

**USULAN TUGAS AKHIR**

**1. IDENTITAS PENGUSUL**

**NAMA** : Muhammad Ibrahim Oswaldo  
**NRP** : 5110100081  
**DOSEN WALI** : Ahmad Saikhu, S.SI., MT.  
**DOSEN PEMBIMBING** : 1. Ahmad Saikhu, S.SI., MT.  
2. Rully Soelaiman, S.Kom., M.Kom.

**2. JUDUL TUGAS AKHIR**

“Implementasi Metode Pairwise Comparison pada Uji Kinerja Varian Metode Kecerdasan Buatan pada Penyelesaian Masalah TSP”

**3. LATAR BELAKANG**

Dalam sebuah kasus pengambilan keputusan sering memerlukan perbandingan dari *varians* yang berbeda. *Pairwise comparison* adalah metode perbandingan berpasangan. *Pairwise comparison* dapat digunakan untuk memperoleh kecenderungan terkait tentang *varians* tersebut. Quenouille dan John (1971) menemukan perancangan *2n-faktorial paired comparison*. Hasil dari penelitian mereka adalah sebuah pengamatan memiliki *varians* yang sama [1]. Saaty (1977) memperkenalkan teknik *eigenvalue* untuk menganalisa data *pairwise comparison*. Teknik *eigenvalue* membutuhkan perbandingan semua *varians* satu lawan satu [2]. Dan pada tahun 1978 EI-Helbawy dan Bradley menemukan matriks kovarians dalam uji coba *paired comparison* dan memberikan hasil keputusan yang tepat dalam beberapa kasus [3].

*Basic genetic algorithm* (GA) dan *basic ant colony* adalah dua algoritma kecerdasan buatan yang akan diimplementasikan dalam Tugas Akhir ini pada sebuah permasalahan TSP. *Paired comparison matrix* akan menghasilkan nilai yang berasal

dari perbandingan setiap *varians* untuk membandingkan dua metode tersebut. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan kualitas yang lebih baik.

Hasil yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah mengetahui keunggulan dan kelemahan setiap *varians* dari dua metode yang diimplementasikan dengan membandingkan satu lawan satu dari setiap *varians*. Sebuah metode dengan jumlah kemenangan yang lebih banyak dari perbandingan setiap *varians* ditetapkan sebagai metode yang terbaik untuk menyelesaikan sebuah permasalahan TSP.

#### 4. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana implementasi *paired comparison matrix* untuk uji kinerja *varians* metode GA dan *basic ant colony* pada penyelesaian masalah TSP?
- Bagaimana mendapatkan keunggulan dan kelemahan setiap *varians* dari dua metode yang diimplementasikan?
- Bagaimana cara menentukan algoritma kecerdasan buatan yang lebih efektif dari segi kompleksitas waktu, kompleksitas ruang, hasil perhitungan jarak, dan tingkat kesulitan dalam implementasi?

#### 5. BATASAN MASALAH

Adapun batasan ruang lingkup permasalahan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Menggunakan *paired comparison matrix* yang merupakan ukuran yang digunakan untuk membandingkan *varians* dari metode kecerdasan buatan pada penyelesaian TSP.
- Menggunakan *basic genetic algorithm* dan *basic ant colony algorithm* sebagai algoritma kecerdasan buatan yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan TSP.
- Untuk menghitung jarak antara *nodes*, digunakan persamaan Euclidean.
- Varians* yang dibandingkan adalah kompleksitas waktu, kompleksitas ruang, perhitungan jarak, dan tingkat kesulitan dalam implementasi.
- Implementasi menggunakan perangkat lunak Matlab.
- Dataset* yang digunakan didapatkan dari *The TSPLIB Symmetric Travelling Salesman Problem Instances* [4].

#### 6. TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Mengimplementasikan *paired comparison matrix* untuk uji kinerja *varian* metode GA dan *basic ant colony* pada persoalan TSP.
- Menghitung kompleksitas waktu, kompleksitas ruang, jarak tempuh, dan tingkat kesulitan dalam implementasi dari dua algoritma tersebut.

- c. Membuktikan bahwa salah satu dari implementasi algoritma kecerdasan buatan dapat memberikan pilihan algoritma yang dapat menyelesaikan permasalahan TSP secara efektif.

