

***HYBRID ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DENGAN  
SIMULATED ANNEALING PADA TRAVELLING SALESMAN PROBLEM***

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**



**Oleh:**

**Sakinah Hanifah  
NIM 08011281419063**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
JULI 2019**

**Lembar Pengesahan**

***HYBRID ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DENGAN  
SIMULATED ANNEALING PADATRAVELLING SALESMAN PROBLEM***

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh**

**SAKINAH HANIFAH  
NIM. 08011281419063**

Inderalaya, Juli 2019

**Pembimbing Pembantu**



**Dra. Ning Eliyati, M.Pd  
NIP.19591120 199102 2 001**

**Pembimbing Utama**

**Novi Rustiana Dewi, M.Si  
NIP. 19701113 199603 2 002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Matematika**



**Drs. Sugandi Yahdin, M.M.  
NIP.19580727 198603 1003**

*“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Karena itu apabila kau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), Dan hanya kepada Tuhan-mu lah kau berharap”*

*(QS.Al-Insyirah:6-8)*

*“Apa-apa tidak akan jadi apa-apa jika tidak diapa-apakan”  
“dunia itu hanya tiga hari, kemarin yang tak akan terulang ceritanya, besok yang belum tentu menemuinya, hari ini tempat menabung amalan kita”-Al Hasan Al BAshari*

**Skripsi ini kupersembahkan kepada:**

- 1. Allah SWT**
- 2. Kedua Orangtuaku**
- 3. Suamiku dan Anakku**
- 4. Keluarga Besarku**
- 5. Semua Dosen dan Guruku**
- 6. Sahabat-sahabatku**
- 7. Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

*Assalammu'alaikum wr.wb*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan berkat-Nya yang luar biasa sehingga penyelesaian skripsi yang berjudul “**Hybrid Algoritma Particle Swarm Optimization dengan Simulated Annealing pada Travelling Salesman Problem**” dapat berjalan dengan baik dan selesai pada waktunya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, yaitu Bapak Almarhum **Basri** dan Ibu **Suryati** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si**, selaku Pembimbing Utama yang sudah seperti ibu sayasendiri yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, pikiran, tenaga, dan memberikan ide-ide cemerlang, arahan, nasehat, motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

2. Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd**, selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah seperti ibu saya sendiri yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing pengerjaan skripsi ini
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing pengerjaan skripsi ini.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Pembimbing Akademik, Pembahas dan Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak **Drs. Endro Setyo C, M.Si**, dan Ibu **Evi Yuliza, M.Si**, selaku Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Pak **Irwan** dan Ibu **Khamida** selaku pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
8. **Juanda Wijaya, S.Pd** suami tercintayang telah memberikan kasih sayang, menyemangati, dan selalu sabar.

9. Orang tua saya juga Bapak **Jamri** dan Ibu **Ernawati** yang sudah sangat banyak berperan dalam segala hal dua tahun terakhir ini.
10. Kakak, dan Abangku tercinta, **Sriyana Basri, Rianko, Fatimah, Fadhilatul Hasanah, M.E** atas kasih sayang, semangat, nasehat, dan do'anya untuk adek
11. Anakku tercinta **Muhammad Dahlan Nurwahid** yang menguji kesabaran namun selalu memberikan bahagia dan kekuatan.
12. **Keluarga Besarku** terimakasih untuk segala dukungan yang telah banyak diberikan kepada penulis.
13. Sahabat Terbaik dan juga keluargaku, **Amanah, Santika Widarwasih, Uswatun Khasanah, Rizky Marli Antika, Khorunnisa, Desi Riona P, Try Indah, Nila Anggraini, Eka Kurniawati, Intan Qonitadan Melva Gita.** Terimakasih karena selalu memberikan canda tawa, selalu memberikan semangat dan motivasi, serta memberikan do'a, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
14. Sahabat di kampus dan juga keluargaku, **Wulandari Wd, Desti Destiansari, Kartila, Rizma Puspita Sari dan Semua Teman-Teman Angkatan 2014.** Terima kasih banyak untuk semuanya, yang selalu memberikan canda tawa, tak kenal lelah mendengar keluh kesahku, yang telah memberikan semangat serta motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Kakak-kakak tingkat Angkatan **2012, Mbak Vinda,** Angkatan **2013, Kak Hilda,** dan adik-adik tingkat Angkatan **2015, Williyanti dan Riska Amelia** Angkatan **2016,** dan Angkatan **2017.**

16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas semua dukungan, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya.

Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

*Wassalammu'alaikum wr.wb*

Inderalaya, Juli 2019

Penulis

***HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM WITH  
SIMULATED ANNEALING IN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM***

by:

**Sakinah Hanifah  
08011281419063**

**ABSTRACT**

Traveling Salesman Problem is one of the optimization problems to find the shortest route a salesman must travel to a number of cities exactly once and return to the city early. Transporting garbage is one of the problems for Traveling Salesman Problem (TSP). There are many algorithms that can be used to find the shortest route such as Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm and Simulated Annealing (SA). This study aims to apply a combination of PSO and SA algorithms to solve the problem of finding the shortest route of garbage transportation in the Ilir Barat II District. On the combined PSO algorithm with SA, the shortest route for trash transportation is obtained TPA → TPS 7 (Pasar Tangga Buntung) → TPS 3 (Ki Gede Ing Suro) → TPS 1 (Jl. Diponogoro) → TPS4(Jl. Ratna, Jl. Talang Kerangga) → TPS 5 (Jl. Makrayu, Jl.Rambutan) → TPS 6 (Jl. Jambu) → TPS 8 (Pasar Sekanak) → TPS 2 (SMPN 1 Palembang)→TPA, with a distance of 21,905 km

***Keywords:*** *Traveling Salesman Problem, Particle Swarm Optimization, Simulated Annealing*



# ***HYBRID ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION DENGAN SIMULATED ANNEALING PADA TRAVELLING SALESMAN PROBLEM***

Oleh:

**Sakinah Hanifah**  
**08011281419063**

## **ABSTRAK**

*Traveling Salesman Problem* adalah salah satu permasalahan optimasi untuk mencari rute terpendek yang harus dilalui seorang salesman ke sejumlah kota tepat satu kali dan kembali ke kota awal. Pengangkutan sampah merupakan salah satu permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Ada banyak algoritma yang bisa digunakan untuk mencari rute terpendek seperti *Particle Swarm Optimization (PSO)* dan algoritma *Simulated Annealing (SA)*. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan gabungan algoritma *PSO* dan *SA* untuk menyelesaikan masalah pencarian rute terpendek pengangkutan sampah yang berada di Kecamatan Ilir Barat II. Pada gabungan algoritma *PSO* dengan *SA* diperoleh rute terpendek pengangkutan sampah yaitu TPA → TPS 7 (Pasar Tangga Buntung) → TPS 3 (Ki Gede Ing Suro) → TPS 1 (Jl. Diponegoro) → TPS 4 (Jl. Ratna, Jl. Talang Kerangga) → TPS 5 (Jl. Makrayu, Jl. Rambutan) → TPS 6 (Jl. Jambu) → TPS 8 (Pasar Sekanak) → TPS 2 (SMPN 1 Palembang) → TPA, dengan jarak tempuh 21,905 km.

**Kata Kunci :** *Traveling Salesman Problem, Particle Swarm Optimization, Simulated Annealing*

## DAFTAR ISI

|                                  | Halaman     |
|----------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>       | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>  | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>       | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>            | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>             | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>          | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>        | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>        | <b>xiv</b>  |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>     |             |
| 1.1.Latar Belakang.....          | 1           |
| 1.2.PerumusanMasalah .....       | 3           |
| 1.3.BatasanMasalah .....         | 3           |
| 1.4.Tujuan .....                 | 4           |
| 1.5.Manfaat .....                | 4           |

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Teori Graf .....  | 5  |
| 2.1.1 Graf Berbobot.....   | 5  |
| 2.1.2 Graf Berarah dan Graf Tidak Berarah.....   | 6  |
| 2.1.3 Graf Terhubung dan Graf Tak Terhubung.....   | 6  |
| 2.1.4 Derajat .....  | 7  |
| 2.1.5 Lintasan dan Sirkuit .....   | 7  |
| 2.2. <i>Travelling Salesman Problem</i> .....  | 8  |
| 2.3. <i>Particle Swarm Optimization</i> .....  | 9  |
| 2.4. <i>Simulated Annealing</i> .....  | 12 |
| 2.5. Hybrid algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> dengan <i>Simulated Annealing</i> (PSO-SA)..... | 15 |

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3.1. Tempat .....            | 17 |
| 3.2. Waktu.....              | 17 |
| 3.3. Metode Penelitian ..... | 17 |

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Inisialisasi Parameter .....             | 21 |
| 4.2 Evaluasi Partikel – partikel Awal .....   | 25 |
| 4.3. Tetapkan $p_{best}$ dan $g_{best}$ ..... | 26 |
| 4.4. <i>Update</i> partikel – partikel .....  | 37 |
| 4.5. Hitung Temperatur Baru .....             | 39 |

