jarak dan waktu tempuh setiap kendaraan dalam melakukan pengiriman mengikuti rute terpendek untuk kendaraan roda empat dari Google Maps.

Selain menentukan batasan untuk mengarahkan penelitian terhadap permasalahan, juga akan ditentukan asumsi yang bertujuan sebagai landasan penelitian untuk merefleksikan kondisi saat penelitian dilakukan. Berikut merupakan asumsi penelitian:

1. Perubahan tanggal pengiriman produk dapat disetujui pelanggan selama masih berada dalam jangka 14 hari setelah pemesanan dilakukan.
2. Produksi sabun membutuhkan waktu maksimal selama 7 hari setelah pemesanan dilakukan.
3. Waktu tempuh perjalanan ke sebuah lokasi tidak mengalami perubahan untuk kendaraan yang berbeda, serta pada jam dan hari yang berbeda.

### **I.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi dan rumusan permasalahan yang telah dibuat sebelumnya, maka tujuan dari penelitian juga dapat ditentukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan jadwal pengiriman dan model untuk menentukan rute kendaraan yang optimal sehingga dapat meminimasi biaya transportasi yang dibutuhkan oleh PT X.

### **I.5 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan kegunaan dan solusi yang secara nyata dapat digunakan baik untuk pihak perusahaan sebagai

pemilik masalah dan juga untuk pengembangan bidang keilmuan. Berikut merupakan penjelasan dari manfaat-manfaat yang dimaksud untuk PT X:

1. Mendapatkan evaluasi dari kegiatan logistik yang dilakukan saat ini terutama terkait dengan proses pengiriman.
2. Perusahaan memperoleh jadwal dan rute pengiriman yang optimal untuk dapat mengurangi biaya transportasi.

Manfaat yang diperoleh bagi pengembangan bidang keilmuan:

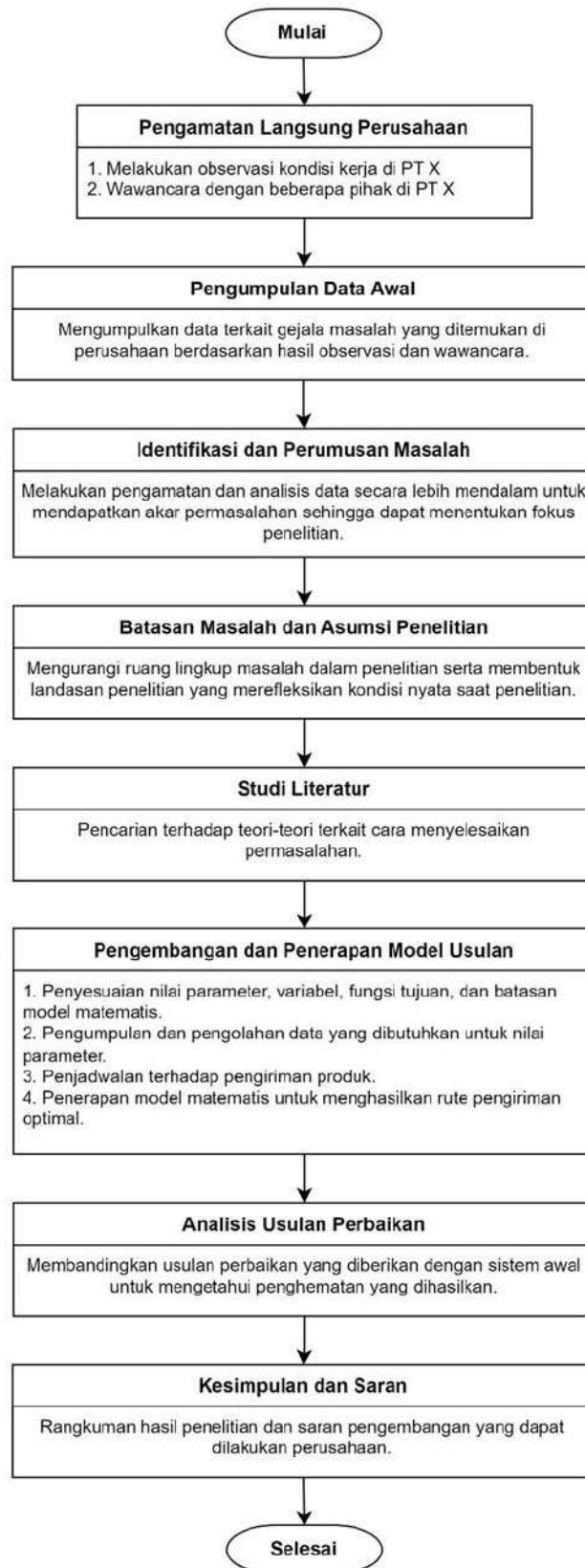
1. Menambah wawasan dan pengetahuan untuk proses identifikasi masalah terutama yang terkait dengan masalah penjadwalan dan penentuan rute pengiriman optimal.
2. Menjadi sarana pengembangan bidang keilmuan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) secara teoritis untuk digunakan dalam proses perkuliahan.

