

PENYELESAIAN *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* MENGGUNAKAN *ELEPHANT HERDING OPTIMIZATION*

RAFI SAHAR MUZAKKI



**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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* menggunakan *Elephant Herding Optimization*” 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

Rafi Sahar Muzakki
G5401201058

ABSTRAK

RAFI SAHAR MUZAKKI. Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Menggunakan *Elephant Herding Optimization*. Dibimbing oleh TONI BAKHTIAR dan HIDAYATUL MAYYANI

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan salah satu permasalahan optimasi kombinatorial yang sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti logistik, transportasi, dan manufaktur. Penyelesaian TSP menggunakan metode eksak memiliki keterbatasan dalam skala besar karena kompleksitas komputasi yang tinggi, sehingga metode metaheuristik menjadi alternatif yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan dan menganalisis *Elephant Herding Optimization* (EHO) dalam menyelesaikan TSP serta membandingkannya dengan metode *Branch-and-Cut*. Algoritma EHO diterapkan pada dataset standar dari TSPLIB, dengan evaluasi berdasarkan akurasi solusi dan waktu komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EHO mampu menghasilkan solusi mendekati optimal dengan waktu komputasi yang lebih rendah dibandingkan metode eksak pada dataset berukuran besar, sedangkan pada dataset kecil, metode *Branch-and-Cut* masih lebih unggul dalam menemukan solusi optimal. Studi ini memberikan kontribusi dalam memahami efektivitas algoritma EHO dalam optimasi kombinatorial serta membuka peluang eksplorasi metode hibrida untuk meningkatkan performa solusi.

Kata kunci: *Elephant Herding Optimization*; metaheuristik; optimasi kombinatorial; *Travelling Salesman Problem*

ABSTRACT

RAFI SAHAR MUZAKKI. Solving the *Travelling Salesman Problem* Using *Elephant Herding Optimization*. Supervised by TONI BAKHTIAR and HIDAYATUL MAYYANI.

The *Travelling Salesman Problem* (TSP) is a combinatorial optimization problem widely applied in various fields such as logistics, transportation, and manufacturing. Solving TSP using exact methods is computationally expensive, especially for large-scale instances, making metaheuristic approaches a more efficient alternative. This study aims to implement and analyze *Elephant Herding Optimization* (EHO) for solving TSP and compare its performance with the *Branch-and-Cut* method. The EHO algorithm is applied to standard datasets from TSPLIB, with evaluations based on solution accuracy and computational time. The results show that EHO achieves near-optimal solutions with lower computational time than exact methods for large-scale datasets, while for smaller datasets, the *Branch-and-Cut* method remains superior in finding the optimal solution. This study contributes to understanding the effectiveness of EHO in combinatorial optimization and opens opportunities for exploring hybrid approaches to enhance solution performance.

Keywords: Combinatorial optimization, *Elephant Herding Optimization*; metaheuristic; *Travelling Salesman 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 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 *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* MENGUNAKAN *ELEPHANT HERDING OPTIMIZATION*

RAFI SAHAR MUZAKKI

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





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

Judul Skripsi : Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Menggunakan
Elephant Herding Optimization

Nama : Rafi Sahar Muzakki
NIM : G5401201058

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc.



Pembimbing 2:
Hidayatul Mayyani, M.Si.



Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian: 6 Maret 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 Agustus 2023 sampai bulan Januari 2025 ini ialah Riset Operasi, dengan judul “Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Menggunakan *Elephant Herding Optimization*”. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dadan Ginanjar dan Ibu Ratna Nirmala selaku orang tua penulis, Nadia Anabella dan Farah Raissa Bilqis selaku saudara kandung penulis yang telah mendukung moral dan materi,
2. Bapak Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc. dan Hidayatul Mayyani, M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan banyak memberi saran,
3. Dra. Farida Hanum, M.Si. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah mengevaluasi dan merampungkan tugas akhir,
4. Bapak Drs. Siswandi, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi penulis bimbingan selama masa pendidikan,
5. seluruh dosen dan staf Departemen Matematika IPB yang telah memfasilitasi, membimbing dan memberikan ilmunya selama masa studi penulis,
6. keluarga besar Matematika 57 yang sudah menemani perjalanan empat tahun di program studi Matematika IPB University,
7. seluruh teman dekat penulis yang telah mendukung perjalanan penulisan tugas akhir,
8. penulis, Rafi Sahar Muzakki, yang telah menyelesaikan studi melalui suka dan duka yang ada, dan
9. pihak-pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah mendukung penulis dalam bentuk apapun.

