

OPTIMASI *HETEROGENEOUS FLEET VEHICLE ROUTING* PROBLEM DENGAN INTEGRASI METODE *TIME* *WINDOWS* DAN *SAVING MATRIX* DI PT XYZ

MUHAMAD RIDHO FATURAHMAN



**MANAJEMEN INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
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.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Optimasi *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* dengan Integrasi Metode *Time Windows* dan *Saving Matrix* di 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Muhamad Ridho Faturahman
J0411221164



@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.

ABSTRAK

MUHAMAD RIDHO FATURAHMAN. Optimasi *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* dengan Integrasi Metode *Time Windows* dan *Saving Matrix* di PT XYZ. Dibimbing oleh MUSLICH.

PT XYZ menghadapi tantangan dalam operasional pengiriman barang yang disebabkan oleh kapasitas kendaraan yang bervariasi, waktu pelayanan pelanggan yang terbatas dalam menerima barang (*time windows*), serta permintaan pelanggan yang berfluktuasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi distribusi dengan membandingkan kinerja rute aktual di PT XYZ dengan rute hasil optimasi. Metodologi yang digunakan adalah penerapan metode *saving matrix* untuk menentukan rute yang optimal dan penerapan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi permintaan setiap *customer*. Hasil penelitian menunjukkan penerapan metode ini mampu memberikan efisiensi penggunaan kendaraan sebesar 44,44%, memangkas jarak tempuh sebesar 40,99%, pengurangan waktu tempuh sebesar 39,51% dan menekan biaya operasional pengiriman sebesar 18,46%. Selain itu, simulasi Monte Carlo yang diterapkan mampu memprediksi permintaan pengiriman barang mencapai 98,85%.

Kata Kunci: Distribusi, Efisiensi, Optimasi Rute, *Saving Matrix*, Simulasi Monte Carlo, *Time Windows*,

ABSTRACT

MUHAMAD RIDHO FATURAHMAN. Optimization of the *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* Through the Integration of the *Time Window* and *Saving Matrix* Methods at PT XYZ. Supervised by MUSLICH.

PT XYZ faces challenges in its freight delivery operations due to varying vehicle capacities, limited customer service windows for receiving goods, and fluctuating customer demand. This study aims to improve distribution efficiency by comparing the performance of actual routes at PT XYZ with optimized routes. The methodology employed involves the application of the *saving matrix* method to determine optimal routes and the use of Monte Carlo simulation to predict demand for each customer. The results of the study show that the application of this method is capable of providing 44,44% efficiency in vehicle utilization, reducing travel distance by 40,99%, reducing travel time by 39,51%, and reducing delivery operational costs by 18,46%. In addition, the Monte Carlo simulation applied was able to predict goods delivery demand with 98,85% accuracy.

Keywords: Distribution, Efficiency, Monte Carlo Simulation, Route Optimization, *Saving Matrix*, *Time Window*



@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.

© 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.



OPTIMASI *HETEROGENEOUS FLEET VEHICLE ROUTING* PROBLEM DENGAN INTEGRASI METODE *TIME* *WINDOWS* DAN *SAVING MATRIX* DI PT XYZ

MUHAMAD RIDHO FATURAHMAN

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Manajemen Industri

**MANAJEMEN INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Penguji pada ujian Laporan Proyek Akhir: Antonya Rumondang Sinaga, S.E., M.M.



Judul Proyek Akhir : Optimasi *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* dengan Integrasi Metode *Time Windows* dan *Saving Matrix* di PT XYZ
Nama : Muhamad Ridho Faturahman
NIM : J0411221164

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Ir. Muslich, M.Si.
NIP 19680401194031001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Annisa Kartinawati, S.T.P., M.T.
NPI 201811198312152006

Dekan Sekolah Vokasi:

Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian: 08 Juni 2026

Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam pelaksanaan magang yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Desember 2025 ini ialah Optimasi Distribusi, dengan judul “Optimasi *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* dengan Integrasi Metode *Time Windows* dan *Saving Matrix* di PT XYZ”. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Manajemen Industri. Melalui halaman ini, izinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada

1. Annisa Kartinawati, S.T.P., M.T. selaku Ketua Program Studi manajemen industri Sekolah Vokasi IPB University
2. Dr. Ir Muslich M.Si. selaku Dosen Pembimbing proyek akhir yang telah membimbing serta masukan selama proses penelitian serta penyusunan tugas akhir.
3. Kepada Ayah, Mamah dan Bapak, penulis sangat ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan dan selalu menjadi tempat yang sangat paling ingin dituju penulis ketika lelah, menyambut setiap kepulangan dengan hangat, menunggu tanpa pernah mengeluh dan mangantar setiap langkah penulis ketika harus berjuang. Ya semoga.
4. Kepada diri sendiri, terima kasih karea telah bertahan sampai hari ini. Terima kasih karena tidak menyerah ketika keadaan terasa berat, takut dan ragu. Benar seperti yang dinyanyikan Nadin Amizah, “*yang memeluk raga kecilku, yang menyayangi kecilku, yang memeluk jiwa kecilku dan semua semua aku*”. Terima kasih karena sudah menerima segala kekurangan, memafkan setiap kegagalan, dan tetap percaya bahwa semua proses ini layak untuk diperjuangkan.
5. Kepada semua orang yang pernah penulis kenal, maupun mereka yang mengenal penulis. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup yang singkat ini. Berkat kalian penulis percaya bahwa manusia tidak pernah benar-benar berjalan sendirian. Selalu ada tangan yang menguatkan, tawa yang menghangatkan dan do'a yang diam-diam selalu dipanjatkan, dan kebaikan-kebaikan kecil yang membuat perjalanan terasa ringan karena penulis berjalan tidak sendirian.

Bogor, Juli 2026

Muhamad Ridho Faturahman



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Distribusi	5
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i>	7
2.3 <i>Saving Matrix</i>	10
2.4 Simulasi Monte Carlo	11
III METODE	13
3.1 Lokasi dan Waktu	13
3.2 Metode Pengumpulan Data	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Karakteristik Sistem Distribusi	19
4.2 Karakteristik Armada	20
4.3 Karakteristik <i>Customer</i>	21
4.4 <i>Saving Matrix</i>	25
4.5 Penggabungan Rute	25
4.6 Validasi Hasil Rancangan Optimasi	29
4.7 Penerapan Simulasi Monte Carlo	30
4.8 Rute Pengiriman Periode Berikutnya	34
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	78



DAFTAR TABEL

1	Data yang dibutuhkan	15
2	Kapasitas angkut dan waktu bongkar/muat produk	20
3	Biaya <i>multi-drop</i>	21
4	Lokasi <i>customer</i>	21
5	Jarak dan waktu tempuh <i>customer</i> dari depot	22
6	Matriks jarak	22
7	Matriks waktu tempuh	23
8	Median <i>request order</i> tahun 2025	23
9	<i>Saving matrix</i>	25
10	Klaster rute pengiriman berdasarkan kapasitas kendaraan	27
11	Klaster rute pengiriman berdasarkan <i>time windows</i>	27
12	Perbandingan rute aktual dengan rancangan rute hasil optimasi	29
13	Permintaan tahun 2025	30
14	Nilai distribusi probabilitas Customer A	31
15	Nilai distribusi probabilitas kumulatif Customer A	31
16	Nilai interval angka acak Customer A	32
17	Hasil dari pembangkit nilai acak Customer A	33
18	Nilai prediksi permintaan Customer A	33
19	Nilai prediksi permintaan seluruh <i>customer</i>	34

DAFTAR GAMBAR

1	Skema pengiriman langsung	5
2	Skema pengiriman melalui <i>warehouse</i>	6
3	Skema pengiriman dengan <i>cross-docking</i>	7
4	Tahapan penelitian	14
5	Skema rute pengiriman saat ini	19
6	Skema klaster pengiriman berdasarkan jarak tempuh	28
7	Skema urutan pengiriman berdasarkan waktu tempuh	29
8	Skema urutan pengiriman berdasarkan jarak tempuh periode berikutnya	35
9	Skema urutan pengiriman berdasarkan waktu tempuh periode berikutnya	36



DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan <i>saving matrix</i>	42
2	Penentuan klaster pengiriman dengan batasan kapasitas kendaraan	45
3	Penentuan klaster pengiriman dengan batasan <i>time windows</i>	46
4	Hasil nilai acak dari <i>computer generated</i>	48
5	Hasil simulasi Monte Carlo	66
6	Penentuan klaster pengiriman periode berikutnya dengan batasan kapasitas kendaraan	75
7	Penentuan klaster pengiriman periode berikutnya dengan batasan <i>time windows</i>	76