

**ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM (ACS) DAN COST MATRIX PADA
VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) UNTUK PENENTUAN RUTE
PENGANGKUTAN SAMPAH DI DESA PULAU SEMAMBU
KABUPATEN OGAN ILIR SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

**NOVITA OKIMA PURNAMA SARI
08011381924079**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM (ACS) DAN COST MATRIX PADA VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) UNTUK PENENTUAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI DESA PULAU SEMAMBU KABUPATEN OGAN ILIR SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika

Oleh
NOVITA OKIMA PURNAMA SARI
08011381924079

Pembimbing Kedua

Indralaya, 26 Januari 2023
Pembimbing Utama


Dra. Ning Eliyati, M.Pd
NIP. 195911201991022001


Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si
NIP.197807272008012012



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Novita Okima Purnama Sari
NIM : 08011381924079
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, 03 Februari 2023

Penulis



Novita Okima Purnama Sari

NIM. 08011381924079

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novita Okima Purnama Sari

NIM : 08011381924079

Fakultas/Jurusan : MIPA / Matematika

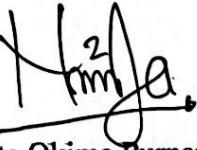
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalty non-ekslusif (non-exclusively royalty-free right)" atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Algoritma *Ant Colony System* (ACS) dan *Cost Matrix* Pada *Vehicle Routing Problem* (VRP)
Untuk Penentuan Rute Pengangkutan Sampah di Desa Pulau Semambu Kabupaten Ogan Ilir
Sumatera Selatan"

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 03 Februari 2023
Penulis



Novita Okima Purnama Sari
NIM. 08011381924079

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Maka bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah itu benar”

-Q.S Ar-Rum : 60-

*“Even if you fall, get up again. Only one ray of light will shines on us,
it's okay”*

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- ♥ **Allah SWT.**
- ♥ **Ayah dan Bunda tercinta**
- ♥ **Adikku Tersayang**
- ♥ **Keluarga Besarku Tersayang**
- ♥ **Semua Guru dan Dosenku**
- ♥ **Sahabat-Sahabatku**
- ♥ **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur dipanjangkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Algoritma Ant Colony System (ACS) dan Cost Matrix Pada Vehicle Routing Problem (VRP) Untuk Penentuan Rute Pengangkutan Sampah di Desa Pulau Semambu Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan”** ini dapat berjalan dengan baik dan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang Studi Matematika di Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa ada dukungan, bantuan dan kerjasama dari pihak lain. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, yaitu **Bapak Sukamto** dan **Ibu Susilayana, S.E** yang telah merawat, membesar dan mendidik dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang. Terima kasih atas segala pengorbanan, doa dan dukungan yang diberikan. Terima kasih untuk suka-duka, segala pengorbanan, dukungan, semangat dan tidak pernah lelah mendoakan yang terbaik untuk penulis. Dalam penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak **Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang

telah memberikan nasihat dan saran yang bermanfaat serta mengarahkan penulis selama proses perkuliahan berlangsung.

3. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas vi Sriwijaya.
4. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing, menasehati serta mengarahkan penulis hingga skripsi ini selesai dengan baik.
5. Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing, memberikan motivasi, menasehati serta mengarahkan penulis hingga skripsi ini selesai dengan baik.
6. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si.** selaku Dosen Pembahas Pertama yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta banyak memberikan nasehat, motivasi dan arahan, selama masa perkuliahan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Ibu **Sisca Octarina, S.Si, M.Si.** selaku Dosen Pembahas Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan saran dan masukkan yang bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
8. Ibu **Anita Desiani, S.Si, M.Kom.** selaku Sekretaris Pelaksana yang telah memberikan pengarahan dan saran.

9. Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si, M.Si.** selaku Ketua Pelaksana yang telah memberikan pengarahan dan saran serta terlaksananya seluruh kegiatan dari seminar hingga ujian skripsi.
10. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** atas semua ilmu, bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.
11. Pak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai Tata Usaha di Jurusan Matematika yang telah membantu penulis dalam segala hal sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
12. Adikku **Aditya Rahmad Sukamto Putra yang** yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a serta keluarga besarku atas dukungannya, do'a dan motivasi yang sangat berharga hingga terselesaiannya skripsi ini.
13. **Rizki Eka Putri, Rahmah Diana Putri, Nadya Aryani** selaku sahabat dan atas dukungan, motivasi dan semua bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
14. **Yulia Anisawati, Intan Permata Sari dan Mentari Destriani** selaku teman di tim penelitian atas bantuan, motivasi, dukungan, waktu dan kerja samanya dalam penyelesaian skripsi ini.
15. **Semua pihak** yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua mahasiswa terutama Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Indralaya, Januari 2023

