

VRP DENGAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING* DAN PENERAPANNYA PADA *PICK UP BARANG* PADA PERUSAHAAN EKSPEDISI

DEVANI AZHRAFA



**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 “VRP dengan *Integer Linear Programming* dan Penerapannya pada *Pick Up* Barang pada Perusahaan Ekspedisi” 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, Januari 2025

Devani Azhrafa
G54180061

ABSTRAK

DEVANI AZHRAFA. VRP Dengan *Integer Linear Programming* dan Penerapannya Pada *Pick Up* Barang Pada Perusahaan Ekspedisi. Dibimbing oleh AMRIL AMAN dan PRAPTO TRI SUPRIYO.

Sejak pandemi COVID-19 transaksi jual-beli secara *online* mengalami peningkatan signifikan. Banyak penjual, terutama dari *platform marketplace*, menggunakan layanan *pick up* barang untuk menghindari keharusan melakukan *drop* paket ke gerai ekspedisi. Pengelolaan rute *pick up* barang yang optimal diperlukan dalam menghadapi lonjakan permintaan ini. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi rute adalah *Integer Linear Programming* (ILP). Masalah optimasi ini dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP), dimana rute optimal pada sekelompok kendaraan yang mengunjungi sejumlah titik ditentukan dengan memperhatikan batasan tertentu. Pada karya ilmiah ini terdapat 1 node depot dan 40 alamat *customer* yang dibagi menjadi 2 *cluster*, *cluster* 1 untuk kendaraan 1 dan *cluster* 2 untuk kendaraan 2.

Kata kunci: *cluster*, *integer linear programming*, rute, *vehicle routing problem*

ABSTRACT

DEVANI AZHRAFA. VRP With Integer Linear Programming and Its Application in Package Pickup at Expedition Companies. Supervised by AMRIL AMAN and PRAPTO TRI SUPRIYO.

Since the COVID-19 pandemic, online buying and selling transactions have increased significantly. Many sellers, especially those on marketplace platforms, use pick-up services to avoid the need to drop off packages at courier outlets. Optimal management of pick-up routes is essential in handling this surge in demand. One method that can be used to solve route optimization problems is Integer Linear Programming (ILP). This optimization problem is known as the Vehicle Routing Problem (VRP), where the optimal route for a fleet of vehicles visiting several locations is determined while considering certain constraints. In this study, there is one depot node and 40 customer addresses, which are divided into two clusters: cluster 1 for vehicle 1 and cluster 2 for vehicle 2

Keywords: *cluster*, *integer linear programming*, route, *vehicle routing problem*



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 apa pun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
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.

VRP DENGAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING* DAN PENERAPANNYA PADA *PICK UP BARANG* PADA PERUSAHAAN EKSPEDISI

DEVANI AZHRAFA

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 milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Prof. Dr. Toni Bakhtiar S.Si., M.Sc.



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



@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.

Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : VRP dengan *Integer Linear Programming* dan Penerapannya
Pada *Pick Up* Barang Pada Perusahaan Ekspedisi

Nama : Devani Azhrafa
NIM : G54180061

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Amril Aman, M.Sc.

Pembimbing 2:
Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Matematika:
Dr. Donny Citra Lesmana, M.Fin.Math.
NIP 197902272005011001



Tanggal Ujian: 11 Oktober 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul VRP dengan *Integer Linear Programming* dan Penerapannya pada *Pick Up* Barang pada Perusahaan Ekspedisi berhasil diselesaikan. Penulisan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak:

1. Ibu Ely dan Bapak Mulyadi selaku orang tua dari penulis, dan Fajri selaku adik dari penulis yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, dan sebagai support system penulis,
2. Pak Dr. Ir. Amril Aman M.Sc. dan Pak Drs. Prapto Tri Supriyo M.Kom. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan saran dan kritik yang membangun dalam menyelesaikan karya ilmiah ini, serta Prof. Dr. Toni Bakhtiar S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji,
3. Ibu Arnizar selaku nenek dari penulis dan Bapak Adimar selaku kakek dari penulis yang selalu memberi dukungan dan doa dari jauh,
4. Teman-teman Departemen Matematika angkatan 55, khususnya Lisoy, Fatia, Arini, Aini, dan Billa yang telah menemani hari-hari penulis sebagai mahasiswa,
5. Dina, Ilean, Lidya, dan Mega sebagai bestie penulis,
6. Semua anggota keluarga besar penulis yang berada di rantau dan di kampung yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan,
7. Semua musisi yang lagunya penulis dengar saat penulis mengerjakan penelitian ini dan semua content creator yang videonya penulis tonton saat penulis sedang suntuk,
8. Devani Azhrafa selaku penulis karena tidak menyerah dan berhasil menyelesaikan penelitian ini,
9. Semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam penulisan karya ilmiah ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bogor, Januari 2025

