

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA ACO-TS DAN
ACO-SMARTER DALAM MENYELESAIKAN TRAVELING
SALESMAN PROBLEM**

TESIS

Oleh:

JIMMY PERANGINANGIN
NIM. 194211088



**UNIVERSITAS
MIKROSKIL**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI INFORMASI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN
KOMPUTER MIKROSKIL
MEDAN
2021**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ACO-TS AND ACO-
SMARTER ALGORITHMS TO SOLVE TRAVELING
SALESMAN PROBLEM**

TESIS

Oleh:

JIMMY PERANGINANGIN

NIM. 194211088



**UNIVERSITAS
MIKROSKIL**

**INFORMATION TECHNOLOGY DEPARTEMENT
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN
KOMPUTER MIKROSKIL**

MEDAN

2021

LEMBARAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA ACO-TS DAN ACO-
SMARTER DALAM MENYELESAIKAN TRAVELING SALESMAN
PROBLEM**

TESIS

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Magister Strata Dua
Program Studi Magister Teknologi Informasi

Oleh:

JIMMY PERANGINANGIN

NIM. 194211088

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing,

Dr. Ronsen Purba, M. Sc.

Medan, 05 Februari 2021
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Magister Teknologi Informasi,

Dr. Ronsen Purba, M. Sc.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-2 Magister Teknologi Informasi STMIK MIKROSKIL Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Jimmy Peranginangin
NIM : 194211088
Peminatan : Teknologi Informasi

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tesis dengan judul "ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA ACO-TS DAN ACO-SMARTER DALAM MENYELESAIKAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM", dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tesis tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tesis saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tesis saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, Februari 2021

Saya yang membuat pernyataan,



Jimmy Peranginangin

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**Analisis Perbandingan Algoritma ACO-TS dan ACO-SMARTER dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem**”.

Tesis ini disusun untuk melengkapi persyaratan kurikulum guna menyelesaikan Program Studi Magister Teknologi Informasi Strata Dua, STMIK Mikroskil Medan.

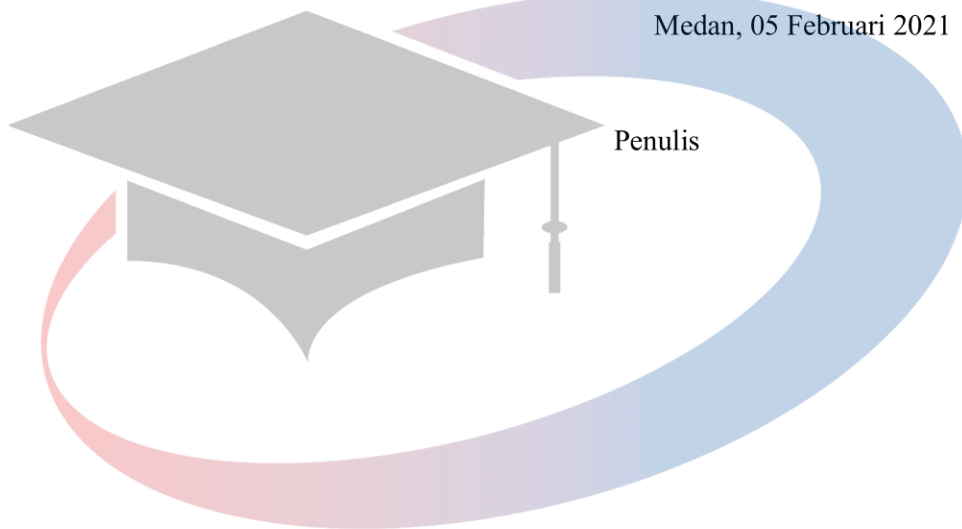
Tesis ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya bimbingan, nasihat dan dukungan dari berbagai pihak yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ronsen Purba, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam proses penyelesaian tesis ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Magister Teknologi Informasi yang telah membimbing penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
2. Bapak Arwin Halim, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pendamping Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Dr. Pahala Sirait, ST., M.Kom, selaku Ketua STMIK Mikroskil Medan.
4. Bapak Gunawan, S.Kom., M.T.I., selaku Wakil Ketua I STMIK Mikroskil Medan.
5. Bapak Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
6. Bapak atau Ibu Dosen STMIK Mikroskil Medan yang telah membantu proses penulisan tesis ini.
7. Anggota keluarga dan teman-teman yang terus memberikan dukungan penuh kepada penulis selama proses penulisan tesis ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan tesis ini

yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan yang ada. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan dan menghargai setiap kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat diterima. Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan tesis ini dapat bermanfaat bagi masyarakat. Terima kasih.

