

**APLIKASI ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
PADA *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM PENGOPTIMALAN  
RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN SUKARAMI  
DAN ILIR BARAT I KOTA PALEMBANG**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh :**

**NURAFNI YUNIKA AFGANI**

**08011381823065**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
PADA *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM PENGOPTIMALAN  
RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN SUKARAMI  
DAN ILIR BARAT I KOTA PALEMBANG**

**DRAFT SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh**

**NURAFNI YUNIKA AFGANI**

**NIM. 08011381823065**

**Indralaya, 04 Agustus 2023**

**Pembimbing Kedua**



**Drs. Ali Amran, M.T**

**NIP. 196612131994021001**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Evi Yuliza, M.Si**

**NIP. 197807272008012012**

**Mengetahui**

**an, Ketua**

**Sekretaris Jurusan Matematika**



**Dr. Dian Cahyiwati S, S.Si., M.Si**

**NIP. 197303212000122001**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Nurafni Yunika Afgani  
NIM : 08011381823065  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 04 Agustus 2023

Penulis



Nurafni Yunika Afgani

NIM. 08011381823065

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurafni Yunika Afgani  
NIM : 08011381823065  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Aplikasi Algoritma *Ant Colony Optimization* pada *Vehicle Routing Problem* Dalam Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah di Kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I Kota Palembang”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 04 Agustus 2023

Penulis



Nurafni Yunika Afgani

NIM. 08011381823065

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

“Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”. (QS. Al-Insyrah [94] : 5-6)

“...Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Allah sebaik-baik pelindung”. (QS. Ali-Imran [3] : 173)

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT
2. Kedua Orangtuaku
3. Saudaraku
4. Segenap Keluarga Besarku
5. Segenap Guru dan Dosenku
6. Teman-temanku
7. Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat pertolongan, rahmat, taufik serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul skripsi “**Aplikasi Algoritma Ant Colony Optimization Pada Vehicle Routing Problem dalam Pengoptimalan Rute Pengangkutan Sampah di Kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I Kota Palembang**” yang dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat beriring salam tak lupa penulis haturkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dengan segala hormat dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang pertama kepada kedua orang tua yaitu Alm Bapak **Afgani Hakki** dan Ibu **Nurbaiti** serta saudaraku **M. Soleh**. terselesaikannya skripsi ini tentu tidak terlepas dari bantuan Bapak dan Ibu pembimbing serta semua pihak yang telah terlibat dalam membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam keberhasilan menyelesaikan skripsi ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya

yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, bimbingan serta masukan kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini.

2. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan ketua dalam seminar hasil dan sidang sarjana yang telah membersamai hingga akhir penyusunan skripsi ini.
3. Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd** selaku Ketua dalam seminar proposal dan Ibu **Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris dalam seminar proposal.
4. Ibu **Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si** selaku sekretaris dalam seminar hasil dan sidang sarjana dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan memberikan nasehat serta motivasi kepada penulis dari awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia membimbing dengan sabar, memberikan arahan, ilmu, semangat, saran serta nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak **Drs. Ali Amran, M.T** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang telah bersedia membagi ilmu, pengalaman dan nasehat serta masukan untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Bapak **Drs. Robinson Sitepu, M.Si** sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan tanggapan, saran dan masukan yang membangun untuk perbaikan skripsi ini.
8. Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan tanggapan, saran dan masukan yang membangun untuk perbaikan skripsi ini.
9. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah mendidik, memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Bapak **Irwan** dan Ibu **Hamidah** yang telah memberikan bantuan pada penulis dalam proses administrasi selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
11. Seluruh keluarga besarku, rekan seperjuanganku angkatan 2018, kakak tingkat angkatan 2016 dan 2017 serta semua pihak yang terlibat yang telah kebersamai, memberi dukungan dan membantu penulis selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dan tak luput dari kesalahan. Maka dengan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan penulis terbuka akan semua kritik, saran serta masukan yang membangun dari semua pembaca. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi semua pembaca serta dapat dijadikan



referensi untuk penelitian selanjutnya yang lebih baik lagi. Kesempurnaan hanya milik Allah SWT dan kesalahan datanganya dari diri penulis.

