

**USULAN TUGAS AKHIR**

**1. IDENTITAS PENGUSUL**

**NAMA** : Andalani Diri Astami  
**NRP** : 5110100065  
**DOSEN WALI** : Dr.Ir.Siti Rochimah, M.T.  
**DOSEN PEMBIMBING** : 1. Dr. Chastine Fatichah, S.Kom., M.Kom.  
2. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.

**2. JUDUL TUGAS AKHIR**

“Implementasi Algoritma *Ant Colony Optimization* yang Dimodifikasi pada Penyelesaian *Travelling Salesman Problem*”

**3. LATAR BELAKANG**

*Travelling Salesman Problem* (TSP) dinyatakan sebagai permasalahan dalam mencari jarak minimal sebuah perjalanan tertutup terhadap sejumlah  $n$  kota. Kota-kota yang ada hanya dikunjungi sekali. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh M.Dorigo dan L. M Gambardella (1997) dalam penyelesaian kasus TSP, terbukti bahwa algoritma *Ant Colony System* (ACS) mampu mendapatkan hasil perjalanan terbaik dibandingkan dengan *Genetic Algorithm* (GA), *Evolutionary Programming* (EP), *Simulated Annealing* (SA), dan *Annealing-Genetic Algorithm* (AG) [1].

Dalam dunia nyata, semut dapat menemukan jalur terpendek dari sumber makanan ke sarang tanpa menggunakan isyarat visual. Mereka juga dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Misalnya mencari jalur terpendek baru setelah jalur yang lama bukan jalur yang terpendek lagi. Hal ini dikarenakan semut bergerak mengikuti jejak *pheromon*. Saat semut berjalan, mereka dapat menyimpan sejumlah *pheromon* dan masing-masing semut lebih memilih jalur yang memiliki *pheromon* lebih banyak [4]. Proses tersebut dapat diterapkan pada TSP. Penggunaan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pada permasalahan TSP sudah banyak dilakukan penelitian, metode yang digunakan juga sudah sangat efisien namun masih memiliki beberapa masalah seperti waktu pencarian terlalu lama [2].

Pada tugas akhir ini, algoritma ACO akan dimodifikasi menggunakan metode *Route Optimization Strategy* (ROS) dan *Individual Variation* [4]. Dengan ROS, ACO dapat dioptimalkan dengan mengurangi kompleksitas waktu dan frekuensi dari *routing*. *Individual Variation* digunakan untuk meningkatkan konvergensi dari ACO

konvensional. Algoritma ACO yang sudah dimodifikasi akan dibandingkan dengan algoritma ACO konvensional dalam menyelesaikan masalah TSP.

#### 4. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- Memahami konsep penerapan algoritma *Ant Colony Optimazation* (ACO) dengan menggunakan metode *Route Optimization Strategy* (ROS) dan *Individual Variation* pada permasalahan TSP.
- Mengimplementasi algoritma ACO dengan menggunakan metode ROS dan *Individual Variation* pada permasalahan TSP.
- Menyusun uji coba menggunakan algoritma ACO pada permasalahan TSP.

#### 5. BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang ada pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- Implementasi menggunakan perangkat lunak Matlab.
- Implementasi menggunakan algoritma ACO dengan metode ROS dan *Individual Variation*.
- Algoritma ACO akan digunakan untuk menyelesaikan masalah TSP dengan *dataset* yang didapatkan dari TSPLIB (<http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/tsp/>). Data uji yang digunakan terdiri dari 51 kota, 100 kota, dan 200 kota.

#### 6. TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- Mengetahui penerapan algoritma ACO dengan menggunakan metode ROS dan *Individual Variation* untuk menyelesaikan permasalahan TSP.
- Mengimplementasikan algoritma ACO dengan menggunakan metode ROS dan *Individual Variation* untuk menyelesaikan permasalahan TSP.
- Mengevaluasi kinerja algoritma ACO dengan melakukan uji coba.

#### 7. MANFAAT TUGAS AKHIR

Manfaat yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan metode penyelesaian TSP yang hasilnya lebih baik daripada metode yang selama ini digunakan.

