



PENGEMBANGAN MODEL OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI BERBASIS VEHICLE ROUTING PROBLEM PADA TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEM PT XYZ

MUH. IHSAN RAMADHANA



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Pengembangan Model Optimasi Rute Distribusi Berbasis *Vehicle Routing Problem* Pada *Transportation Management System* PT XYZ” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Muh. Ihsan Ramadhana
F3401221118



ABSTRAK

MUH. IHSAN RAMADHANA. Pengembangan Model Optimasi Rute Distribusi Berbasis *Vehicle Routing Problem* pada *Transportation Management System* PT XYZ. Dibimbing oleh ENDANG WARSIKI dan TAUFIK DJATNA.

Distribusi produk pangan beku memerlukan perencanaan rute yang efisien untuk menjaga ketepatan waktu pengiriman, pemanfaatan armada, dan keberlangsungan *cold chain*. Proses penyusunan rute secara manual berpotensi menghasilkan jarak tempuh yang lebih panjang dan penggunaan sumber daya yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model optimasi rute berbasis *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW) yang diimplementasikan pada *backend Transportation Management System* (TMS) menggunakan Google OR-Tools. Model mempertimbangkan kapasitas kendaraan, jendela waktu pelayanan, jam operasional, serta zonasi geografis sebagai *soft constraint*, dengan matriks jarak dan waktu yang dibangun menggunakan Open Source Routing Machine (OSRM). Sistem diuji melalui pengujian fungsional, validitas model, dan integrasi sistem, kemudian dievaluasi menggunakan data operasional perusahaan dengan membandingkan hasil optimasi terhadap penjadwalan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan solusi yang memenuhi seluruh kendala operasional, menurunkan total jarak tempuh sebesar 31,1%, mengurangi total waktu operasional sebesar 26,6%, serta mempertahankan pemenuhan jendela waktu pelayanan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem layak digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan distribusi yang lebih efisien dan konsisten.

Kata kunci: CVRPTW, Google OR-Tools, OSRM, TMS, VRP.



ABSTRACT

MUH. IHSAN RAMADHANA. Development of a Distribution Route Optimization Model Based on the Vehicle Routing Problem in PT XYZ's Transportation Management System. Supervised by ENDANG WARSIKI and TAUFIK DJATNA.

Frozen food distribution requires efficient route planning to ensure timely deliveries, optimal fleet utilization, and cold chain continuity. Manual route planning often results in longer travel distances and inefficient resource utilization. This study aimed to develop a Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) optimization model implemented within the backend of a Transportation Management System (TMS) using Google OR-Tools. The proposed model considers vehicle capacity, customer time windows, operating hours, and geographical zoning as a soft constraint, while travel distance and time matrices are generated using the Open Source Routing Machine (OSRM). The developed system was evaluated through functional testing, model validation, and system integration testing, followed by a performance evaluation using the company's operational distribution data by comparing the optimized routes with the existing manual planning process. The results demonstrate that the proposed system satisfies all operational constraints, reduces total travel distance by 31.1%, decreases total operational time by 26.6%, and maintains compliance with customer service time windows. These findings indicate that the developed system is suitable for supporting more efficient, consistent, and data-driven distribution planning.

Keywords: CVRPTW, Google OR-Tools, OSRM, TMS, VRP.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENGEMBANGAN MODEL OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI BERBASIS VEHICLE ROUTING PROBLEM PADA *TRANSPORTATION* MANAGEMENT SYSTEM PT XYZ

MUH. IHSAN RAMADHANA

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Muhammad Syukur Sarfat, S.TP., M.Si.
2. Prof. Dr. Eng. Taufik Djatna, S.TP., M.Si.



Judul Tugas Akhir : Pengembangan Model Optimasi Rute Distribusi Berbasis
Vehicle Routing Problem Pada *Transportation Management*
System PT XYZ

Nama : Muh. Ihsan Ramadhana
NIM : F3401221118

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Endang Warsiki, S.TP., M.Si.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Eng. Taufik Djatna, S.TP., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.TP., M.T.
NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian:
15 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Desain Utama Agroindustri ini, yang dilaksanakan mulai bulan Februari hingga Juni 2026. Proyek Desain Utama Agroindustri yang berjudul “Pengembangan Model Optimasi Rute Distribusi Berbasis *Vehicle Routing Problem* Pada *Transportation Management System* PT XYZ” merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana di Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknik dan Teknologi.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan Proyek Desain Utama Agroindustri ini, yaitu:

1. Prof. Dr. Endang Warsiki S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing, atas segala arahan, bimbingan akademik, serta masukan yang sangat membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Proyek Desain Utama Agroindustri ini.
2. Prof. Dr. Eng. Taufik Djatna S.TP., M.Si. selaku dosen penanggung jawab (*Person in Charge*/PIC) proyek, atas peran koordinasi dan fasilitasi dalam memastikan kelancaran pelaksanaan proyek, serta atas dukungan dan evaluasi yang telah memperkuat kualitas proses dan luaran Proyek Desain Utama Agroindustri ini.
3. Prof. Dr. Ono Suparno, M.T., selaku Ketua Departemen Teknologi Industri Pertanian.
4. Seluruh staf pengajar (dosen), tenaga kependidikan, staf Tata Usaha (TU), dan UPT di lingkungan Departemen Teknologi Industri Pertanian.
5. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknologi Industri Pertanian Angkatan 59.