Penulis

**ANT COLONY SYSTEM ALGORITHM AND COST MATRIX ON THE
VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) MODEL FOR DETERMINING
THE ROUTE OF WASTE TRANSPORTATION
IN PULAU SEMAMBU VILLAGE OGAN ILIR DISTRICT
SUMATERA SELATAN**

By :

**Novita Okima Purnama Sari
08011381924079**

ABSTRACT

Vehicle Routing Problem (VRP) model can be implemented to determined the route for waste transportation which is solved using Ant Colony System (ACS) algorithm Cost Matrix. Pulau Semambu Village consists of 6 hamlets which have 12 Temporary Disposal Sites (TPS), 1 Final Disposal Site (TPA) and every 2 hamlets is formed into 1 Working Area (WK). The purpose of this study is to apply the ACS algorithm and Cost Matrix to determine the route and minimum mileage for waste transportation in each WK in Pulau semambu Village, then analyze and compare the results obtained using as a Mixed Integer Linear Programming (MILP). The optimal distance with ACS Algorithm and Cost Matrix for WK 1 is 13,33 km with successive garbage hauling route of TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 1 – TPS 1 Dusun 2 – TPS 2 Dusun 2 – TPS 1 Dusun 2 – TPA Palem Raya and TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 2 – TPS 2 Dusun 2 – TPS 1 Dusun 1 – TPS 2 Dusun 1 – TPA Palem Raya, for WK 2 is 16,20 km with the route of TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 4 – TPS 2 Dusun 4 – TPS 1 Dusun 5 – TPS 2 Dusun 5 – TPA Palem Raya, and for WK 3 is 15,97 km with successive garbage hauling route of TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 6 – TPS 1 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 6 – TPA Palem Raya and TPA Palem Raya – TPS 2 Dusun 6 – TPS 1 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 3 – TPS 1 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 3 – TPS 1 Dusun 6 – TPA Palem Raya.

Keywords : Ant Colony System, Cost Matrix, Vehicle Routing Problem, Waste Transportation, Route Optimal

ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM (ACS) DAN ALGORITMA COST MATRIX PADA VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) UNTUK PENENTUAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI DESA PULAU SEMAMBU KABUPATEN OGAN ILIR SUMATERA SELATAN

Oleh :

**Novita Okima Purnama Sari
08011381924079**

ABSTRAK

Model *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat diimplementasikan pada masalah pengangkutan sampah di Desa Pulau Semambu Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. Model ini diselesaikan dengan menggunakan Algoritma *Ant Colony System*(ACS) dan *Cost Matrix*. Desa Pulau Semambu terdiri dari 6 dusun yang memiliki 12 Tempat Pembuangan Sementara (TPS), 1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan setiap 2 dusun dibentuk menjadi 1 Wilayah Kerja (WK). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute dan jarak tempuh minimum pengangkutan sampah di setiap WK Desa Pulau Semambu dengan mengaplikasikan algoritma ACS dan *Cost Matrix* kemudian dibandingkan dengan model *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Diperoleh jarak tempuh optimal dengan Algoritma ACS dan Model MILP untuk WK 1 yaitu 13,33 km dengan rute pengangkutan sampah berturut-turut yaitu TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 1 – TPS 1 Dusun 2 – TPS 2 Dusun 2 – TPS 1 Dusun 2 – TPA Palem Raya dan TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 2 – TPS 2 Dusun 2 – TPS 1 Dusun 1 – TPS 2 Dusun 1 – TPA Palem Raya , untuk WK 2 yaitu 16,20 km dengan rute pengangkutan sampah yaitu TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 4 – TPS 2 Dusun 4 – TPS 1 Dusun 5 – TPS 2 Dusun 5 – TPA Palem Raya , dan untuk WK 3 km yaitu 15,97 km dengan rute pengangkutan sampah berturut-turut TPA Palem Raya – TPS 1 Dusun 6 – TPS 1 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 6 – TPA Palem Raya dan TPA Palem Raya – TPS 2 Dusun 6 – TPS 1 Dusun 3 – TPS 2 Dusun 3 – TPS 1 Dusun 6 – TPA Palem Raya.