## **I.6 Metodologi Penelitian**

Pada subbab ini akan dibahas mengenai beberapa proses tahapan yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Metodologi dibentuk sebagai pedoman yang berisikan langkah-langkah proses penelitian yang akan dilakukan sehingga akan berjalan secara sistematis. Penelitian akan dimulai dari tahapan observasi hingga akhirnya dapat menghasilkan kesimpulan penelitian dan juga saran untuk pihak terkait seperti yang tertuang dalam diagram alir metodologi penelitian. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar I.4 disertai dengan penjelasan dari setiap prosesnya.

### **1. Pengamatan Langsung Perusahaan**

Pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian merupakan langkah awal yang dilakukan dari tahapan penelitian. Observasi dilakukan dengan mengunjungi PT X yang berada di daerah Jatiuwung, Kota Tangerang untuk melihat permasalahan yang muncul di perusahaan. Selain observasi, dilakukan juga wawancara dengan salah satu pemilik perusahaan untuk memperoleh kondisi sistem kerja serta melakukan konfirmasi dari hasil observasi. Dengan melakukan observasi dan wawancara dapat diketahui gambaran secara umum mengenai gejala masalah yang dialami perusahaan saat ini.



Gambar I.4 Metodologi Penelitian

## 2. Pengumpulan Data Awal

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data terkait gejala masalah yang berhasil diidentifikasi dari hasil observasi dan wawancara. Permasalahan yang muncul terkait dengan bagian logistik, khususnya sistem pengiriman maka data-data pendukung yang dibutuhkan berupa biaya variabel transportasi, jarak tempuh pengiriman, waktu tempuh pengiriman, kapasitas kendaraan, dan lain-lain.

## 3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini akan mendalami gejala masalah yang ada disertai dengan analisis dari data pendukung untuk mendapatkan akar dari permasalahan. Seluruh proses observasi, wawancara, dan analisis data bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi masalah yang dialami perusahaan saat ini sehingga dapat mengetahui arah penyelesaian dari penelitian yang akan dilakukan.

## 4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada tahap ini akan ditentukan pembatasan dari ruang lingkup penelitian guna memastikan penelitian terarah dan fokus terhadap penyelesaian akar masalah yang ada. Selain itu, ditentukan juga asumsi untuk dapat menyederhanakan penelitian dengan memberikan landasan penelitian yang menggambarkan kondisi perusahaan saat penelitian dilakukan.

## 5. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Pada tahap ini akan ditentukan objektif dari penelitian berdasarkan hasil identifikasi dan perumusan masalah. Dengan demikian, tujuan berisikan permasalahan yang akan diselesaikan dengan melakukan penelitian. Dari penelitian yang dilakukan juga akan ditentukan manfaat penelitian bagi *stakeholder*, yaitu pihak perusahaan sebagai pemilik masalah, pembaca, dan juga bagi pengembangan bidang keilmuan yang terkait.

## 6. Studi Literatur

Dilakukan pembelajaran lebih mendalam mengenai topik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dimiliki. Penelitian dapat didasari oleh teori-teori terkait yang bersumber dari buku, jurnal, ataupun hasil penelitian terdahulu lainnya. Dengan melakukan studi literatur, metode dan solusi yang diberikan akan sesuai dengan permasalahan yang ada sehingga hasilnya lebih akurat dan terpercaya.

