MODEL *ANT COLONY OPTIMIZATION* DENGAN *SPYDER PYTHON* UNTUK *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM*

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan

Oleh

FERDY ADRIAN RENGKUNG

NRP : 183010045

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

2022

MODEL *ANT COLONY OPTIMIZATION* DENGAN *SPYDER PYTHON* UNTUK *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM*

FERDY ADRIAN RENGKUNG
NRP : 183010045

Pembimbing Utama :

Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimyati, MSIE

ABSTRAK

Penentuan rute adalah salah satu hal yang penting dalam persoalan distribusi, perusahaan sering kali mengalami masalah pada distribusi baik dari segi efisiensi maupun biaya, maka dari itu penentuan rute adalah hal yang harus dilakukan dalam pendistribusian suatu barang maupun jasa, terdapat dua persoalan dalam distribusi yaitu Travelling Salesman Problem yang tidak memperhatikan kapasitas angkutnya dan Vehicle Routing Problem yang mempertimbangkan kapasitas angkutnya.

Terdapat tiga metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan persoalan tersebut yaitu Optimasi yang membutuhkan waktu yang cukup lama dalam memberikan hasil optimum, Heuristik yaitu metode yang lebih sederhana namun tidak menjamin akan memberikan hasil optimum dan Metaheuristik yang merupakan pengembangan dari heuristik yang mana melakukan penelusuran hingga mendapatkan hasil yang optimum, maka dari itu metode Metaheuristik adalah metoda yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan persoalan distribusi Travelling Salesman Problem, salah satu metoda metaheuristik yang digunakan adalah Ant Colony Optimization yaitu metode yang diadopsi dari perilaku koloni semut dalam mencari sumber makanan dimana semut akan mencari jalur terdekat dari sarang menuju ke sumber makanan dengan mengandalkan kerjasama kelompok dalam bentuk komunikasi

Untuk menyelesaikan persoalan Travelling Salesman Problem dengan Metoda Metaheuristik tersebut dilakukan pemodelan dengan menggunakan model Ant Colony Optimization untuk Travelling Salesman Problem dengan bantuan software Spyder Python. Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan didapatkan bahwa total jarak rute optimum yang paling baik adalah sebesar 118,7 Km.

Kata Kunci : Travelling Salesman Problem, Ant Colony Optimization, Python

ANT COLONY OPTIMIZATION MODEL WITH SPYDER PYTHON FOR TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

FERDY ADRIAN RENGKUNG
NRP : 183010045

Main Advisor :

Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimyati, MSIE

ABSTRACT

Determining the route is one of the important things in distribution issues, companies often experience problems in distribution both in terms of efficiency and cost, therefore route determination is something that must be done in the distribution of goods and services, there are two problems in distribution, namely Traveling Salesman Problem which does not pay attention to the carrying capacity and Vehicle Routing Problem which considers the carrying capacity.

There are three methods that can be used in solving these problems, namely Optimization which takes a long time to provide optimum results, Heuristics, which is a simpler method but does not guarantee that it will give optimum results and Metaheuristics which is the development of heuristics which conduct searches to get results. Therefore, the Metaheuristic method is the method that will be used in this study to solve the distribution problem of the Traveling Salesman Problem, one of the metaheuristic methods used is Ant Colony Optimization, which is a method adopted from the behavior of ant colonies in finding food sources where ants will seek the closest path from the nest to the food source by relying on group cooperation in the form of communication

To solve the Traveling Salesman Problem with the Metaheuristic Method, modeling was carried out using the Ant Colony Optimization model for the Traveling Salesman Problem with the help of Spyder Python software. Based on the results of the modeling, it was found that the optimal total distance of the best route was 118.7 Km.

Keywords : Travelling Salesman Problem, Ant Colony Optimization, Python

MODEL *ANT COLONY OPTIMIZATION* DENGAN *SPYDER PYTHON* UNTUK *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM*

Oleh

FERDY ADRIAN RENGKUNG
NRP : 183010045

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal 25 Juli 2022

Pembimbing	Penelaah
(Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimyati, MSIE)	(Ir. Moh. Syarwani, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

(Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA)