Kata Kunci : *Ant Colony System*, *Cost Matrix*, *Vehicle Routing Problem*, , Pengangkutan Sampah, Rute Optimal

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMPAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Optimisasi.....	6
2.2 Pengertian Graf.....	6
2.2.1 Jenis-Jenis Graf	7
2.2.2 Lintasan dan Sirkuit Hamilton.....	8
2.2.3 Istilah dalam Graf	9
2.3 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	10
2.4 Algoritma <i>Ant Colony System</i>	14
2.5 <i>Cost Matrix</i>	18
2.6 Model <i>Vehicle Routing Problem</i>	21
2.6.1 Deskripsi Data untuk Setiap Wilayah Kerja.....	21
2.6.2 Model VRP menggunakan Model MILP Untuk WK 1	22
2.6.3 Model VRP menggunakan Model MILP Untuk WK 2	24
2.6.4 Model VRP menggunakan Model MILP Untuk WK 3	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Tempat.....	29
3.2 Waktu	29
3.3 Metode Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Gambaran Umum Pengangkutan Sampah di Desa Pulau Semambu....	31
4.2 Dekripsi Data Pengangkutan Sampah di Desa Pulau Semambu	33
4.3 Penentuan Rute Pengangkutan Sampah di Setiap WK Menggunakan Algoritma ACS.....	35
4.3.1 Perhitungan Panjang Jalur Untuk Setiap Rute di WK 1 Desa Pulau Semambu Berdasarkan Sirkuit Hamilton	35
4.3.2 Perhitungan Panjang Jalur Untuk Setiap Rute di WK 2 Desa Pulau Semambu Berdasarkan Sirkuit Hamilton	40
4.3.3 Perhitungan Panjang Jalur Untuk Setiap Rute di WK 3 Desa Pulau Semambu Berdasarkan Sirkuit Hamilton	44
4.4 Penentuan Rute Setiap Wilayah Menggunakan <i>Cost Matrix</i>	48
4.4.1 Penentuan Rute untuk WK 1 Desa Pulau Semambu	49
4.4.2 Penentuan Rute untuk WK 2 Desa Pulau Semambu	60
4.4.3 Penentuan Rute untuk WK 3 Desa Pulau Semambu	79
4.5 Analisis Hasil Akhir	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Lokasi TPS di Desa Pulau Semambu	21
Tabel 2.2 Data Jarak Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 1.....	21
Tabel 2.3 Data dan Jarak Pengangkutan Sampah di Wilayah Kerja 2.....	22
Tabel 2.4 Data dan Jarak Pengangkutan Sampah di Wilayah Kerja 3.....	22
Tabel 4.1 Data Lokasi TPS di Desa Pulau Semambu	33
Tabel 4.2 Data Jarak Pengangkutan Sampah Wilayah Kerja 1.....	34
Tabel 4.3 Data Jarak Pengangkutan Sampah di Wilayah Kerja 2.....	34
Tabel 4.4 Data Jarak Pengangkutan Sampah di Wilayah Kerja 3.....	34
Tabel 4.5 Rute Perjalanan dan Jumlah Jarak Tempuh WK 1	38
Tabel 4.6 Rute Perjalanan dan Jumlah Jarak Tempuh WK 2	42
Tabel 4.7 Rute Perjalanan dan Jumlah Jarak Tempuh WK 3	46
Tabel 4.8 Matriks untuk 5 Objek di WK 1	49
Tabel 4.9 Reduksi Baris WK 1	49
Tabel 4.10 Reduksi Kolom WK 1	50
Tabel 4.11 Cost Matrix(M_{ij}') dengan 0 setiap baris dan setiap kolom WK 1	50
Tabel 4.12 Lintasan A1 – B1 WK 1.....	51
Tabel 4.13 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 WK 1	51
Tabel 4.14 Lintasan A1 – C1 WK 1.....	51
Tabel 4.15 Lintasan A1 – D1 WK 1	52
Tabel 4.16 Hasil Reduksi dari Lintasan A1 – D1 WK 1.....	52
Tabel 4.17 Lintasan A1 – E1 WK 1.....	52
Tabel 4.18 Hasil Reduksi dari Lintasan A1 – E1 WK 1	53
Tabel 4.19 Lintasan A1 – B1 – C1 WK 1	53
Tabel 4.20 Lintasan A1 – B1 – D1 WK 1	54
Tabel 4.21 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 – D1 WK 1	54
Tabel 4.22 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A1 – B1 – D1 WK 1	54
Tabel 4.23 Lintasan A1 – B1 – E1 WK 1	55
Tabel 4.24 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 – E1 WK 1	55