Indralaya, Juli 2023

Penulis

**APPLICATION OF ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM  
ON VEHICLE ROUTING PROBLEMS IN OPTIMIZING  
WASTE TRANSPORT ROUTES IN SUKARAMI DISTRICT  
AND ILIR BARAT I PALEMBANG CITY**

**By :**

**Nurafni Yunika Afgani**

**08011381823065**

**ABSTRACT**

One of the problems that occur in the city of Palembang in the environmental sector is the waste problem. There are many factors that cause waste problems to occur, one of which is due to population growth that continues to occur. The highest number of residents in 2021 was in Sukarami sub-district and Ilir Barat I sub-district so that it has an impact on the accumulation of waste. One solution that can be done is optimizing the route for transporting waste so that no more accumulation of waste occurs. In this study, optimizing the route for garbage collection vehicles was completed using the *Colony Optimization (ACO)* algorithm which was designed in a python program so as to maximize the performance of the ACO algorithm. The purpose of this study was to obtain the optimal route for transporting waste from TPS to TPA in Sukarami sub-district and Ilir Barat I sub-district, Palembang city. The results obtained from this study are in the form of recommendations for optimal routes with minimum mileage in each WK which are expected to be able to help the waste transportation process activities.

***Keywords:*** *Ant Colony Optimization, Vehicle Routing Problem, Optimal Route, Waste Transportation, Python*

**APLIKASI ALGORITMA *ANT COLONY OPTIMIZATION*  
PADA *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DALAM PENGOPTIMALAN  
RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN SUKARAMI  
DAN ILIR BARAT I KOTA PALEMBANG**

Oleh :

**Nurafni Yunika Afgani**

**08011381823065**

**ABSTRAK**

Salah satu permasalahan yang terjadi di kota Palembang dalam sektor lingkungan hidup adalah permasalahan sampah. Banyak faktor yang menyebabkan masalah sampah terjadi salah satunya adalah karena penambahan penduduk yang terus terjadi. Jumlah penduduk tertinggi tahun 2021 ada pada kecamatan Sukarami dan kecamatan Ilir Barat I sehingga berdampak pada terjadinya penumpukan sampah. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah pengoptimalan rute pengangkutan sampah agar tidak terjadi lagi penumpukan sampah. Pada penelitian ini, pengoptimalan rute kendaraan pengangkut sampah diselesaikan menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) yang dirancang dalam program *python* sehingga dapat memaksimalkan kinerja dari algoritma ACO. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh rute optimal pengangkutan sampah dari Tempat Pembuangan Sementara menuju ke Tempat Pembuangan Akhir di kecamatan Sukarami dan kecamatan Ilir Barat I kota Palembang. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa rekomendasi rute optimal dengan jarak tempuh minimum di setiap WK yang diharapkan dapat membantu kegiatan proses pengangkutan sampah.

***Kata Kunci:*** *Ant Colony Optimization*, Masalah Rute Kendaraan, Rute Optimal, Pengangkutan Sampah, *Python*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	<b>iiiv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xixx</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i> .....	6
2.1.1 <i>Pengertian Ant Colony Optimization</i> .....	7
2.1.2 <i>Konsep Ant Colony Optimization</i> .....	9
2.1.3 <i>Perilaku Semut</i> .....	10
2.1.4 <i>Parameter Pengontrol Algoritma ACO</i> .....	12
2.1.5 <i>Kriteria Penghentian Algoritma</i> .....	14
2.1.6 <i>Algoritma ACO</i> .....	14
2.2 <i>Graf</i> .....	15
2.2.1 <i>Graf Berbobot (Weighted Graph)</i> .....	16
2.2.2 <i>Graf Sederhana dan Graf Tidak Sederhana</i> .....	16

2.2.3 Graf Berarah dan Graf Tidak Berarah.....	17
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	17
2.4 <i>Python</i> .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat.....	19
3.2 Waktu .....	19
3.3 Metode Penelitian.....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Deskripsi Data .....	21
4.2 Inisialisasi Nilai Parameter.....	33
4.3 Implementasi Algoritma ACO dalam Program.....	34
4.3.1 <i>Input Package</i> .....	55
4.3.2 Mendefinisikan Fungsi.....	56
4.3.3 Program Utama .....	60
4.3.4 Implementasi ACO dalam Program .....	62
4.4 Perancangan Rute Optimal di Kecamatan Sukarami .....	74
4.4.1 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK I di Kecamatan Sukarami .....	74
4.4.2 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 2 di Kecamatan Sukarami .....	76
4.4.3 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 3 di Kecamatan Sukarami.....	78
4.4.4 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 4 di Kecamatan Sukarami.....	81
4.4.5 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 5 di Kecamatan Sukarami.....	83
4.4.6 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 6 di Kecamatan Sukarami.....	85
4.5 Perancangan Rute Optimal di Kecamatan Ilir Barat I.....	87
4.5.1 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 1 di Kecamatan Ilir Barat I.....	87