Medan, 05 Februari 2021



UNIVERSITAS MIKROSKIL

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan ialah Analisis Perbandingan Algoritma ACO-TS dan ACO-SMARTER dalam Menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* dimana masalah yang hendak diselesaikan adalah masalah pedagang keliling (*Travelling Salesman Problem*, TSP). Tujuan penelitian ini adalah diharapkan mampu memberikan hasil perbandingan *running time* dan jarak terpendek antara algoritma ACO-TS dan algoritma ACO-SMARTER dalam menyelesaikan TSP. Hasil pengujian diperoleh bahwa kombinasi algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan *Tabu Search* (TS) lebih baik dalam segi pencapaian jalur optimum serta *running time* dibandingkan algoritma ACO dan ACO-SMARTER dalam menyelesaikan permasalahan *Traveling Salesman Problem*. Algoritma *Tabu Search* pada algoritma ACO berperan sebagai pengontrol rute-rute yang sudah terpilih agar tidak diproses lagi pada semut yang sama. Hal ini tentu akan membuat algoritma ACO-TS lebih cepat dalam memproses data karena tidak terdapat data rute yang sama pada putaran selanjutnya.

Kata Kunci: TSP, ACO, ACO-TS, ACO-SMARTER



UNIVERSITAS MIKROSKIL

ABSTRACT

The research conducted is the Comparative Analysis of the ACO-TS and ACO-SMARTER Algorithms in Solving the Traveling Salesman Problem where the problem to be solved is the traveling salesman problem (TSP). The purpose of this study is to hopefully be able to provide a comparison result of running time and the shortest distance between the ACO-TS algorithm and the ACO-SMARTER algorithm in solving the TSP. The test results show that the combination of the Ant Colony Optimization (ACO) algorithm and the Tabu Search (TS) algorithm is better in terms of achieving the optimum path and running time than the ACO and ACO-SMARTER algorithms in solving the Traveling Salesman Problem. The Tabu Search algorithm in the ACO algorithm acts as a controller for the routes that have been selected so that they are not processed again by the same ant. This of course will make the ACO-TS algorithm faster in processing data because there is no same route data in the next round.

Keywords: TSP, ACO, ACO-TS, ACO-SMARTER



UNIVERSITAS
MIKROSKIL

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang 1	
1.2 Masalah Penelitian	3
1.2.1 Identifikasi Masalah	3
1.2.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Graph.....	6
2.1.2 Metode Pencarian.....	10
2.1.2.1 Pencarian Buta (Blind Search/Un-Informed Search.....	10
2.1.2.2 Breadth First Search.....	10
2.1.2.3 Depth First Search (DFS)	11
2.1.2.4 Pendekatan Heuristik.....	11
2.1.2.5 Generated and Test.....	12
2.1.2.6 Hill Climbing.....	12
2.1.2.7 Best First Search (BFS).....	13
2.1.3 Lintasan Terpendek.....	13
2.1.4 Algoritma Pencarian Rute.....	14
2.1.5 Traveling Salesman Problem (TSP).....	14
2.1.6 Ant Colony Optimization (ACO).....	16
2.1.7 Tabu Search (TS)	20
2.1.8 SMARTER.....	23
2.1.9 Penelitian Terkait.....	25
2.2 Kerangka Konsep Pemecahan Masalah.....	28
2.3 Hipotesis.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Analisis Masalah	31
3.2 Data Yang Digunakan	31
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.3.1 Langkah – Langkah Ant Colony Optimization	35
3.3.2 Langkah – Langkah Tabu Search.....	35
3.3.3 Langkah - Langkah ACO-SMARTER	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil	52
4.1.1 Data yang Digunakan.....	52
4.1.2 Pencarian Jarak yang Optimum Dengan Algoritma ACO	53