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan ..... | 40 |
| 5.2. Saran .....      | 40 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>41</b> |
|-----------------------------|-----------|

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel4.1.Jarak antar lokasi TPS .....          | 20      |
| Tabel4.2.Lokasi TPS .....                      | 21      |
| Tabel4.3..Bilangam Acak .....                  | 21      |
| Tabel4.4.Fungsi Tujuan Partikel-partikel ..... | 25      |

## DAFTAR GAMBAR

|          | Halaman                              |
|----------|--------------------------------------|
| Gambar 1 | Graf G dengan 5 titik 6 sisi ..... 5 |
| Gambar 2 | Graf Berbobot..... 6                 |
| Gambar 3 | Graf berarah ..... 6                 |
| Gambar 4 | Graf tak berarah..... 6              |
| Gambar 5 | Graf tak terhubung ..... 7           |
| Gambar 6 | Graf Sederhana..... 8                |
| Gambar 7 | Graf antar lokasi TPS ..... 20       |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kegiatan pengangkutan sampah telah dilakukan oleh pemerintahan kota Palembang. Bahkan sebagai rutinitas dikarenakan perkembangan sampah semakin meningkat. Di sekitar kita sebagian besar sampah yang ada, berasal dari limbah rumah tangga. Untuk membangun masyarakat dan lingkungan yang sehat diharapkan agar pengelolaannya juga dilaksanakan secara efektif dan efisien. Jika produksi sampah meningkat, tetapi pengelolaan limbah tidak dilakukan dengan baik, maka kualitas lingkungan akan menurun dan memberikan efek negatif. Dalam pengangkutan sampah ke setiap Tempat Pembuangan Sementara (TPS) banyak rute alternatif yang akan pengangkut sampah tempuh. Sehingga menimbulkan masalah bagi seorang pengangkut sampah untuk mendapatkan rute terpendek dari banyaknya rute alternatif tersebut. Rute yang dipilih haruslah optimal sehingga untuk pengangkutan sampah ke setiap tempat pembuangan sementara mendapatkan rute minimum. Kegiatan pengangkutan sampah ini dapat disebut juga perjalanan *salesman* atau *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP merupakan persoalan yang banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan pendistribusian barang pada perusahaan yang dapat dikategorikan sebagai TSP. Namun masalah pengambilan sampah juga dapat dikategorikan TSP karena mengunjungi setiap tempat dan dengan rute terpendek hingga kembali ke tempat awal. Seperti yang dikatakan Amri dkk. (2012) TSP adalah persoalan

dalam bidang optimasi dimana pedagang keliling haruslah mengunjungi setiap tempat dengan sekali kunjungan dan dengan rute terpendek hingga kembali ke tempat awal. TSP juga dikenal salah satu permasalahan optimasi yang menarik para ahli matematika dan khususnya ilmuwan komputer hal ini dikarenakan TSP mudah didefinisikan namun sulit diselesaikan (Andri dkk., 2013).

*Particle swarm optimization* (PSO) adalah salah satu metode pemecahan untuk persoalan optimasi. Algoritma ini merupakan teknik optimasi berbasis populasi yang dikembangkan oleh James Kennedy dan Russel Eberhart pada tahun 1995. Ada beberapa peneliti yang sudah menggunakan metode ini ke dalam beberapa permasalahan seperti Erny (2013) pada penelitiannya tentang pemecahan Optimasi pola penyusunan barang dalam peti kemas menggunakan algoritma PSO. Sedangkan penelitian sebelumnya untuk TSP ini telah banyak diselesaikan dengan beberapa metode. Amri dkk. (2012) menggunakan metode algoritma *Artificial Bee Colony* yang menghasilkan kesimpulan semakin banyak kota semakin tinggi tingkat kesalahan. Suprayogi dan Mahmudi (2014) menggunakan metode algoritma Genetika dengan kesimpulan dapat pula diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan antar jemput laundry

Metode *Simulated Annealing* (SA) digunakan pada beberapa kasus seperti pemodelan curah hujan kota Ketapang (Arman, 2012). SA banyak digabungkan dengan beberapa algoritma terutama genetika. Setiawan dan Palit (2010) membandingkan gabungan *Genetic Algorithm-Simulated Annealing* dengan *Particle swarm optimization* untuk permasalahan tata letak fasilitas. Masalah TSP juga pernah diselesaikan menggunakan algoritma SA (Rizal, 2007)