4.5.2 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 2 di Kecamatan Ilir Barat I.....	88
4.5.3 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 3 di Kecamatan Ilir Barat I.....	90
4.5.4 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 4 di Kecamatan Ilir Barat I.....	92
4.5.5 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 5 di Kecamatan Ilir Barat I.....	94
4.5.6 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 6 di Kecamatan Ilir Barat I.....	96
4.5.7 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 7 di Kecamatan Ilir Barat I.....	98
4.5.8 Rute Optimal Pengangkutan Sampah pada WK 8 di Kecamatan Ilir Barat I.....	100
4.6 Analisis Hasil Akhir .....	102
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>104</b>
5.1 Kesimpulan.....	104
5.2 Saran.....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>107</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>109</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data setiap WK di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2021 .....	22
Tabel 4.2 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 1 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	23
Tabel 4.3 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 2 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	24
Tabel 4.4 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 3 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	25
Tabel 4.5 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 4 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	25
Tabel 4.6 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 5 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	26
Tabel 4.7 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 6 di kecamatan Sukarami kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	26
Tabel 4.8 Data setiap WK di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2021 .....	27
Tabel 4.9 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 1 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	28
Tabel 4.10 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 2 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	29
Tabel 4.11 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 3 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	30
Tabel 4.12 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 4 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	31
Tabel 4.13 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 5 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	31
Tabel 4.14 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 6 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	32

Tabel 4.15 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 7 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	32
Tabel 4.16 Jarak antara TPA dan TPS pada WK 8 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	33
Tabel 4.17 Jarak antar lokasi pada WK 1 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	34
Tabel 4.18 Matriks Visibilitas pada WK 1 di kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	36
Tabel 4.19 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPA Sukawinatan menuju setiap TPS.....	37
Tabel 4.20 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPA Sukawinatan menuju setiap TPS.....	38
Tabel 4.21 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPS 6 menuju setiap TPS....	40
Tabel 4.22 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPS 6 menuju setiap TPS .....	40
Tabel 4.23 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPS 3 menuju setiap TPS...	42
Tabel 4.24 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPS 3 menuju setiap TPS .....	43
Tabel 4.25 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPS 2 menuju setiap TPS...	44
Tabel 4.26 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPS 2 menuju setiap TPS .....	45
Tabel 4.27 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPS 5 menuju setiap TPS...	46
Tabel 4.28 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPS 5 menuju setiap TPS .....	47
Tabel 4.29 Probabilitas kunjungan semut ke-1 dari TPS 1 menuju setiap TPS...	48
Tabel 4.30 Probabilitas kumulatif kunjungan semut dari TPS 2 menuju setiap TPS .....	49
Tabel 4.31 Rute kendaraan pengangkut sampah pada iterasi 1 WK 1 kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 ..	50
Tabel 4.32 Semut yang melewati pasangan TPS (0, 1).....	51



Tabel 4.33 Matriks <i>update</i> feromon global pada iterasi 1 WK 1 kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	52
Tabel 4.34 Rute optimal pengangkutan sampah pada WK 1 kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	52
Tabel 4.35 <i>Update</i> feromon global setelah 150 iterasi pada WK 1 kecamatan Ilir Barat I kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	53
Tabel 4.36 Jarak antar lokasi pada WK 1 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	74
Tabel 4.37 Jarak antar lokasi pada WK 2 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	76
Tabel 4.38 Jarak antar lokasi pada WK 3 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	79
Tabel 4.39 Jarak antar lokasi pada WK 4 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	81
Tabel 4.40 Jarak antar lokasi pada WK 5 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	83
Tabel 4.41 Jarak antar lokasi pada WK 6 kecamatan Sukarami Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	85
Tabel 4.42 Jarak antar lokasi pada WK 2 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	88
Tabel 4.43 Jarak antar lokasi pada WK 3 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	90
Tabel 4.44 Jarak antar lokasi pada WK 4 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	92
Tabel 4.45 Jarak antar lokasi pada WK 5 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	94
Tabel 4.46 Jarak antar lokasi pada WK 6 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	96
Tabel 4.47 Jarak antar lokasi pada WK 7 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	98