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

Bogor, Mei 2025

Rafi Sahar Muzakki



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teori Graf	3
2.2 Penyelesaian Masalah Optimasi	4
2.3 <i>Integer Linear Programming</i>	6
2.4 <i>Travelling Salesman Problem</i>	7
2.5 Permasalahan Optimasi Diskret	8
2.6 <i>Elephant Herding Optimization</i>	9
2.7 2-opt	14
III METODE	14
3.1 Tahapan penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> menggunakan <i>Elephant Herding Optimization</i>	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> sederhana dengan <i>Elephant Herding Optimization</i>	18
4.2 Analisis paramater metode metaheuristik <i>Elephant Herding Optimization</i> untuk penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i>	22
4.3 Penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i> TSPLIB dengan metode metaheuristik <i>Elephant Herding Optimization</i> dan metode eksak	28
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	52



DAFTAR TABEL

1	Matriks jarak antara 5 simpul	11
2	Tur dan Panjang Tur Elephant Herding Optimization 5 simpul	11
3	Detail dataset TSPLIB yang digunakan pada penelitian	15
4	Koordinat 8 simpul	18
5	Matriks jarak antara 8 simpul	18
6	Tur dan panjang tur 10 gajah yang dibangkitkan secara acak	19
7	Tur dan panjang tur gajah pemimpin setelah 2-opt pertama	19
8	Tur dan panjang tur gajah pemimpin sebelum <i>clan updating operator</i>	20
9	Tur dan panjang tur gajah pemimpin setelah 2-opt kedua	21
10	Tur dan panjang tur gajah anggota setelah <i>clan updating operator</i>	21
11	Tur dan panjang tur seluruh gajah setelah 2-opt kedua	21
12	Konfigurasi banyak klan dan banyak gajah per klan populasi konstan	25
13	Perbandingan solusi pada 8 dataset TSPLIB	28
14	Perbandingan waktu komputasi pada 8 dataset TSPLIB	29

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi graf	3
2	Ilustrasi graf Hamilton	4
3	Kasus <i>travelling salesman problem</i> pada peta Jawa Barat	7
4	Proses <i>Clan Updating Operator</i> dan <i>Separating Operator</i>	11
5	Tur sebelum dan setelah dikenakan 2-opt	14
6	Diagram alir <i>Elephant Herding Optimization</i> untuk penyelesaian <i>Travelling Salesman Problem</i>	17
7	Tur <i>travelling salesman problem</i> sederhana dengan 8 simpul	22
8	Tur <i>travelling salesman problem</i> dengan 107 simpul optimum pada dataset TSPLIB pr107	22
9	Hubungan parameter kontrol α dan β dengan rata-rata panjang tur	23
10	Hubungan parameter kontrol α dan β dengan generasi konvergen	23
11	Hubungan parameter kontrol α dan β dengan rata-rata waktu operasi	24
12	Hubungan banyak klan dan banyak gajah per klan pada populasi konstan dengan rata-rata panjang tur	25
13	Hubungan banyak klan dan banyak gajah per klan pada populasi konstan dengan rata-rata waktu operasi	26
14	Hubungan banyak klan dan banyak gajah per klan dengan rata-rata panjang tur	26
15	Hubungan banyak klan dan banyak gajah per klan dengan rata-rata waktu operasi	27
16	Persentase deviasi panjang tur	29
17	Rasio waktu komputasi	30
18	Tur TSP terbaik pada 8 dataset TSPLIB	31