



PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN HIERARCHICAL CLUSTERING DAN FIREFLY ALGORITHM

WARDAH SANJAYA



**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 “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* menggunakan *Hierarchical Clustering* dan *Firefly Algorithm*” 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, Mei 2025

Wardah Sanjaya
G5401201015

- 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

WARDAH SANJAYA. Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* menggunakan *Hierarchical Clustering* dan *Firefly Algorithm*. Dibimbing oleh PRAPTO TRI SUPRIYO dan FARIDA HANUM.

Optimisasi distribusi rute kendaraan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi operasional dalam industri logistik. Pada penelitian ini, dibangun model untuk menentukan rute pendistribusian roti di PT Nippon Indosari Corpindo. Seluruh pelanggan dikelompokkan ke dalam kluster melalui metode pengelompokan hierarki (*hierarchical clustering*). Pengklasteran memastikan jumlah permintaan roti dalam suatu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan. Selanjutnya, implementasi algoritma kunang-kunang (*firefly algorithm*) diterapkan pada setiap kluster pelanggan. Tujuan utama yang ingin dicapai adalah mendapatkan rute kendaraan dengan total jarak tempuh terkecil. Hasil implementasi menunjukkan bahwa algoritma kunang-kunang memberikan solusi yang cukup mendekati solusi eksak di setiap kluster dengan selisih perbedaan total jarak sebesar 0,009%.

Kata kunci: algoritma kunang-kunang, CVRP, optimisasi, pengelompokan hierarki

ABSTRACT

WARDAH SANJAYA. Solving *Capacitated Vehicle Routing Problem* using *Hierarchical Clustering* and *Firefly Algorithm*. Supervised by PRAPTO TRI SUPRIYO and FARIDA HANUM.

The optimization of vehicle route distribution is one way to improve operational efficiency in the logistics industry. In this study, a model was built to determine the bread distribution route at PT Nippon Indosari Corpindo. All customers were grouped into clusters using the hierarchical clustering method. Clustering ensures that the total bread demand in a route does not exceed the vehicle's capacity. Furthermore, the firefly algorithm (FA) was implemented to each customer cluster. The main objective is obtain vehicle routes with the shortest total travel distance. The implementation results show that the FA provides a solution that is quite close to the exact solution in each cluster with a total distance difference of 0,009%.

Keywords: CVRP, FA, hierarchical clustering, optimization



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.

**PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING
PROBLEM MENGGUNAKAN HIERARCHICAL CLUSTERING
DAN FIREFLY ALGORITHM**

WARDAH SANJAYA

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



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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* menggunakan *Hierarchical Clustering* dan *Firefly Algorithm*

Nama : Wardah Sanjaya

NIM : G5401201015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.

Pembimbing 2:

Dra. Farida Hanum, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika

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

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 24 Februari 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 ini ialah riset operasi, dengan judul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* menggunakan *Hierarchical Clustering* dan *Firefly Algorithm*”. Penyusunan karya ilmiah ini melibatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. diri saya sendiri yang telah bekerja keras dan berkomitmen untuk menyelesaikan karya ilmiah ini;
2. Bapak Winata Sanjaya, Ibu Amallia, Nenek Juwita, Kakak Aulia Fitriah dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan dan kasih sayang selama ini;
3. Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dra. Farida Hanum, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyusunan karya ilmiah ini;
4. Bapak Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat. selaku dosen penguji yang telah memberikan evaluasi dan saran;
5. seluruh dosen dan staf Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu, motivasi dan bantuan yang berharga selama masa studi di Departemen Matematika;
6. teman-teman Departemen Matematika angkatan 57 yang telah menemani selama masa perkuliahan;
7. seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Wardah Sanjaya

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Optimisasi	3
2.2 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>	3
2.3 Solusi Eksak, Heuristik, dan Metaheuristik	3
2.4 <i>Integer Linear Programming (ILP)</i>	4
2.5 <i>Hierarchical Clustering</i>	4
2.6 <i>Firefly Algorithm (FA)</i>	5
III METODE	8
3.1 Tahapan Penelitian	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Identifikasi Masalah	9
4.2 Implementasi <i>Hierarchical Clustering</i>	11
4.3 Implementasi FA	12
4.4 Pengaruh Variasi Parameter terhadap Total Jarak	26
4.5 Perbandingan Solusi FA dengan Solusi Eksak	30
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	61



