

**ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK TRAVELING SALESMAN
PROBLEM: PERBANDINGAN KINERJA DENGAN
MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING**

ZHAFIER ZULFIQAR



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
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.

IPB University



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul *Ant Colony Optimization untuk Traveling Salesman Problem: Perbandingan Kinerja dengan Mixed Integer Linear Programming* 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 skripsi ini.

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

Bogor, 9 Agustus 2026

Zhafier Zulfihar
G54190031

- 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

ZHAFFIER ZULFIQAR. *Ant Colony Optimization* untuk *Traveling Salesman Problem*: Perbandingan Kinerja dengan *Mixed Integer Linear Programming*. Dibimbing oleh BIB PARUHUM SILALAH dan HIDAYATUL MAYYANI.

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan permasalahan optimisasi yang bertujuan menentukan rute terpendek dengan mengunjungi setiap lokasi tepat satu kali dan kembali ke titik awal. Peningkatan jumlah lokasi menyebabkan kompleksitas permasalahan semakin tinggi sehingga diperlukan metode penyelesaian yang efisien. Penelitian ini menerapkan *Ant Colony Optimization* (ACO), yaitu algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku semut dalam menemukan jalur terpendek berdasarkan jejak feromon, untuk menyelesaikan TSP. Kinerja ACO diuji pada beberapa skenario jumlah *node* dan dibandingkan dengan metode eksak *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ACO mampu menghasilkan solusi yang mendekati optimal dengan waktu komputasi yang lebih cepat, terutama pada permasalahan dengan jumlah *node* yang besar. MILP menghasilkan solusi optimal, namun membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama seiring bertambahnya ukuran permasalahan.

Kata Kunci: *ant colony optimization*, metode eksak, metode metaheuristik, *mixed integer linear programming*, *traveling salesman problem*.

ABSTRACT

ZHAFFIER ZULFIQAR. *Ant Colony Optimization* for the *Traveling Salesman Problem*: Performance Comparison with *Mixed Integer Linear Programming*. Supervised by BIB PARUHUM SILALAH and HIDAYATUL MAYYANI.

The *Traveling Salesman Problem* (TSP) is an optimization problem that aims to determine the shortest route by visiting each location exactly once and returning to the starting point. As the number of locations increases, the complexity of the problem also grows, requiring an efficient solution method. This study applies *Ant Colony Optimization* (ACO), a metaheuristic algorithm inspired by the behavior of ants in finding the shortest path through pheromone trails, to solve the TSP. The performance of ACO was evaluated using several *node* scenarios and compared with the exact method of *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). The results show that ACO is capable of producing near-optimal solutions with faster computation times, particularly for problems involving a large number of *nodes*. MILP provides optimal solutions but requires longer computation times as the problem size increases.

Keywords: *ant colony optimization*, exact method, metaheuristic method, *mixed integer linear programming*, *traveling 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 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.

**ANT COLONY OPTIMIZATION UNTUK TRAVELING SALESMAN
PROBLEM: PERBANDINGAN KINERJA DENGAN
MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING**

ZHAFIER ZULFIQAR

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
2026**

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

Pengetik pada ujian Skripsi : Dra. Farida Hanum M.Si.



Judul Skripsi : *Ant Colony Optimization* untuk *Traveling Salesman Problem*:
Perbandingan Kinerja dengan *Mixed Integer Linear Programming*

Nama : Zhafier Zulfiqar
NIM : G54190031

Disetujui oleh

Pembimbing I :

Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom

Pembimbing II :

Hidayatul Mayyani, S.Si., M. Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi :

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.
NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 23 Juli 2026