Metode *Simulated Annealing* digabungkan dengan PSO dikarenakan SA digunakan untuk mengatasi masalah optimal lokal pada PSO (Anggarsari dkk., 2017). Metode heuristik atau metode pendekatan sudah banyak dilakukan terutama untuk kasus TSP. Namun yang digunakan hanyalah satu metode lalu dibandingkan dengan metode heuristik lainnya. Dalam hal ini peneliti menggunakan gabungan metode PSO dengan SA untuk permasalahan TSP dikarenakan metode ini jarang digunakan namun metode heuristik ini penting untuk diketahui dan digunakan. Saling melengkapi PSO dan SA membuat semakin menariknya metode ini digunakan. Gabungan PSO dengan SA disebut *hybrid* algoritma PSO dengan SA. Karena banyaknya tahap yang dilakukan dari metode *hybrid* PSO dengan SA sehingga TPS dari 16 kecamatan di kota Palembang hanya kecamatan Ilir Barat II wilayah kerja 1 saja yang diambil.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka didapatkan rumusan masalah yaitu bagaimana menyelesaikan *Travelling Salseman Problem* menggunakan *hybrid* algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan *Simulated Annealing* pada permasalahan pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Barat II wilayah kerja 1.

## **1.3 Batasan Masalah**

Permasalahan ini dibatasi beberapa hal yaitu:

1. Tempat Pembuangan Sampah dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kecamatan Ilir Barat II wilayah kerja 1.

2. Biaya angkut diabaikan, kondisi jalan dianggap lancar dan tidak macet,

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yakni menentukan rute terpendek dalam pengangkutan sampah di Kecamatan Ilir Barat II wilayah kerja 1 menggunakan *hybrid* algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan *Simulated Annealing*

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Sebagai tambahan ilmu pengetahuan berhubungan dengan metode SA dan PSO
2. Dapat mempermudah pengambilan sampah untuk kota Palembang terkhusus daerah Kecamatan Ilir Barat II wilayah kerja 1

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, F., Nababan, E. B., dan Syahputra, M. F. 2012. Artificial bee colony Algorithm untuk menyelesaikan Travelling Salesman. *Dunia Teknologi Informasi*, 1, 8-13
- Andri, Suyandi, dan Winwin. 2013. Aplikasi Travelling Salesman Problem dengan Metode Artificial Bee Colony. *Sifo Mikroskil*, 14(1).
- Anggarsari, F., Mahmudy, W. F., dan Dewi, C. 2017. Optimasi Kebutuhan Gizi untuk Balita Menggunakan Hybrid Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1, 1668-1677.
- Arman, Y. 2012. Pemodelan Curah Hujan Kota Ketapang Menggunakan Metode Simulated Annealing. *Aplikasi Fisika*, 8.
- El-Samak, A. F., and Ashour, W. 2015. Optimization of Travelling Salesman Problem Using Affinity Propagation Clustering and Genetic Algorithm. *JAISCR*, 5(4), 239-245
- Erny. 2013. Optimasi Pola Penyusunan Barang dalam Peti Kemas Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. *Matematika*.
- Fang, L., Chen, P., and Liu, S. 2007. Particle Swarm Optimization with Simulated Annealing for TSP. *Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and data Bases*, 206-210.
- Permatasari, D. I. 2017. Model Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem (Drc-Ocvrp) Berbasis Lingo 13.0 Pada Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah Di Kota Palembang [skripsi]. Inderalaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. 38 hal
- Rizal, J. 2007. Optimasi Pada Traveling Salesman Problem (TSP) dengan Pendekatan Simulasi Annealing. *Gradien*, 3, 286-290
- Rosita, A., Purwanto, Y., dan Soelaiman, R. 2012. Implementas Algoritma Particle Swarm untuk Menyelesaikan Sistem Persamaan Nonlinier. *Teknik ITS*, 1.
- Setiawan, I. L., dan Palit, H. C. 2010. Perbandingan Kombinasi Genetic Algorithm – Simulated Annealing dengan Particle Swarm Optimization pada Permasalahan Tata Letak Fasilitas. *Teknik Industri*, 12, 119-124.

Suprayogi, D. A., dan mahmudy, W. F. 2014. Penerapan Algoritma Genetika *Travelling Salesman Problem With Time Window*: studi kasus antar jemput laundry.

Wiyanti, D. T. 2013. Algoritma Optimasi untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem. *Jurnal Transformatika*, 11, 1-6.