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR ..... **iv**
PERNYATAAN ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG ..... **xvi**
Bab I Pendahuluan **I-1**
I.1 Latar Belakang I-1
I.2 Perumusan Masalah I-2
I.3 Tujuan Pembahasan dan Manfaat I-2
I.3.1 Tujuan Pengembangan Model I-2
I.3.2 Manfaat I-2
I.4 Lingkup Bahasan I-2
I.4.1 Batasan I-3
I.4.2 Asumsi I-3
I.5 Sistematika Penulisan Laporan I-3
Bab II Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka **II-1**
II.1 Teori Distribusi/Permasalahan Distribusi II-1
II.2 Teori Graph II-2
II.3 Optimasi II-7
II.4 Heuristik II-9
II.5 Metaheuristik II-9
II.6 Travelling Salesman Problem (TSP) II-12
II.7 *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk TSP II-13
Bab III Model *Ant Colony Optimization* Untuk *Travelling Salesman Problem* **III-1**
III.1 Penjelasan Model III-1

III.2 Langkah-langkah Pemodelan III-2
III.3 Model *Ant Colony Optimization* Untuk *Travelling Salesman Problem* pada *software* spyder III-5
III.4 Penyelesaian *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem* Manual III-7
III.3.1 *Stopping Criteria* III-33
III.5 *Intial Solution* III-33
Bab IV Penerapan Model Ant Colony *Optimization Untuk Travelling* Salesman Problem IV-1
IV.1 Program Utama *Ant Colony Optimization* Untuk *Travelling Salesman Problem* IV-1
IV.2 Hasil Program Utama *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem* Menggunakan *Software Spyder* IV-9
Bab V Analisis dan Pembahasan V-1
V.1 Analisis dan Pembahasan Hasil Program Utama *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem* menggunakan *Software Sypder* V-1
Bab VI Kesimpulan dan Rekomendasi VI-1
VI.1 Kesimpulan VI-1
VI.2 Rekomendasi VI-2
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Dalam pendistribusian suatu barang maupun jasa diperlukan suatu hal yang disebut sebagai penentuan rute. Penentuan rute adalah salah satu hal penting dalam persoalan distribusi, penentuan rute sendiri dilakukan untuk menentukan suatu jarak atau arah yang ditempuh oleh seorang individu maupun kendaraan agar mendapatkan efisiensi baik dari segi waktu maupun segi biaya. Penentuan rute ini sering digunakan oleh perusahaan dalam rangka meminimalisir waktu dalam distribusi suatu barang maupun jasa, selain untuk meminimalisir waktu dengan melakukan penentuan rute juga dapat mengurangi pengeluaran perusahaan untuk biaya perjalanan kendaraan yang digunakan untuk pengiriman dan seiring dengan waktu yang diminimalisir maka biaya dari perjalanan juga dapat diminimalisir. maka dari itu penentuan rute adalah salah satu hal penting yang perlu dilakukan dan sangatlah penting untuk menentukan rute dalam permasalahan distribusi. Terdapat 2 (dua) persoalan dalam distribusi, yaitu *Travelling Salesman Problem* dan *Vehicle Routing Problem*. Perbedaan dari kedua persoalan tersebut terdapat pada kapasitas angkutnya. *Travelling Salesman Problem*, tidak mempertimbangkan kapasitas angkutnya sedangkan *Vehicle Routing Problem* mempertimbangkan kapasitas angkutnya.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi yaitu Optimasi, Heuristik, dan Metaheuristik. Metode optimasi dapat memberikan hasil optimum namun dalam kasus yang berukuran besar dibutuhkan waktu yang cukup panjang dalam penyelesaiannya, sedangkan metode heuristik adalah metode yang lebih sederhana dari optimasi dengan menggunakan aturan tertentu namun perhitungan tidak menjamin akan mendapatkan hasil yang optimum, dan terakhir adalah metode metaheuristik yaitu adalah pengembangan dari metode heuristik yang mana metode metaheuristik menggunakan penelusuran hingga mendapatkan hasil yang optimum, Dari ketiga metode yang ada, metoda yang masih berkembang adalah metoda metaheuristik.

Pada penelitian ini dikembangkan metode dan program untuk menyelesaikan masalah *Travelling Salesman Problem* dengan menggunakan salah satu dari metode

metaheuristik yaitu algoritma *Ant Colony Optimization* yang merupakan sebuah metode metaheuristik yang diadopsi dari perilaku sebuah koloni semut untuk menentukan rute terpendek dalam perjalanan ke tempat-tempat sumber makanan berada.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka didapatkan perumusan masalah,

1. Bagaimana program Algoritma *Ant Colony Optimization* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan TSP?
2. Bagaimanakah rute yang terbentuk dari hasil perhitungan yang memberikan total jarak minimum?