## 7. MANFAAT TUGAS AKHIR

Manfaat yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah dapat mengetahui keunggulan dan kelemahan setiap *variants* metode kecerdasan buatan pada penyelesaian masalah TSP, sehingga diketahui metode kecerdasan buatan yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan TSP.

## 8. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. *Paired Comparison Matrix*

*Paired comparison matrix* adalah metode perbandingan berpasangan yang digunakan dalam studi ilmiah. *Paired comparison matrix* biasanya mengacu pada setiap proses membandingkan setiap *variants* berpasangan untuk menilai yang mana dari setiap *variants* yang memiliki performa lebih baik. Pertama analisa hasil kinerja dari dua metode yang diimplementasikan pada persoalan TSP. Kemudian buat sebuah *comparison matrix*  $A$  yang berisi nilai positif setiap *variants*. *Comparison matrix*  $A$  ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Dari *matrix* tersebut dapat ditentukan *eigenvalue*-nya. Setelah mendapatkan *eigenvalue* dapat dihitung nilai *confident matrix* untuk menentukan keseimbangan *matrix* dapat diterima atau tidak. Untuk mendapatkan nilai *confident* ditunjukkan pada Persamaan 2 dan Persamaan 3 [5].

$$CI = \frac{\lambda_{\max}(A) - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Terakhir analisa nilai setiap *variants* dari dua metode yang telah diimplementasikan pada persoalan TSP. Setiap kemenangan dari perbandingan masing-masing *variants* diberikan nilai.

## 2. Basic Genetic Algorithm

*Basic genetic algorithm* adalah algoritma pencarian global yang sesuai untuk permasalahan dengan ruang pencarian yang besar seperti TSP. Teknik dalam GA didasarkan pada biologi evolusioner seperti pewarisan, mutasi, seleksi, dan *crossover*. *Crossover* dipakai untuk membentuk individu baru dengan ragam yang berbeda dan operator mutasi berfungsi untuk mempertahankan keragaman individu [6]. Kualitas individu diukur dengan *fitness function*. Di dalam GA ruang pencarian disebut dengan populasi.

Proses pengaplikasian GA untuk TSP adalah sebagai berikut:

a. *Encoding dan decoding*

Dalam studi ini kita menggunakan *decimal coding* untuk pengodean jalan. Contoh kromosom 123,456,789 menunjukkan rute dimulai dari kota 1, diikuti kota 2,3,4,5,6,7,8,9, dan kembali ke kota 1.

b. *Fitness function*

*Fitness function* berbanding terbalik dengan jarak tempuh. Semakin panjang jarak tempuh semakin kecil *fitness function*. *Fitness function* ditunjukkan pada Persamaan 4.

$$f = \frac{1}{S}, S = \sum_i^n d_{i,i+1} \quad (4)$$

c. *Selection operator*

Dalam studi ini kita menggunakan metode *classic roulette wheel* untuk memilih operator. Pertama kita hitung *fitness* dari setiap individu. Kemudian hitung probabilitas setiap individu yang akan dipilih, dan *classic roulette wheel* akan memilih individu generasi berikutnya.

d. *Crossover operator*

1. Pilih 2 individu yang sebelumnya telah terpilih sebagai X dan Y dari populasi.
2. Pilih 2 titik *crossover* dilambangkan dengan  $i$  dan  $j$ , secara acak umumnya  $i < j$ .
3. Tentukan individu baru  $T$ , buat  $T=Y$ , kemudian hapus kota yang dimiliki oleh  $X_i$  sampai dengan  $X_j$ . Bit pertama  $i-1$  dari  $Z_m$  sama dengan bit pertama  $i-1$  dari  $T_m$ . Bit ke- $i$  sampai dengan  $j$  dari  $Z_m$  sama dengan bit ke- $i$  sampai dengan  $j$  dari  $T_m$ . Kemudian kirim bit ke- $i$  dan sebelum bit ke- $i$  dari  $T_m$  ke dalam  $Z$ , maka akan didapatkan individu  $Z$ .
4. Dengan cara yang sama kita mendapatkan individu lain  $W$ .

e. *Mutation operator*

Dalam studi ini kita menggunakan *heuristic mutation operator* untuk meningkatkan efisiensi dari generasi berikutnya.