Tabel 4.48 Jarak antar lokasi pada WK 8 kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.....	100
Tabel 4.49 Rekomendasi rute optimal kendaraan pengangkut sampah di kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 .....	103

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh dari pembangunan jejak feromon dalam mencari rute terpendek.....	8
Gambar 2.2 Graf yang memuat <i>loop</i> .....	15
Gambar 2.3 Graf berbobot .....	16
Gambar 2.4 ( <i>G1</i> ) dan ( <i>G2</i> ).....	16
Gambar 2.5 ( <i>a</i> ) dan ( <i>b</i> ) .....	17
Gambar 4.1 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPA Sukawinatan menuju TPS 6.....	38
Gambar 4.2 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPS 6 menuju TPS 3 .....	41
Gambar 4.3 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPS 3 menuju TPS 2 .....	43
Gambar 4.4 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPS 3 menuju TPS 5 .....	45
Gambar 4.5 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPS 5 menuju TPS 1 .....	47
Gambar 4.6 Rute kendaraan pengangkut sampah dari TPS 1 menuju TPS 4 .....	49
Gambar 4.7 Peta rute kendaraan pengangkut sampah kecamatan Ilir Barat I WK 1 .....	54
Gambar 4.8 Inisialisasi <i>package</i> dalam program .....	56
Gambar 4.9 Kode program pada fungsi <i>findroute</i> .....	56
Gambar 4.10 Kode program pada fungsi <i>findrouteallant</i> .....	57
Gambar 4.11 Kode program pada fungsi <i>totaldistancetour</i> .....	58
Gambar 4.12 Kode program pada fungsi <i>evaluate</i> .....	58
Gambar 4.13 Kode program pada fungsi <i>updatepheromne</i> .....	59
Gambar 4.14 Kode program pada fungsi <i>performancerecord</i> .....	59
Gambar 4.15 Kode program pada fungsi <i>plot</i> .....	60
Gambar 4.16 Input data jarak antar lokasi .....	61
Gambar 4.17 Inisialisasi nilai parameter.....	61
Gambar 4.18 <i>Output</i> hasil pencarian rute terpendek.....	62
Gambar 4.19 <i>Import package</i> .....	63
Gambar 4.20 Inisiasi program utama .....	63

Gambar 4.21 Rute awal.....	64
Gambar 4.22 Nilai feromon awal.....	65
Gambar 4.23 Matriks nilai visibilitas.....	65
Gambar 4.24 Input <i>temp_visibility</i> .....	65
Gambar 4.25 Mendefinisikan fungsi <i>findroute</i> pada rute pertama .....	66
Gambar 4.26 Rute kendaraan pada iterasi 1.....	67
Gambar 4.27 Rute kendaraan pengangkut sampah WK 1 .....	68
Gambar 4.28 Jarak tempuh kendaraan rute pertama.....	68
Gambar 4.29 Rute kendaraan dan total jarak tempuh kendaraan.....	69
Gambar 4.30 <i>Update</i> feromon akhir pada suatu algoritma.....	70
Gambar 4.31 <i>Curent performance</i> dan <i>current solution</i> .....	70
Gambar 4.32 Grafik pergerakan solusi <i>performancearray</i> .....	71
Gambar 4.33 Grafik <i>bestperformancearray</i> .....	72
Gambar 4.34 <i>Bestperformance</i> pada WK 1 .....	72
Gambar 4.35 Rute akhir dalam suatu algoritma.....	73
Gambar 4.36 Input matriks jarak pada WK 1 kecamatan Sukarami.....	75
Gambar 4.37 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 1 .....	75
Gambar 4.38 <i>Bestperformance</i> pada WK 1 kecamatan Sukarami.....	75
Gambar 4.39 Input matriks jarak pada WK 2 kecamatan Sukarami.....	77
Gambar 4.40 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 2 .....	77
Gambar 4.41 <i>Bestperformance</i> pada WK 2 kecamatan Sukarami.....	78
Gambar 4.42 Input matriks jarak pada WK 3 kecamatan Sukarami.....	79
Gambar 4.43 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 3 .....	80
Gambar 4.44 <i>Bestperformance</i> pada WK 3 kecamatan Sukarami.....	80
Gambar 4.45 Input matriks jarak pada WK 4 kecamatan Sukarami.....	81
Gambar 4.46 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 4 .....	82
Gambar 4.47 <i>Bestperformance</i> pada WK 4 kecamatan Sukarami.....	82
Gambar 4.48 Input matriks jarak pada WK 5 kecamatan Sukarami.....	83
Gambar 4.49 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 5 .....	84
Gambar 4.50 <i>Bestperformance</i> pada WK 5 kecamatan Sukarami.....	84
Gambar 4.51 Input matriks jarak pada WK 6 kecamatan Sukarami.....	85