DAFTAR TABEL

1	Data jumlah permintaan pelanggan	9
2	Nilai koefisien korelasi <i>cophenetic</i>	11
3	Pengelompokan setiap pelanggan ke dalam kluster	12
4	Matriks jarak rute kendaraan kluster 1	13
5	Rute kendaraan dan jarak tempuh pada kluster 1	13
6	Matriks jarak rute kendaraan kluster 2	14
7	Rute kendaraan dan jarak tempuh pada kluster 2	14
8	Matriks jarak rute kendaraan kluster 3	15
9	Rute kendaraan dan jarak tempuh pada kluster 3	15
10	Calon rute kendaraan kluster 1, 2, dan 3	15
11	Jarak tempuh calon rute kendaraan pada kluster 1, 2, dan 3	16
12	Intensitas cahaya setiap calon rute kendaraan pada kluster 1, 2, dan 3	17
13	Intensitas cahaya kluster 1	17
14	Intensitas cahaya kluster 2	18
15	Intensitas cahaya kluster 3	18
16	Intensitas cahaya terbesar	18
17	Pengacakan jumlah langkah kunang-kunang pada setiap kluster	19
18	Titik potong calon rute kluster 1	20
19	Titik potong calon rute kluster 2	20
20	Titik potong calon rute kluster 3	21
21	Hasil mutasi pembalikan setiap calon rute	21
22	Intensitas cahaya terbesar di setiap calon rute	23
23	Populasi calon rute baru	24
24	Rute kendaraan hasil implementasi FA	25
25	Data total jarak dengan parameter p yang berbeda-beda	26
26	Data total jarak dengan parameter m yang berbeda-beda	27
27	Data total jarak dengan parameter $i_{\max}$ yang berbeda-beda	28
28	Data total jarak dengan parameter γ yang berbeda-beda	28
29	Data total jarak dengan parameter β_0 yang berbeda-beda	29
30	Rute kendaraan terbaik hasil implementasi FA	30
31	Perbandingan rute kendaraan terbaik hasil implementasi FA dan ILP	30

DAFTAR GAMBAR

1	Contoh mutasi pembalikan	7
2	Langkah-langkah penyelesaian CVRP	8
3	Ilustrasi calon rute kendaraan FA pada klaster 1	25
4	Ilustrasi calon rute kendaraan FA pada klaster 2	25
5	Ilustrasi calon rute kendaraan FA pada klaster 3	26
6	Hubungan antara parameter p dan total jarak	27
7	Hubungan antara parameter m dan total jarak	27
8	Hubungan antara parameter $i_{\max}$ dan total jarak	28
9	Hubungan antara parameter γ dan total jarak	29
10	Hubungan antara parameter β_0 dan total jarak	29
11	Ilustrasi rute kendaraan klaster 1 hasil solusi FA (a) dan ILP (b)	31
12	Ilustrasi rute kendaraan klaster 2 hasil solusi FA (a) dan ILP (b)	31
13	Ilustrasi rute kendaraan klaster 3 hasil solusi FA (a) dan ILP (b)	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Matriks jarak 24 pelanggan berdasarkan jarak Euclidean	36
2	Sintaks nilai koefisien korelasi <i>cophenetic</i> menggunakan perangkat lunak Python 3.0	39
3	Sintaks <i>hierarchical clustering</i> menggunakan perangkat lunak Python 3.0	41
4	Matriks jarak 24 pelanggan berdasarkan Tanjung (2022)	43
5	Sintaks FA klaster 1 menggunakan perangkat lunak Python 3.0	44
6	Sintaks FA klaster 2 menggunakan perangkat lunak Python 3.0	46
7	Sintaks FA klaster 3 menggunakan perangkat lunak Python 3.0	48
8	Sintaks iterasi FA menggunakan perangkat lunak Python 3.0	50
9	Sintaks FA 5 kondisi menggunakan perangkat lunak Python 3.0	53
10	Sintaks ILP menggunakan perangkat lunak Python 3.0	57