Bogor, 15 Juli 2026

Muh. Ihsan Ramadhana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	i
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Distribusi dan <i>Cold chain</i>	6
2.2 Model Optimasi Rute Distribusi	7
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	8
2.4 Metode Penyelesaian VRP	10
2.5 Google OR-Tools	12
2.6 Open Source Routing Machine (OSRM)	14
2.7 <i>Transportation Management System</i> (TMS)	16
2.8 Arsitektur <i>Backend</i>	18
2.9 Penelitian Terdahulu	19
2.10 <i>Research Gap</i> dan Kebaruan Penelitian	21
III METODE	24
3.1 Kerangka Pemikiran Penelitian	24
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.3 Kebutuhan Data	26
3.4 Formulasi Model CVRPTW	27
3.5 Perancangan Arsitektur <i>Backend</i>	33
3.6 Implementasi Sistem	36
3.7 Pengujian Sistem	40
3.8 Evaluasi Kinerja Sistem	42
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Gambaran Umum Sistem	44
4.2 Implementasi <i>Backend</i>	44
4.3 Implementasi Model CVRPTW	48
4.4 Implementasi Keluaran Sistem	54
4.5 Pengujian Sistem	56
4.6 Evaluasi Kinerja Sistem	61
4.7 Pembahasan	66
V SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73
RIWAYAT HIDUP	97

DAFTAR TABEL

1	Himpunan	29
2	Parameter	29
3	Variabel keputusan	30
4	Hubungan antar model	32
5	Parameter model	49
6	Implementasi <i>constraint</i> model CVRPTW	51
7	Parameter solver	53
8	Hasil pengujian fungsional	57
9	Hasil validasi kendala CVRPTW	59
10	Pengujian integrasi sistem	60
11	Perbandingan metrik distribusi: realisasi manual vs optimasi sistem	62
12	Perbandingan total jam kerja	63
13	Analisis kinerja hasil optimasi rute distribusi	64
14	Komparasi aspek teknis penelitian dengan penelitian terdahulu	67

DAFTAR GAMBAR

1	Alur distribusi eksisting PT XYZ	3
2	Sistem <i>cold chain</i> pada distribusi pangan beku	7
3	Ilustrasi <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	10
4	Klasifikasi metode penyelesaian VRP	11
5	Perbandingan TSP dan VRP	12
6	Alur kerja Google OR-Tools	14
7	Mekanisme pembentukan matriks jarak menggunakan OSRM	16
8	Komponen <i>Transportation Management System</i>	18
9	Arsitektur <i>backend Transportation Management System</i>	19
10	Kerangka pemikiran penelitian	25
11	Lokasi penelitian	26
12	Ilustrasi formulasi CVRPTW	28
13	Diagram alur model	28
14	Arsitektur <i>backend</i>	34
15	<i>Deployment backend</i>	36
16	Alur pengujian sistem	40
17	Arsitektur sistem	45
18	Dokumentasi swagger	46
19	Contoh respons salah satu API	46
20	Struktur basis data	47
21	Struktur proyek <i>backend</i>	47
22	Data transporter	49
23	Data customer	50
24	Pembagian zona wilayah	50
25	Parameter jam operasional kendaraan	50
26	Visualisasi rute	54

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

27	Penugasan kendaraan	55
28	Respon API	55
29	Dataset pengujian sistem	56
30	Arsitektur integrasi antar komponen <i>backend</i>	60
31	Manual	62

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 <i>Backend Layer</i>	74
2	Lampiran 2 Faktor Lalu Lintas	76
3	Lampiran 3 Perhitungan Faktor Lalu Lintas	77
4	Lampiran 4 Perhitungan Matriks Jarak dan Waktu	78
5	Lampiran 5 Mekanisme <i>Fallback Haversine</i>	79
6	Lampiran 6 Fungsi Objektif Biaya Gabungan	80
7	Lampiran 7 Kendala Kapasitas	81
8	Lampiran 8 Kendala Waktu dan Time Window	82
9	Lampiran 9 Konfigurasi Pencarian Solusi OR-Tools	83
10	Lampiran 10 Eksekusi Solver dan Ekstraksi Hasil	84
11	Lampiran 11 Uji <i>Time Windows</i>	85
12	Lampiran 12 Data Uji Kendala	87
13	Lampiran 13 Bukti integrasi	89
14	Lampiran 14 <i>Pytest Backend</i>	91
15	Lampiran 15 Bukti Kendala	92
16	Lampiran 16 Bukti Parameter	96