### 3. Ant Colony Algorithm

*Ant colony algorithm* adalah sebuah metode untuk mencari jalur optimal yang didasarkan pada perilaku kelompok semut dalam mencari sumber makanan. Seekor semut yang ingin pergi mencari sumber makan akan berjalan dengan arah yang acak. Ketika seekor semut menemukan sumber makan, semut akan kembali ke kelompoknya dengan meninggalkan jejak (*pheromones*) di jalan yang sudah dilaluinya. Ketika semut lain menemukan jejak, mereka cenderung mengikuti jalan dengan sebuah probabilitas. Probabilitas ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$p_{ij} = \frac{\tau_{ij}(k-1)}{\sum_{l \in T} \tau_{il}(k-1)}, j \in T \quad (5)$$

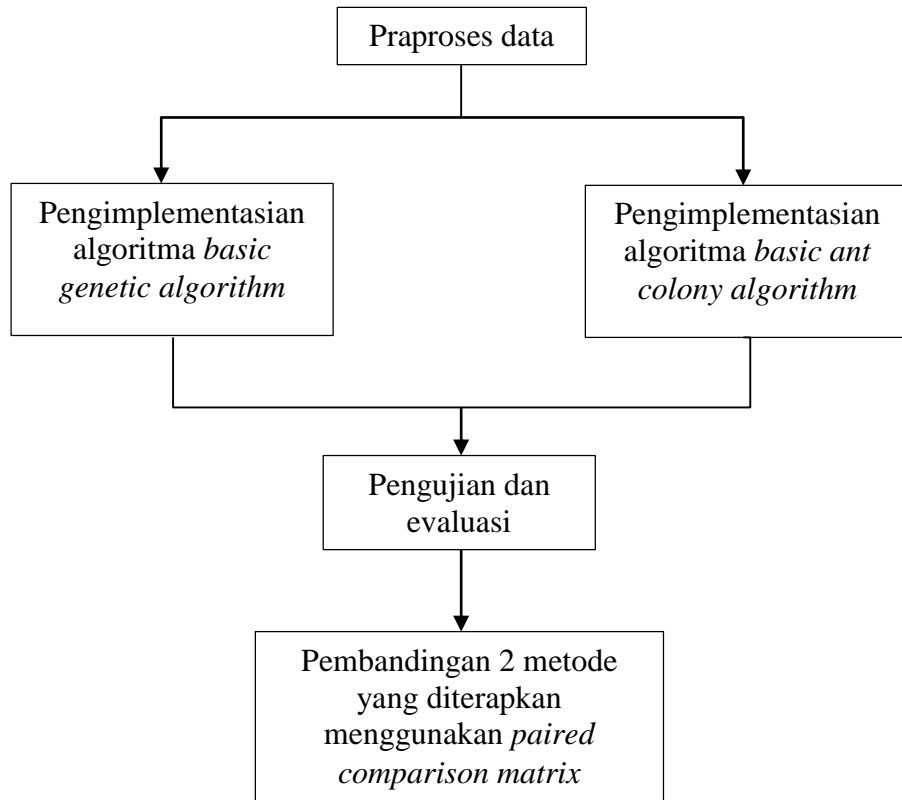
Jika mereka mengikuti jejak, mereka akan mengisi jalan dengan jejak mereka sendiri, karena semut meninggalkan jejak setiap kali mereka menemukan sumber makan. Semakin banyak semut yang melewati jalan tersebut maka semakin banyak pula jejak yang akan ditinggalkan di jalan tersebut. Sementara itu pada waktu yang bersamaan beberapa semut lainnya tetap berjalan dengan arah yang acak untuk mendapatkan sumber makanan yang lebih dekat. Jalan yang lebih pendek cenderung lebih cepat banyak mendapatkan tumpukan jejak dari semut. Sehingga dapat disimpulkan jalan yang terdapat banyak jejak yang ditinggalkan oleh semut merupakan solusi optimal dari pencarian rute terpendek. Untuk menambah atau menguatkan *pheromones* dan mengurangi *pheromones* ditunjukkan pada Persamaan 6 dan Persamaan 7.

$$\tau_{ij}(k) = (1 - \tau_{k-1}) \tau_{ij}(k-1) + \frac{\tau_{k-1}}{|W|} \dots \dots \dots (i, j) \in W \quad (6)$$

$$\tau_{ij}(k) = (1 - \tau_{k-1}) \tau_{ij}(k-1) \dots \dots \dots (i, j) \in W \quad (7)$$

## 9. RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

Secara garis besar, proses yang dilakukan pada Tugas Akhir ini ditunjukkan pada Gambar 1.