Devani Azhrafa



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Linear Programming</i>	3
2.2 <i>Integer Programming</i>	3
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i>	3
III METODE	5
3.1 Deskripsi Masalah	5
3.2 Customer Clustering	5
3.3 Formulasi VRP	7
3.4 Uji Model	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	25
RIWAYAT HIDUP	83



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	titik koordinat uji coba 1	9
2	Data jarak antar-node pada uji coba 1	10
3	Data jumlah barang yang di- <i>pick up</i> pada uji coba 1	10
4	Hasil peng- <i>cluster</i> -an pada uji coba 1	10
5	Rute dan total jarak tempuh pada uji coba 1	10
6	titik koordinat uji coba 2	11
7	Data jarak antar-node pada uji coba 2	12
8	Data jumlah barang yang di- <i>pick up</i> pada uji coba 2	12
9	Hasil peng- <i>cluster</i> -an pada uji coba 2	13
10	Rute dan total jarak tempuh pada uji coba 2	13
11	titik koordinat uji coba 3	14
12	Data jarak antar-node pada uji coba 3	14
13	Data jumlah barang yang di- <i>pick up</i> pada uji coba 3	15
14	Hasil peng- <i>cluster</i> -an pada uji coba 3	15
15	Rute dan total jarak tempuh pada uji coba 3	15
16	titik koordinat uji coba 4	16
17	Data jumlah barang yang di- <i>pick up</i> pada uji coba 4	17
18	Hasil peng- <i>cluster</i> -an pada uji coba 4	17
19	Rute dan total jarak tempuh pada uji coba 4	18
20	Hasil peng- <i>cluster</i> -an	20
21	Hasil rute, jumlah barang, dan jarak tempuh	21

DAFTAR GAMBAR

22	<i>scatter plot</i> uji coba 1	9
23	Rute uji coba 1	11
24	<i>scatter plot</i> uji coba 2	12
25	Rute uji coba 2	13
26	<i>scatter plot</i> pada uji coba 3	14
27	Rute uji coba 3	15
28	<i>scatter plot</i> pada uji coba 4	16
29	Rute uji coba 4	18
30	Titik node depot dan alamat <i>customer</i>	19
31	Rute <i>cluster</i> 1 (biru) dan <i>cluster</i> 2 (tosca)	21

DAFTAR LAMPIRAN

32	Data alamat depot dan alamat customer	25
33	Data Jarak pada Uji Coba 4	26
34	Data Jarak pada Pembahasan	27

35	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 1 (<i>Clustering</i>)	28
36	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 1 <i>cluster</i> 1 (VRP)	29
37	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 1 <i>cluster</i> 2 (VRP)	31
38	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 1 <i>cluster</i> 3 (VRP)	32
39	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 2 (<i>Clustering</i>)	34
40	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 2 <i>cluster</i> 1 (VRP)	35
41	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 2 <i>cluster</i> 2 (VRP)	37
42	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 3 (<i>Clustering</i>)	40
43	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 3 <i>cluster</i> 1 (VRP)	41
44	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 3 <i>cluster</i> 2 (VRP)	43
45	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 4 (<i>Clustering</i>)	45
46	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 4 <i>cluster</i> 1 (VRP)	52
47	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 4 <i>cluster</i> 2 (VRP)	55
48	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada uji coba 4 <i>cluster</i> 3 (VRP)	58
49	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada Hasil dan Pembahasan (<i>Clustering</i>)	61
50	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada Hasil dan Pembahasan <i>Cluster</i>	63
51	Hasil dan Sintaks LINGO 11.0 pada Hasil dan Pembahasan <i>Cluster</i> 2 (VRP)	73