

- 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.

MASALAH DISTRIBUSI DENGAN *SPLIT DELIVERY* MENGUNAKAN KENDARAAN LISTRIK

SARAH PRAMUDYA WARDHANI



PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Masalah Distribusi dengan *Split Delivery* Menggunakan Kendaraan Listrik” 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, Oktober 2025
Sarah Pramudya Wardhani

G54190073

ABSTRAK

SARAH PRAMUDYA WARDHANI. Masalah Distribusi dengan *Split Delivery* Menggunakan Kendaraan Listrik. Dibimbing oleh TONI BAKHTIAR dan FARIDA HANUM.

Pemanasan global dan perubahan iklim dapat diminimumkan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca. Penggunaan kendaraan listrik atau *electric vehicle* dapat menjadi bentuk solusi transportasi ramah lingkungan seiring dengan perkembangan teknologi dan tuntutan mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi terdapat tantangan dalam penggunaan kendaraan listrik, yaitu keterbatasan jarak tempuh dan daya baterai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memodelkan masalah penentuan rute kendaraan listrik dengan pengiriman terpisah atau disebut sebagai model *Split Delivery Electric Vehicle Routing Problem* (SDEVRP) menggunakan *mixed integer linear programming*. Kendaraan listrik mengirimkan barang dalam beberapa bagian atau dengan pengiriman terpisah sehingga rute perjalanan dapat disesuaikan terhadap kedua tantangan tersebut. Terdapat lima skenario dengan kondisi berbeda, di mana terdapat tiga kendaraan, variasi daya baterai, kapasitas muatan dan memenuhi semua kendala yang ditentukan agar model dapat dijalankan. Solusi pemodelan berupa rute kendaraan listrik bermuatan yang akan pergi dari depot awal menuju pelanggan beserta titik penukaran baterai pada setiap skenario.

Kata kunci: kendaraan listrik, muatan, MILP, SDEVRP, rute

ABSTRACT

SARAH PRAMUDYA WARDHANI. Distribution Involving a Split Delivery Model for the Electric Vehicle Routing Problem. Supervised by TONI BAKHTIAR and FARIDA HANUM.

Global warming and climate change could be minimized with gas emissions lessening. Electric vehicle usage could become the solution to more environment-friendly transportation, but there remain challenges, such as travel distance and battery consumption. Therefore, the research is meant to build a vehicle routing problem modeling with separate route delivery, usually called as Split Delivery Electric Vehicle Routing Problem (SDEVRP), using mixed integer linear programming. A route delivery could be divided into a few routes at a time so that a route could be adjusted based on the remaining challenges above. There are five scenarios with different conditions; such as various numbers of vehicles, battery consumption rate variation, and number of capacities, but also fulfilling all constraints that have been made. The solutions are electric vehicle routes for each case that begin from depot to clients, and also the battery swap station for each scenarios.

Keywords: capacity, electric vehicle, MILP, routes, SDEVRP



@Hak cipta milik IPB University

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 2025
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.

MASALAH DISTRIBUSI DENGAN *SPLIT DELIVERY* MENGUNAKAN KENDARAAN LISTRIK

SARAH PRAMUDYA WARDHANI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Matematika
pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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 University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Nur Agustiani, M.Si



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.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Masalah Distribusi dengan *Split Delivery* Menggunakan
Kendaraan Listrik

Nama : Sarah Pramudya Wardhani

NIM : G54190073

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Toni Bakhtiar, M.Sc.



Digitally signed by:
Toni Bakhtiar

Date: 13 Okt 2025 12:11:27 WIB
Verify at dsign.ipb.ac.id

Pembimbing 2:

Dra. Farida Hanum, M.Si.



Digitally signed by:
Farida Hanum

Date: 14 Okt 2025 09:21:33 WIB
Verify at dsign.ipb.ac.id

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001



Digitally signed by:
Donny Citra Lesmana

Date: 14 Okt 2025 10:06:54 WIB
Verify at dsign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian: 29 Juli 2025

Tanggal Lulus:



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 penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Maret 2025 ini ialah riset operasi dengan judul “Masalah Distribusi dengan *Split Delivery* Menggunakan Kendaraan Listrik”. Penelitian ini dilaksanakan untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar Sarjana Matematika (S.Mat.) di Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika Institut Pertanian Bogor. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Toni Bakhtiar, M.Sc., dan Dra. Farida Hanum, M.Si., yang telah sabar memberikan saran, bimbingan, dan dukungan selama proses penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom., dan penguji luar komisi pembimbing, Nur Agustiani, M.Si.

Selain itu, penulis memberikan penghargaan tertinggi dan mengungkapkan terima kasih kepada Bapak, Mama, *Empok*, *Mbak*, Kakak, *Kokoh*, dan *Mas* beserta keluarga tersayang yang selalu mempersembahkan cinta kasih melalui dukungan yang menguatkan serta doa sebagai pendaang kebaikan sehingga penulis berhasil menyelesaikan karya ilmiah ini dan melewati apapun. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman sejak 2013, teman-teman seperjuangan baik selama studi masa PPKU dan departemen, beserta teman-teman *virtual* yang telah memberikan kenangan berharga. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Oktober 2025

Sarah Pramudya Wardhani

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 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	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Linear Programming</i> (LP)	3
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	3
2.3 <i>Split Delivery Vehicle Routing Problem</i> (SDVRP)	4
2.4 <i>Electric Vehicle Routing Problem</i> (EVRP)	5
2.5 <i>Battery Swapping Station</i> (BSS)	6
III METODE	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	8
4.1 Hasil	8
4.2 Pembahasan	8
4.2.1 Skenario I	13
4.2.2 Skenario II	16
4.2.3 Skenario III	19
4.2.4 Skenario IV	22
4.2.5 Skenario V	25
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	61



DAFTAR TABEL

1. Ringkasan skenario	10
2. Lokasi dan koordinat setiap verteks	12
3. Permintaan pelanggan Skenario I	13
4. Spesifikasi kendaraan Skenario I	13
5. Pemenuhan permintaan Skenario I	14
6. Biaya tetap dan biaya perjalanan Skenario I	15
7. Permintaan pelanggan Skenario II	16
8. Spesifikasi kendaraan Skenario II	16
9. Pemenuhan permintaan Skenario II	17
10. Biaya tetap dan biaya perjalanan Skenario II	18
11. Permintaan pelanggan pada skenario III	19
12. Spesifikasi kendaraan Skenario III	19
13. Pemenuhan permintaan Skenario III	20
14. Biaya tetap dan biaya perjalanan Skenario III	21
15. Permintaan pelanggan Skenario IV	22
16. Spesifikasi kendaraan Skenario IV	22
17. Pemenuhan permintaan Skenario IV	23
18. Biaya tetap dan biaya perjalanan Skenario IV	24
19. Permintaan pelanggan Skenario V	25
20. Spesifikasi kendaraan Skenario V	25
21. Pemenuhan permintaan Skenario V	26
22. Biaya tetap dan perjalanan Skenario V	27

DAFTAR GAMBAR

1. Persebaran verteks	12
2. Rute perjalanan Skenario I	14
3. Rute perjalanan Skenario II	17
4. Rute perjalanan Skenario III	20
5. Rute perjalanan Skenario IV	23
6. Rute perjalanan Skenario V	26

DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>Syntax</i> dan hasil komputasi Skenario I	31
2. <i>Syntax</i> dan hasil komputasi Skenario II	37
3. <i>Syntax</i> dan hasil komputasi Skenario III	43
4. <i>Syntax</i> dan hasil komputasi Skenario IV	49
5. <i>Syntax</i> dan hasil komputasi Skenario V	55