#### 8. TINJAUAN PUSTAKA

##### 1. Travelling Salesman Problem (TSP)

*Travelling Salesman Problem* (TSP) adalah salah satu contoh yang paling banyak dipelajari dalam *combinatorial optimization*. TSP dapat dinyatakan sebagai permasalahan dalam mencari jarak minimal sebuah perjalanan tertutup terhadap sejumlah  $n$  kota dimana kota-kota yang ada hanya dikunjungi sekali [1].

TSP dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dan *Non-deterministic Polynomial-time Complete* (NPC). Tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada. Permasalahan ini melibatkan seorang *travelling salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah lintasan sebelum dia kembali ke titik awal, sehingga perjalanannya dikatakan sempurna [5].

## 2. Ant Colony Optimization (ACO)

*Ant Colony Optimization* (ACO) diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai sistem semut. Semut mampu mengindera lingkungannya yang kompleks untuk mencari makanan dan kemudian kembali ke sarangnya dengan meninggalkan zat *pheromon* pada rute-rute yang mereka lalui [1].

Seiring waktu, bagaimanapun juga jejak *pheromon* akan menguap dan akan mengurangi kekuatan daya tariknya. Lebih cepat setiap semut pulang pergi melalui rute tersebut, maka *pheromon* yang menguap lebih sedikit. Begitu pula sebaliknya jika semut lebih lama pulang pergi melalui rute tersebut, maka *pheromon* yang menguap lebih banyak.

Ketika diperkenalkan, ACO sudah diterapkan pada permasalahan TSP. Ada tiga versi dari ACO yaitu *ant-density*, *ant-quantity* dan *ant-cycle* [3]. *Ant-density* dan *ant-quantity* memperbarui langsung *pheromon* setelah semut pindah dari kota ke kota yang lain. *Ant cycle* memperbarui *pheromon* hanya dilakukan setelah semut selesai mengunjungi kota-kota dan jumlah *pheromon* disimpan di masing-masing semut. *Ant-cycle* digunakan dalam menerapkan ACO pada permasalahan TSP, karena dibutuhkan seluruh informasi untuk perubahan *pheromon* [1]. *Pseudocode* algoritma ACO untuk permasalahan TSP dijelaskan pada Gambar 1.