4.1.3 Pencarian Jarak yang Optimum Dengan Algoritma ACO-TS	60
4.2 Pembahasan.....	65
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
Lampiran	70



UNIVERSITAS MIKROSKIL

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Graph Tidak Berarah.....	6
Gambar II-2 Graph Berarah.....	7
Gambar II-3 Node Terpencil.....	8
Gambar II-4 Graph Berbobot.....	8
Gambar II-5 Connected Graph.....	9
Gambar II-6 Graf (b) Merupakan subgraf dari graf (a).....	9
Gambar II-7 Tree Untuk Breadth First Search.....	10
Gambar II-8 Tree Untuk Depth First Search.....	11
Gambar II-9 Posisi Kota Yang Akan Dilewati.....	16
Gambar II-10 Lintasan Dalam TSP.....	17
Gambar II-11 Perjalanan Semut Dalam Menemukan Sumber Makanan.....	18
Gambar II-12 Kerangka Konsep Pemecahan Masalah.....	29
Gambar III.1. Graf (b) Merupakan subgraf dari graf (a).....	33
Gambar IV-1 Tampilan awal ACO.....	55
Gambar IV-2 Hasil Pencarian Jarak Algoritma ACO Percobaan-1.....	56
Gambar IV-3 Hasil Pencarian Jarak Algoritma ACO Percobaan-2.....	58
Gambar IV-4 Tampilan awal algoritma ACO-TS.....	60
Gambar IV-5 Grafik Hasil Percobaan-1 Algoritma ACO-TS.....	61
Gambar IV-6 Grafik Hasil Percobaan-2 Algoritma ACO-TS.....	63

UNIVERSITAS
MIKROSKIL

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Penelitian Terkait	6
Tabel III-1 Dataset TSP	32
Tabel III-2 Contoh 5 Kordinat Kota Dataset.....	37
Tabel III-3 Matriks Jarak Antar Kota ACO-TS	43
Tabel III-4 Matriks Visibilitas Antar Kota ACO-TS	43
Tabel III-5 Matriks Nilai Pheromone (τ) Antar Kota ACO-TS	44
Tabel III-6 Probabilitas Kota 1	45
Tabel III-7 Probabilitas Kota 4	46
Tabel III-8 Probabilitas Kota 2	47
Tabel III-9 Probabilitas Kota 5	48
Tabel III-10 TabuList ACO-TS	49
Tabel III-11 Perubahan Pheromone Lokal Antar Kota ACO-TS.....	50
Tabel III-12 Perubahan Pheromone Global Antar Kota ACO-TS.....	50
Tabel III-13 Hasil Siklus 1 Analisis Algoritma Semut ACO-TS.....	51
Tabel III-14 Total Jarak Semua Siklus ACO-TS	51
Tabel IV-1 Dataset TSP kroA200	53
Tabel IV-4 Hasil Jarak Optimum ACO Percobaan-1	56
Tabel IV-5 Hasil Jarak Optimum ACO Percobaan-2	58
Tabel IV-6 Hasil Percobaan-1 ACO-TS 30 Siklus	61
Tabel IV-7 Hasil Percobaan-2 ACO-TS 30 Siklus	63
Tabel IV-8 Hasil Percobaan ACO.....	65
Tabel IV-9 Hasil Percobaan ACO-TABU SEARCH.....	65
Tabel IV-10 Hasil Percobaan Keseluruhan.....	66
Tabel IV-11 Hasil Penelitian Algoritma ACO, ACO-TS dan ACO-SMARTER	67
Tabel IV-12 Hasil Penelitian Running Time Algoritma ACO, ACO-SMARTER dan ACO-TS	67

UNIVERSITAS
MIKROSKIL

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran-2 Dataset

Lampiran-2 Listing Program ACO-SMARTER



UNIVERSITAS MIKROSKIL