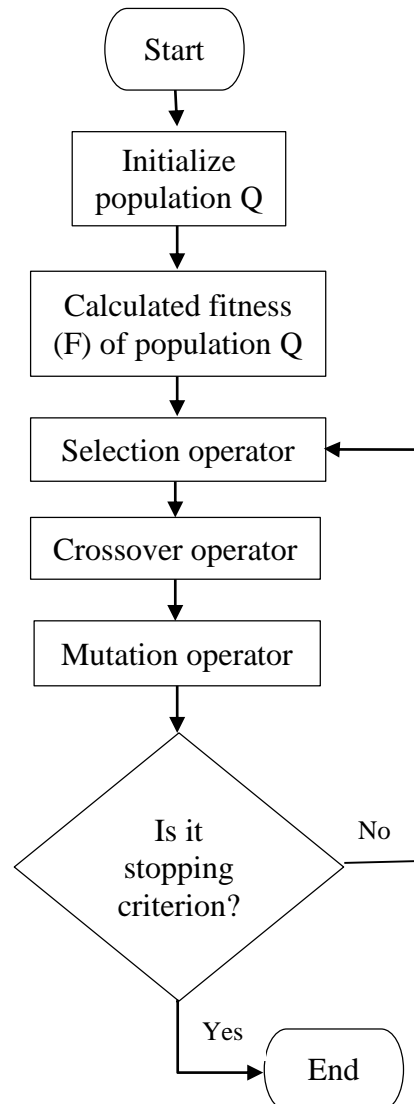
Gambar 1. Bagan Proses Pengerjaan Tugas Akhir

### a. Praproses *dataset*

Praproses *dataset* dilakukan untuk mengolah data agar dapat diproses dengan baik selama implementasi metode.

**b. Implementasi algoritma *basic genetic algorithm***

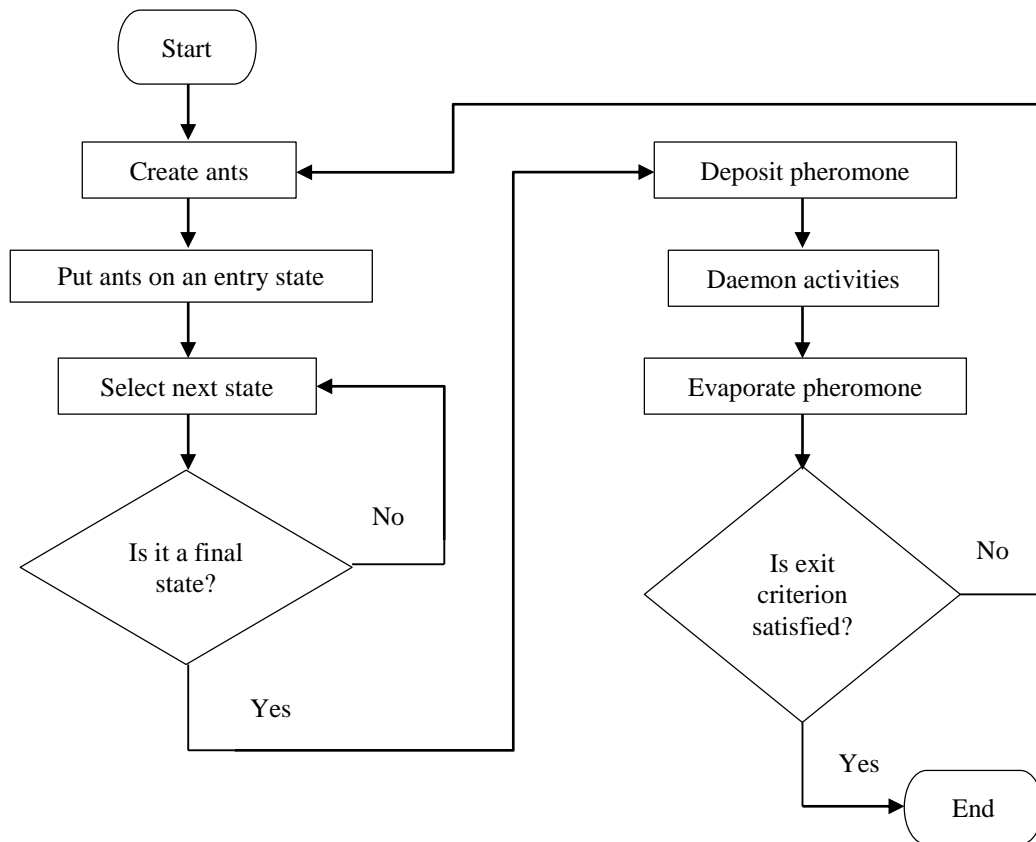
Implementasi dari *basic genetic algorithm* ini dapat dijelaskan dalam bagan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Implementasi *Basic Genetic Algorithm*