### **Procedure ACO algorithm for TSPs**

Set parameters, initialize pheromone trails

**While** (terminate condition not met) **do**

    ConstructSolutions

    ApplyLocalSearch      %optional

    UpdateTrails

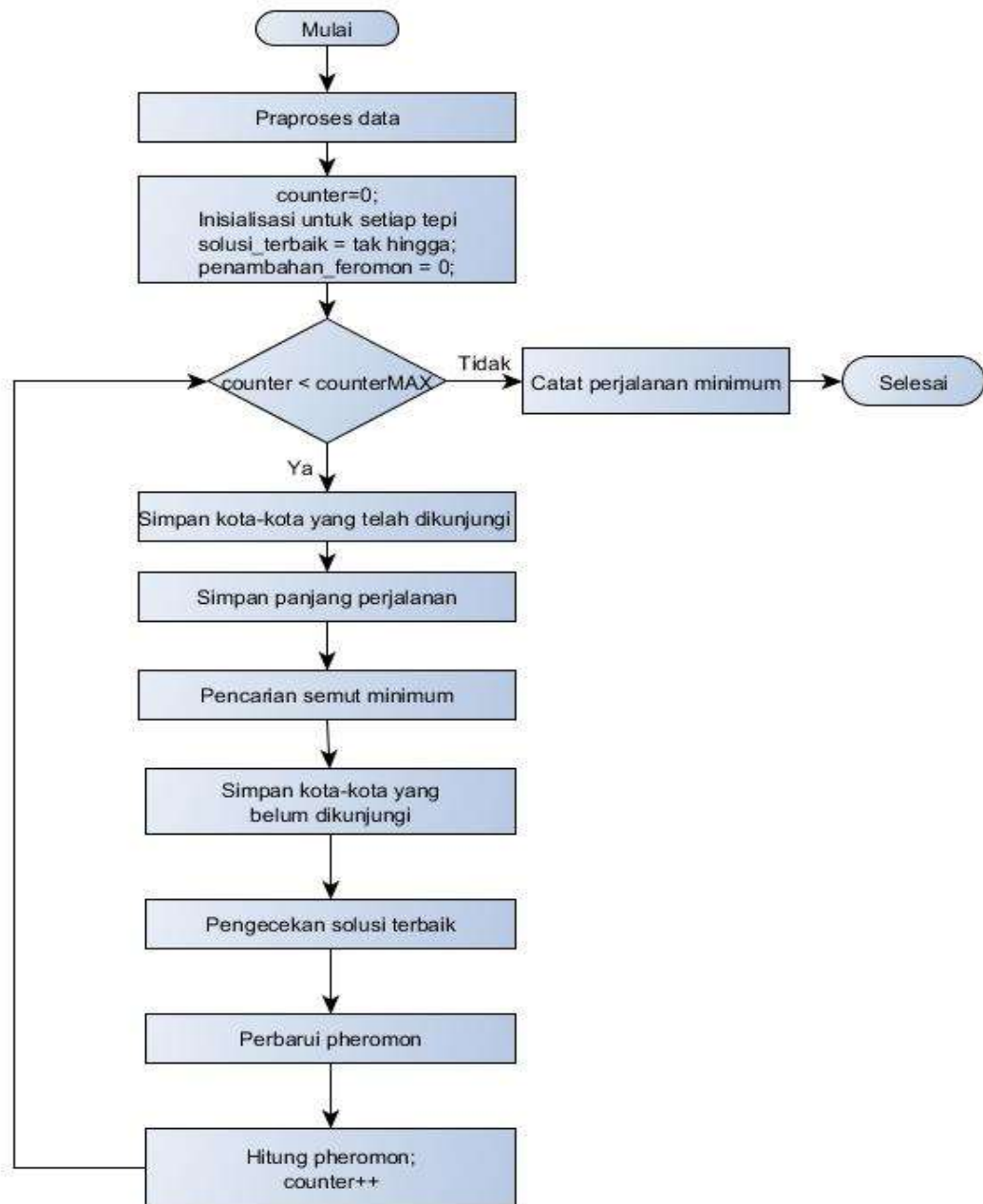
**End**

**End ACO algorithm for TSPs**

Gambar 1. *Pseudocode* algoritma ACO untuk TSP [5]

## 9. RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

Perbaikan yang dilakukan pada ACO menggunakan metode *Route Optimization Strategy* (ROS) dan *Individual Variation* [4]. *Routing* merupakan operasi yang paling sering digunakan dalam menjalankan ACO. Total *running time* dari ACO tergantung pada kompleksitas waktu *routing* dan frekuensi eksekusi di ACO. Dengan ROS, ACO dapat dioptimalkan dengan mengurangi kompleksitas waktu dan frekuensi dari *routing* [4]. *Individual Variation* digunakan untuk meningkatkan konvergensi dari ACO konvensional. Dalam metode ini, semut menggunakan strategi yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. *Individual Variation* memungkinkan semut memiliki strategi rute yang berbeda. Dalam ACO, parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  bersifat statis [1]. Dorigo menyarankan bahwa  $\alpha = 1$  dan  $\beta = 5$  adalah pengaturan yang tepat untuk berbagai kondisi [2]. Adapun diagram alir dari algoritma ACO dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir algoritma ACO

Penjelasan diagram alir algoritma ACO:

**1. Praproses data**

Tahap praproses data dilakukan untuk mendapatkan data uji. Data uji diambil dari TSPLIB.

**2. Inisialisasi untuk setiap tepi**

Tahap inisialisasi dilakukan untuk memberikan nilai awal solusi dan penambahan *pheromon* pada tepi.