## 7. Pengembangan dan Penerapan Model Usulan

Setelah dilakukan pengumpulan data awal untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi, maka diketahui pemodelan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat digunakan untuk menghasilkan solusi yang diharapkan berupa meminimasi total biaya pengiriman. Pertama dilakukan pengembangan model matematis referensi untuk disesuaikan parameter, variabel, fungsi tujuan, dan batasan terhadap kondisi pengiriman yang dilakukan perusahaan. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang terkait dengan nilai parameter yang digunakan. Sebelum penerapan model matematis dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penjadwalan terhadap pengiriman produk kepada pelanggan berdasarkan tanggal pemesanan yang dilakukan. Jika perusahaan telah menyusul penjadwalan, maka model matematis yang dikembangkan dapat diterapkan untuk setiap hari pengiriman sehingga menghasilkan rute yang optimal. Penjadwalan dan penentuan rute ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi perusahaan terkait utilisasi muatan yang rendah dari seluruh kapasitas kendaraan dan penentuan rute yang hanya berdasarkan intuisi pengemudi.

## 8. Analisis Usulan Perbaikan

Tahapan ini melakukan analisis lebih lanjut dari hasil pengolahan data yang dilakukan. Hasil usulan perbaikan yang didapatkan akan dibandingkan dengan sistem pengiriman saat ini untuk dapat mengetahui sistem yang lebih baik. Selain itu, analisis juga akan berisikan alasan dari langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian berlangsung.

## 9. Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini merupakan bagian terakhir dari penelitian. Setelah seluruh rangkaian penelitian dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan untuk dapat menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan yang diharapkan dari penelitian. Selain itu, ditentukan juga saran yang merupakan masukan bagi PT X dalam melakukan penelitian-penelitian selanjutnya pada bagian lain perusahaan untuk dapat mengembangkan atau memperbaiki kinerja saat ini.

### **I.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan merupakan gambaran dari rangkaian penelitian dan penulisan hasil penelitian yang akan dilakukan. Sistematika diperlukan untuk



membantu penelitian agar dilakukan secara terstruktur. Berikut merupakan sistematika penulisan yang akan digunakan dalam menyusun proses penelitian.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada BAB I dilakukan pembahasan terkait gambaran dasar penelitian yang terdiri atas latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada BAB II berisikan teori-teori yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Teori ini berfungsi untuk mendukung proses penyelesaian masalah yang ada dengan menjadi dasar dalam penggunaan metode dan proses analisis agar dilakukan dengan tepat.

### **BAB III PENGEMBANGAN MODEL DAN PENERAPAN MODEL USULAN**

Pada BAB III akan dilakukan penentuan dari parameter model matematis serta hal-hal yang terkait pengembangan model matematis. Pengembangan model dilakukan dengan menyesuaikan parameter, variabel, fungsi tujuan, dan batasan-batasan dari model yang sudah ada dengan kondisi aktual pengiriman di perusahaan yang diteliti. Penerjemahan model matematis ke dalam bahasa pemrograman juga akan dilakukan untuk mendapatkan hasil berupa rute optimal.

### **BAB IV ANALISIS**

Pada BAB IV akan dilakukan analisis mengenai hasil pengembangan model serta perhitungan dari model matematis yang dimiliki. Analisis juga akan membahas terkait kesesuaian model yang dikembangkan dengan kondisi pengiriman perusahaan, serta melakukan analisis terkait hasil rute pengiriman yang terbentuk dan total biaya pengiriman usulan yang dihasilkan dari rute tersebut.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada BAB V akan berisikan kesimpulan penelitian serta saran yang dapat diberikan terkait proses penelitian kedepan. Kesimpulan sendiri akan menjawab

pertanyaan dari masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Selain itu, saran juga akan diberikan tidak hanya untuk penelitian-penelitian berikut yang sejenis dapat lebih baik, namun juga kepada pihak perusahaan untuk dapat mengaplikasikan hasil penelitian dengan tepat ataupun melakukan penelitian pada bidang lain yang terdapat gejala masalah agar segera mendapatkan solusi perbaikan.