Tanggal Lulus: 9 Agustus 2026



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 Desember 2022 sampai bulan Juni 2026 ini ialah Riset Operasi, dengan judul “*Ant Colony Optimization untuk Traveling Salesman Problem: Analisis Parameter dan Perbandingan dengan Mixed Integer Linear Programming.*”. Proses penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Sopiana Dewi dan Bapak Achmad Fadilla, orang tua tercinta, Bintang Lazuardi dan Primatantra Nugraha sebagai kakak-kakak tersayang, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan pemberi semangat dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas kasih sayang, doa, serta dukungan yang diberikan melimpah.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M. Kom. selaku dosen pembimbing I, dan Ibu Hidayatul Mayyani, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II, atas kesabaran, ilmu dan waktunya yang begitu berharga dalam membimbing penulis hingga tugas akhir ini selesai,
3. Bapak/Ibu dosen. selaku dosen penguji, yang telah meluangkan waktu menilai tugas akhir ini serta memberi masukan untuk melengkapi skripsi ini
4. dosen pembimbing akademik, serta seluruh dosen dan staf Departemen Matematika, yang telah membantu, memfasilitasi, membekali penulis dengan ilmu dan pengalaman selama perkuliahan.
5. Teman-teman Matematika 56 yang mengiringi perkuliahan selama di Departemen Matematika, Sekolah Sains Data Matematika dan Informatika, IPB University
6. Teman-teman grup RotiBakar69 yaitu Akmal, Fakhri, Friska, Gibran, Ipeh, Ican, Jaddu, Ellen, Mirza, Opang, Qido, Velma, serta para pendamping yang telah memberikan warna di dalam maupun luar perkuliahan.
7. Sintiya yang telah menjadi tempat berpaling, beristirahat dan pemberi semangat dari SMA hingga sekarang. Menemani di kala susah, sedih, senang dan setiap perjalanan ini.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberi bantuan kecil mupun besar dalam perjalanan ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan serta turut berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 9 Agustus 2026

Zhafier Zulfiqar

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	viii
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
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Optimisasi	3
2.2 Penyelesaian Masalah Optimisasi	3
2.3 Metode Eksak	3
2.4 Metode Heuristik	3
2.5 <i>Traveling Salesman Problem (TSP)</i>	4
2.6 <i>Integer Linear Programming</i>	6
2.7 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	7
III METODE PENELITIAN	8
3.1 Studi Literatur	8
3.2 Penyelesaian Menggunakan Metode <i>Ant Colony Optimization</i>	8
3.3 Perbandingan Hasil Metode ACO dengan Metode Eksak	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Penyelesaian TSP dengan Data 10 <i>Node</i>	12
4.2 Penyelesaian dengan Metode Eksak	13
4.3 Penyelesaian dengan Algoritme <i>Ant Colony Optimization</i>	14
4.4 Perbandingan Hasil Metode Eksak dan <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	17
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	24
RIWAYAT HIDUP	38



@Hak cipta IPB University

DAFTAR TABEL

1	Data matriks 10 <i>node</i>	12
2	Jarak Antar <i>Node</i>	12
3	Perbandingan solusi eksak MILP dan ACO	18
4	Ringkasan kelebihan dan kekurangan setiap metode	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Ilustrasi masalah TSP	4
Gambar 2	Ilustrasi subtur	6
Gambar 3	Flowchart algoritme Ant Colony Optimization	10
Gambar 4	Komputasi MILP 10 <i>node</i>	13
Gambar 5	Ilustrasi Rute Perjalanan	13
Gambar 6	Pengaruh iterasi terhadap waktu komputasi dan total jarak	15
Gambar 7	Pengaruh nilai α terhadap waktu komputasi dan total jarak	15
Gambar 8	Pengaruh nilai β terhadap waktu komputasi dan total jarak	16
Gambar 9	Pengaruh banyak semut terhadap waktu komputasi dan total jarak	17
Gambar 10	Perbandingan total jarak semua solusi	18
Gambar 11	Perbandingan waktu komputasi semua Solusi	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Sintaks MILP	24
2	Sintaks ACO	27
3	Matriks koordinat jarak 10 <i>node</i>	32
4	Matriks Jarak 10 <i>node</i>	33
5	Matriks koordinat jarak 70 <i>node</i>	33
6	Matriks jarak 70 <i>node</i>	35