Gambar 4.52 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 6 .....	86
Gambar 4.53 <i>Bestperformance</i> pada WK 6 kecamatan Sukarami.....	86
Gambar 4.54 Input matriks jarak pada WK 1 kecamatan Ilir Barat I .....	87
Gambar 4.55 Input matriks jarak pada WK 2 kecamatan Ilir Barat I .....	88
Gambar 4.56 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 2 .....	89
Gambar 4.57 <i>Bestperformance</i> pada WK 2 kecamatan Ilir Barat I .....	89
Gambar 4.58 Input matriks jarak pada WK 3 kecamatan Ilir Barat I .....	91
Gambar 4.59 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 3 .....	91
Gambar 4.60 <i>Bestperformance</i> pada WK 3 kecamatan Ilir Barat I .....	91
Gambar 4.61 Input matriks jarak pada WK 4 kecamatan Ilir Barat I .....	93
Gambar 4.62 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 4 .....	93
Gambar 4.63 <i>Bestperformance</i> pada WK 4 kecamatan Ilir Barat I .....	93
Gambar 4.64 Input matriks jarak pada WK 5 kecamatan Ilir Barat I .....	95
Gambar 4.65 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 5 .....	95
Gambar 4.66 <i>Bestperformance</i> pada WK 5 kecamatan Ilir Barat I .....	95
Gambar 4.67 Input matriks jarak pada WK kecamatan Ilir Barat I .....	97
Gambar 4.68 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 6 .....	97
Gambar 4.69 <i>Bestperformance</i> pada WK 6 kecamatan Ilir Barat I .....	97
Gambar 4.70 Input matriks jarak pada WK 7 kecamatan Ilir Barat I .....	99
Gambar 4.71 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 7 .....	99
Gambar 4.72 <i>Bestperformance</i> pada WK 7 kecamatan Ilir Barat I .....	99
Gambar 4.73 Input matriks jarak pada WK 8 kecamatan Ilir Barat I .....	101
Gambar 4.74 Rute dan jarak tempuh kendaraan WK 8 .....	101
Gambar 4.75 <i>Bestperformance</i> pada WK 8 kecamatan Ilir Barat I .....	101

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Solutionarray</i> .....	109
Lampiran 2. <i>Performancearray</i> .....	110
Lampiran 3. Feromon Global.....	110

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan sampah merupakan salah satu permasalahan besar yang dialami Indonesia saat ini dalam sektor lingkungan hidup. Pengelolaan sampah perlu dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan dari sampah tersebut

Kota Palembang merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia yang masih mengalami permasalahan sampah. Pertumbuhan penduduk yang tinggi membuat tingkat konsumsi meningkat sehingga berdampak pada jumlah sampah yang semakin bertambah. Han and Ponce-Cueto (2015) dalam penelitiannya, mengungkapkan bahwa daerah perkotaan dimana timbulan sampah meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Jumlah sampah yang terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dapat menimbulkan tumpukan sampah apabila tidak diselesaikan dengan baik.

Kondisi penumpukan sampah masih terjadi di beberapa wilayah kota Palembang. Kecamatan Sukarami dan kecamatan Ilir Barat I adalah dua kecamatan yang ada di kota Palembang yang memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga berdampak pada terjadinya penumpukan sampah. Kecamatan Sukarami dan kecamatan Ilir Barat I Palembang merupakan wilayah yang cukup strategis dengan banyaknya pemukiman warga dan dekat dengan

perkantoran, rumah sakit, hotel, *mall*, restoran, industri perdagangan, sekolah, serta pasar yang mencakup aktivitas padat penduduk.