I.3 Tujuan Pembahasan dan Manfaat

I.3.1 Tujuan Pengembangan Model

Adapun Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat program *Ant Colony Optimization* yang dapat digunakan pada persoalan *Travelling Salesman Problem*, dengan bahasa pemrograman python dan *software* spyder
2. Menggunakan program yang telah dibuat untuk menentukan rute sehingga dapat diketahui total jarak minimum.

I.3.2 Manfaat

Manfaat dari dibuatnya laporan Tugas Akhir ini yaitu Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan agar dapat menentukan rute terbaik dalam pengiriman agar tercipta pengiriman yang efisien yang dapat meminimalisir ongkos dan waktu dalam pengiriman baik jasa maupun barang.

I.4 Lingkup Bahasan

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, ditetapkan lingkup bahasan guna menghindari pembahasan yang terlalu meluas dalam laporan Tugas Akhir ini.

Adapun yang termasuk kedalam lingkup bahasan dalam laporan ini adalah Batasan dan Asumsi.

I.4.1 Batasan

Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Program yang dibuat hanya menggunakan software spyder dengan bahasa pemrograman Phyton.
2. Data jarak antar kota persoalan *Travelling Salesman Problem* dalam laporan Tugas Akhir ini berupa data empiris dari penelitian yang sudah ada.
3. Kapasitas angkut tidak dipertimbangkan.

I.4.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam Laporan Tugas Akhir ini mencangkup:

1. Data jarak dianggap simetris.
2. Ongkos perjalanan dianggap tidak berpengaruh terhadap hasil perhitungan.
3. Jumlah titik layanan diasumsikan tidak berubah

I.5 Sistematika Penulisan Laporan

Adapun sistematika penulisan laporan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Bab ini memaparkan mengenai gambaran yang melatarbelakangi dibuatnya Tugas Akhir, perumusan masalah, Tujuan Pembahasan dan Manfaat, Lingkup Bahasan yang meliputi Pembatasan dan Asumsi persoalan, serta sistematika penulisan laporan untuk setiap bab pada laporan Tugas Akhir.

Bab II Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka

Bab ini memaparkan dasar teori dari pemodelan yang dilakukan, bab ini juga memuat teori-teori dan konsep-konsep. Yang mana dasar teori dan konsep-konsep ini yang akan melandasi pembuatan laporan Tugas Akhir.

Bab III Model *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem*

Bab ini berisikan pemaparan mengenai gambaran umum dari model yang dibuat. Serta langkah-langkah yang dilakukan dalam usaha pengembangan model *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem.*

Bab IV Penerapan Model *Ant Colony Optimization* untuk *Travelling Salesman Problem*

Bab ini akan memaparkan mengenai penerapan model terhadap permasalahan penentuan rute *Travelling Salesman Problem* dengan mengembangkan metode metaheuristic Algoritma *Ant Colony Optimization*. Beserta dengan pengolahan data dan solusi yang didapatkan dari program yang telah dibuat.

Bab V Analisis dan Pembahasan

Bab ini akan memaparkan analisis terhadap program yang telah dibuat dengan menggunakan metode metaheuristik *Ant Colony Optimization* untuk menentukan rute terbaik dalam persoalan *Travelling Salesman Problem*.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari pembahasan pada bab sebelumnya mengenai program yang telah dibuat, serta saran.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Jufri, d. (2014). Modifikasi ACO untuk Penentuan Rute Terpendek Kabupaten/Kota di Jawa. *EECCIS*, 187-192.

Brucato, C. (2013). *The Travelling Salesman Problem.* Pittsburgh: University of Pittsburgh.

Davendra, D. (2010). *Travelling Salesman Problem, Theory and Applications.* Rijeka: Intech.

Karjono, d. (2016). Ant Colony Optimization. *TICOM*, 119-125.

Leksono, A. (2009). *Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) Untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP).* Semarang: Universitas Diponegoro.

Sidiq, F. (2021). *Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dengan Pendekatan Route First Cluster Second.* Bandung.

Tenda, E. (2014). Ant Colony Metaheuristic Optimization for Shortest Path Problem Solution in Real Road Network. 74-83.

Tyas, Y. S. (2013). Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode Ant Colony Optimization (ACO). *IJCCS*, 55-64.

<u>Pustaka Dari Situs Internet:</u>

Handayanto, R. T. (2019, February 21). *Metaheuristic Optimization*. Retrieved from Rahmadya: https://rahmadya.com/2019/02/21/metaheuristic-optimization/