**3. Simpan kota-kota yang belum dikunjungi**

Tahap ini melakukan penyimpanan kota-kota yang belum dikunjungi oleh semut.

**4. Simpan panjang perjalanan**

Tahap ini melakukan penyimpanan untuk panjang perjalanan yang dilakukan oleh semut.

**5. Pencarian semut minimum**

Tahap ini melakukan pencarian semut yang memiliki panjang perjalanan minimum.

**6. Simpan kota-kota yang belum dikunjungi**

Tahap ini melakukan penyimpanan untuk kota-kota yang belum dikunjungi oleh semut yang mempunyai panjang perjalanan minimum.

**7. Pengecekan solusi terbaik**

Tahap ini melakukan pengecekan apakah solusi saat ini merupakan solusi yang terbaik atau bukan.

**8. Memperbarui *pheromon***

Tahap memperbarui *pheromon* dilakukan terhadap kota yang telah dikunjungi semut minimum.

**9. Hitung *pheromon***

Tahap hitung *pheromon* dilakukan untuk masing-masing kota yang telah dikunjungi oleh semut minimum. Tahap 3 sampai 9 dilakukan berulang kali sampai batas maksimal.

**10. Catat perjalanan minimum**

Tahap ini mencatat hasil perjalanan minimum.

## **11. METODOLOGI**

**a. Penyusunan proposal tugas akhir**

Proposal Tugas Akhir ditulis untuk mengajukan ide atas pengerjaan Tugas Akhir. Proposal Tugas Akhir juga mengandung proyeksi hasil dari ide Tugas Akhir yang diajukan.

**b. Studi literatur**

Pada proses ini dilakukan studi lebih lanjut terhadap konsep-konsep yang terdapat pada jurnal, buku, artikel, dan literatur lain yang menunjang. Studi dilakukan untuk mendalami konsep algoritma ACO dalam menyelesaikan permasalahan yang muncul pada proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

**c. Implementasi algoritma**

Implementasi merupakan tahap untuk membangun sistem tersebut. Algoritma yang akan diimplementasikan yaitu algoritma ACO. Implementasi diproses menggunakan Matlab.

**d. Pengujian dan evaluasi**

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kinerja dari algoritma ACO konvensional dan algoritma ACO yang dimodifikasi dalam hal kinerja, kecepatan konvergensi dan kualitas solusi dengan beberapa percobaan.

**e. Penyusunan Buku Tugas Akhir**

Pada tahap ini disusun buku sebagai dokumentasi dari pelaksanaan tugas akhir, yang mencakup seluruh konsep, teori, implementasi, serta hasil yang telah dikerjakan. Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar antara lain:

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang

b. Rumusan Masalah

- c. Batasan Tugas Akhir
- d. Tujuan
- e. Metodologi
- f. Sistematika Penulisan
2. Tinjauan Pustaka
3. Desain dan Implementasi
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

## 12. JADWAL KEGIATAN

Tahapan	Tahun 2014																			
	Januari				Februari				Maret				April				Mei			
Penyusunan proposal	■	■	■	■	■	■	■													
Studi literature					■	■	■	■	■	■	■	■								
Implementasi								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pengujian dan evaluasi													■	■	■	■	■	■	■	■
Penyusunan buku											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## 13. DAFTAR PUSTAKA

[1] Dorigo M, Gambardella L.M: Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem. 1997.

[2] Jun-Man Kan, Yi Zhang: Application of an Improved Ant Colony Optimization on Generalized Travelling Salesman Problem. 2012.

[3] Dorigo M, Vittorio Maniezzo, Alberto Colomi. The Ant System: optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, 1996, 26 (1): 1~13

[4] Yi Zhang, Zhi-Li Pei, Jinhui Yang, Yanchun Liang: An Improved Ant Colony Optimization Algorithm Based on Route Optimization and Its Applications in Travelling Salesman Problem. BIBE 2007: 693-698

[5] Dorigo, M., dan Socha K. (2007), An Introduction to Ant Colony Optimization, Tech.Rep/IRIDIA/2006-010, Université Libre de Bruxelles, Belgium.