Upaya menanggulangi masalah penumpukkan sampah masih menjadi fokus utama dinas terkait (Azdy dan Darnis, 2019). DLHK adalah pihak yang bertanggung jawab atas kebersihan lingkungan di wilayah tersebut. Proses pengangkutan sampah di dua kecamatan ini dilakukan mengikuti prosedur dari DLHK. Upaya yang dilakukan DLHK adalah dengan menyediakan Tempat Pembuangan Sementara (TPS) diberbagai titik sebagai fasilitas untuk masyarakat, sehingga memudahkan pihak DLHK dalam proses pengangkutan sampah yang telah dikumpulkan di setiap TPS untuk dibawa menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pengangkutan sampah dilakukan berdasarkan pembagian beberapa Wilayah Kerja (WK) disetiap kecamatan. Pihak DLHK menyediakan satu mobil truk pengangkut sampah dengan jenis *arm roll* dan *dump truck* dengan kapasitas muatan 4 ton di setiap WK. Proses pengangkutan sampah dilakukan oleh satu sopir dengan satu kendaraan dari TPS satu ke TPS lainnya hingga menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Indrawati *et al.*, 2016).

Masalah pengangkutan sampah perkotaan telah dimodelkan sebagai masalah rute kendaraan atau *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Karadimas *et al.*, 2007). Tujuan dari VRP adalah meminimalkan jarak dan biaya rute perjalanan (Han and Ponce-Cueto, 2015). Dengan karakteristik dari VRP adalah sebuah kendaraan mulai dan berakhir di depot, setiap kendaraan dengan total permintaan tidak melebihi kapasitasnya dan setiap TPS hanya dikunjungi tepat satu kali oleh satu truk sampah (Yu *et al.*, 2009). Solusi dari masalah VRP ini adalah rute terbaik



yang melayani semua permintaan pelanggan (Rizzoli *et al.*, 2007) sehingga dapat menghemat jarak tempuh kendaraan, biaya transportasi (termasuk biaya bahan bakar), dan waktu (Indrawati *et al.*, 2016).

Masalah rute kendaraan dapat diselesaikan dengan metode heuristik dan metaheuristik. Metode metaheuristik diantaranya adalah *simulated annealing*, *tabu search*, *iterated local search*, *genetic algorithm* dan *Ant Colony Optimization* (ACO). Prinsip ACO didasarkan pada perilaku koloni semut dalam menemukan jarak terpendek dari sarang menuju ke sumber makanannya (Santosa, 2020).

Pada literatur beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian di kota Palembang dengan berbagai metode dan algoritma telah digunakan untuk mendapatkan solusi yang optimal. Pada penelitian Indrawati *et al.*, (2016) telah diselesaikan masalah penentuan rute optimal pengangkutan sampah di kota Palembang dengan menggunakan metode *Saving Matrix*. Penelitian Azdy dan Darnis (2019) pada optimasi rute pengambilan sampah menggunakan algoritma Bellman-Ford menghasilkan keluaran berupa lintasan terpendek pengambilan sampah di Kota Palembang. Sedangkan pada Puspita *et al* (2018) yang membahas mengenai *Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem* (RC-OCVRP) *Model in Optimization of Garbage Transportation in District Sako and Sukarami, Palembang City*. Penelitian tersebut diselesaikan dengan menggunakan *Branch and Bound solver* untuk mendapatkan rute yang optimal.

Algoritma ACO merupakan salah satu algoritma yang dapat memberikan solusi mendekati optimal dengan waktu komputasi relatif pendek (Soenandi *et al.*, 2019). Sehingga pada penelitian ini, penyelesaian permasalahan optimasi VRP

akan diselesaikan menggunakan algoritma ACO dengan bantuan bahasa pemrograman *python* dalam pencarian rute optimal pengangkutan sampah pada kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I kota Palembang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute optimal pengangkutan sampah dari TPS menuju ke TPA di kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I kota Palembang menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dengan bantuan bahasa pemrograman *Python*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan dari penelitian ini adalah:

1. Penentuan rute pengangkutan sampah diasumsikan asimetris dengan kondisi jalan dalam keadaan lancar dan tidak macet.
2. Volume sampah pada masing-masing TPS tidak dibatasi dan setiap kendaraan memiliki kapasitas yaitu 4 ton.