**c. Implementasi algoritma *basic ant colony algorithm***

Implementasi dari *basic ant colony algorithm* ini dapat dijelaskan dalam bagan seperti pada Gambar 3 [7].



Gambar 3. Bagan Implementasi *Ant Colony Algorithm*

**d. Pengujian dan evaluasi**

Pada tahap pengujian dan evaluasi akan didapatkan kompleksitas waktu, kompleksitas ruang, jarak tempuh, dan tingkat kesulitan dalam pengimplementasian dari dua metode tersebut.

**e. Pembandingan metode**

Proses ini akan membandingkan kompleksitas waktu, kompleksitas ruang, jarak tempuh, dan tingkat kesulitan dalam implementasi dari dua metode tersebut.

## 10.METODOLOGI

**a. Penyusunan proposal Tugas Akhir**

Proposal Tugas Akhir ditulis untuk mengajukan ide atas pengerjaan Tugas Akhir. Proposal ini juga mengandung proyeksi 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 yang menunjang. Studi dilakukan untuk mendalami konsep algoritma *paired comparison matrix*, *basic genetic algorithm*, dan *basic ant colony algorithm* untuk menyelesaikan permasalahan yang muncul pada proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

## **c. Implementasi algoritma**

Implementasi merupakan tahapan untuk membangun sistem tersebut. Algoritma yang akan diimplementasikan yaitu *paired comparison matrix*, *basic genetic algorithm*, dan *basic ant colony algorithm*. Implementasi menggunakan perangkat lunak Matlab.

## **d. Pengujian dan evaluasi**

Performa dari dua algoritma yang diterapkan akan dievaluasi menggunakan *paired comparison matrix*.

## **e. Penyusunan buku Tugas Akhir**

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. 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

## 11. JADWAL KEGIATAN

Jadwal kegiatan pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Pengerjaan Tugas Akhir

Tahapan	2014																	
	Februari				Maret				April				Mei				Juni	
Penyusunan Proposal	■	■	■	■														
Studi Literatur			■	■	■	■	■											
Implementasi								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pengujian dan evaluasi									■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Penyusunan buku										■	■	■	■	■	■	■	■	■

## 12. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Quenouille and J. A. John, "Paired Comparison Design for  $2n$ -factorials," *Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, vol. 20, pp. 16-24, 1971.
- [2] J. M. Alho, O. Kolehmainen and P. Leskinen, "Regression Methods for Pairwise Comparison Data," *Managing Forest Ecosystems*, vol. 3, pp. 235-251, 2001.
- [3] A. T. El-Helbawy and R. A. Bradley, "Treatment Contrasts in Paired Comparisons: Large-Sample Results, Applications, and Some Optimal Designs," *American Statistical Association*, vol. 73, no. 364, pp. 831-839, 1978.
- [4] G. Skorobohatyj, "The TSPLIB Symmetric Travelling Salesman Problem Instances," 1 June 1995. [Online]. Available: <http://elib.zib.de/pub/Packages/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/index.html>. [Accessed 3 March 2014].
- [5] H. Wang, "Comparison of Several Intelligent Algorithms for Solving TSP Problem in Industrial Engineering," *Systems Engineering Procedia*, vol. 4, pp. 226-235, 2012.
- [6] F. Liu and Z. Guangzhou, "Study of Genetic Algorithm with Reinforcement Learning to Solve the TSP," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 3, p. 6995-7001, 2009.
- [7] Q. Xu, J. Mao and Z. Jin, "Simulated Annealing-Based Ant Colony Algorithm for Tugboat Scheduling Optimization," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2012, 2012.