## **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memperoleh rute optimal pengangkutan sampah dari TPS menuju ke TPA di kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I kota Palembang menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* dengan bantuan bahasa pemrograman *python*.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan dapat menjadi referensi dan bahan pertimbangan bagi DLHK kota Palembang dalam menangani permasalahan pengangkutan sampah yang tepat dengan solusi rute yang optimal.
2. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai penerapan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) pada masalah optimalisasi rute pengangkutan sampah di kota Palembang serta dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldous, J.M. and Wilson, R.J. (2003) *Graphs and Applications An Introductory Approach*. Springer.Milton Keynes, UK. Springer Science & Business Media.
- Azdy, R.A. and Darnis, F. (2019) 'Implementasi Bellman-Ford untuk Optimasi Rute Pengambilan Sampah di Kota Palembang', *Jnteti*, 8(4), pp. 327–333.
- Bell, J.E. and McMullen, P.R. (2004) 'Ant Colony Optimization Techniques for the Vehicle Routing Problem', *Advanced Engineering Informatics*, 18, pp. 41–48.
- Caro, G. Di (2009) 'Ant Colony Optimization: A New Metaheuristic', in *Proceeding of the Congress on Evolutionary Computation*. Washington DC.
- Dorigo, M., Birattari, M. and Stutzle, T. (2006) 'Ant Colony Optimization', *IEEE Computational Intelligence Magazine*, (06), pp. 28–39.
- Fidanova, S., Marinov, P. and Paparzycki, M. (2014) 'Multi-objective ACO Algorithm for WSN Layout : Performance According To Number Of Ants', *Int. J. Metaheuristics*, 3(2), pp. 149–161.
- Han, H. and Ponce-Cueto, E. (2015) 'Waste Collection Vehicle Routing Problem: Literature Review', *Promet - Traffic & Transportation*, 27(4), pp. 345–358.
- Indrawati *et al.* (2016) 'Analisis Penugasan Sopir Pada Rute Optimal Pengangkutan Sampah Di Kota Palembang Dengan Menggunakan Metode Hungarian', *Prosiding Annual Research Seminar 2016*, 2(1), pp. 305–311.
- Indrawati, Eliyati, N. and Lukowi, A. (2016) 'Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix', *Jurnal Penelitian Sains*, 18(3), pp. 105–110.
- Karadimas, N. V *et al.* (2005) 'Urban Solid Waste Collection and Routing : The Ant Colony Strategic Approach', *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, 6(12-13).
- Karadimas, N. V, Papatzelou, K. and Loumos, V.G. (2007) 'Optimal Solid Waste Collection Routes Identified By the Ant Colony System Algorithm', *Waste Management Research*, (25), pp. 139–147.
- Karjono, Moedijono and Kurniawan, D. (2016) 'Ant Colony Optimization',

*Jurnal TICOM*, 4(3), pp. 119–125.

Liu, C.L. and Mohapatra, D.P. (2008) *Elements of Discrete Mathematics - Third Edition*. Third edition. India: Tata McGraw - Hill Publishing Company Limited.

Othman, W.A.F.W. *et al.* (2018) ‘Solving Vehicle Routing Problem using Ant Colony Optimisation (ACO) Algorithm’, *International Journal of Research and Engineering*, 5(9), pp. 500–507.

Puspita, F.M. *et al.* (2018) ‘Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing ( RC-OCVRP ) Model in Optimization of Garbage Transportation in District Sako and Sukarami, Palembang City’, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) International*, 8(6), pp. 4382–4390.

Ramli, N., Othman, R.R. and Fauzi, S.S.M. (2018) ‘Ant Colony Optimization Algorithm Parameter Tuning for T-way IOR Testing’, *Journal of Physics: Conf. Series*, pp. 1–8.

Rao, S.S. (2009) *Engineering Optimization Theory and Practice*. Fourth Edition. Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons.

Rizzoli, A.E., Montemanni, R. and Coltorti, D. (2007) ‘Ant Colony Optimization for Real-world Vehicle Routing Problems’, *Swarm Intelligence*, 2(2), pp. 2-9

Van Rossum, G. (2003) *An introduction to Python : release 2.2.2*. Edited by F.L. Drake. United Kingdom: Network Theory Limited.

Santosa, B. (2020) ‘Ant Colony Optimization’, *Studies in Computational Intelligence*, 947.

Soenandi, I.A., Joice and Marpaung, B. (2019) ‘Optimasi Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows dengan Menggunakan Ant Colony Optimization’, *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 3(1), pp. 59–66.

Toth, P. and Vigo, D. (2001) *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia, Amerika Serikat: SIAM.

Yu, B., Yang, Z.Z. and Yao, B. (2009) ‘An Improved Ant Colony Optimization for Vehicle Routing Problem’, *European Journal of Operational Research*, 196(1), pp. 171–176.