Tabel 4.25 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A1 – B1 – E1 WK 1	55
Tabel 4.26 Lintasan A1 – B1 – C1 – D1 WK 1	56
Tabel 4.27 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 – C1 – D1 WK 1	56
Tabel 4.28 Lintasan A1 – B1 – C1 – E1 WK 1.....	57
Tabel 4.29 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 – C1 – E1 WK 1	57
Tabel 4.30 Lintasan A1 – B1 – C1 – E1 – D1 WK.....	58
Tabel 4.31 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A1 – B1 – C1 – E1 – D1 WK 1 ..	58
Tabel 4.32 Matriks untuk 5 Objek di WK 2	61
Tabel 4.33 Reduksi Baris WK 2	61
Tabel 4.34 Reduksi Kolom WK 2.....	61
Tabel 4.35 Cost Matrix(Mij') dengan 0 setiap baris dan setiap kolom WK 2	62
Tabel 4.36 Lintasan A2 – B2 WK 2.....	63
Tabel 4.37 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – B2 WK 2	63
Tabel 4.38 Lintasan A2 – C2 WK 2.....	63
Tabel 4.39 Lintasan A2 – D2 WK 2	64
Tabel 4.40 Hasil Reduksi dari Lintasan A2 – D2 WK 2.....	64
Tabel 4.41 Lintasan A2 – E2 WK 2.....	65
Tabel 4.42 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – E2 WK 2.....	65
Tabel 4.43 Lintasan A2 – B2 – C2 WK 2	66
Tabel 4.44 Lintasan A2 – B2 – D2 WK 2.....	66
Tabel 4.45 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – B2 – D2 WK 2	66
Tabel 4.46 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A2 – B2 – D2 WK 2.....	67
Tabel 4.47 Lintasan A2 – B2 – E2 WK 2	67
Tabel 4.48 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – B2 – E2 WK 2	68
Tabel 4.49 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A2 – B2 – E2 WK 2	68
Tabel 4.50 Lintasan A2 – B2 – C2 – D2 WK 2	69
Tabel 4.51 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – B2 – C2 – D2 WK 2	69
Tabel 4.52 Lintasan A2 – B2 – C2 – E2 WK 2.....	69
Tabel 4.53 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – B2 – C2 – E2 WK 1	70
Tabel 4.54 Lintasan A2 – B2 – C2 – D2 – E2 WK 2.....	71
Tabel 4.55 Lintasan A2 – C2 – B2 WK 2	72

Tabel 4.56 Lintasan A2 – C2 – D2 WK 2.....	72
Tabel 4.57 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – C2 – D2 WK 2	72
Tabel 4.58 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A2 – C2 – D2 WK 2.....	73
Tabel 4.59 Lintasan A2 – C2 – E2 WK 2	73
Tabel 4.60 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – C2 – E2 WK 2	74
Tabel 4.61 Hasil Reduksi Kolom dari Lintasan A2 – C2 – E2 WK 2	74
Tabel 4.62 Lintasan A2 – C2 – B2 – D2 WK 2	75
Tabel 4.63 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – C2 – B2 – D2 WK 2	75
Tabel 4.64 Lintasan A2 – C2 – B2 – E2 WK 2.....	76
Tabel 4.65 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A2 – C2 – B2 – E2 WK 2	76
Tabel 4.66 Lintasan A2 – C2 – B2 – D2 – E2 WK 2.....	77
Tabel 4.67 Matriks untuk 5 Objek di WK 3	79
Tabel 4.68 Reduksi Baris WK 3	80
Tabel 4.69 Reduksi Kolom WK 3.....	80
Tabel 4.70 Cost Matrix(M_{ij}') dengan 0 setiap baris dan setiap kolom WK 3	81
Tabel 4.71 Lintasan A3 – B3 WK 3.....	81
Tabel 4.72 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – B3 WK 3	81
Tabel 4.73 Lintasan A3 – C3 WK 3.....	82
Tabel 4.74 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – C3 WK 3	82
Tabel 4.75 Lintasan A3 – D3 WK 3	82
Tabel 4.76 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – D3 WK 3	83
Tabel 4.77 Lintasan A3 – E3 WK 3	83
Tabel 4.78 Lintasan A3 – E3 – B3 WK 3	84
Tabel 4.79 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – E3 – B3 WK 3	84
Tabel 4.80 Lintasan A3 – E3 – C3 WK 3	84
Tabel 4.81 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – E3 – C3 WK 3	84
Tabel 4.82 Lintasan A3 – E3 – D3 WK 3	85
Tabel 4.83 Lintasan A3 – E3 – D3 – B3 WK 3	86
Tabel 4.84 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – E3 – D3 – B3 WK 3	86
Tabel 4.85 Lintasan A3 – E3 – D3 – C3 WK 3	86
Tabel 4.86 Hasil Reduksi Baris dari Lintasan A3 – E3 – D3 – C3 WK 3	87

Tabel 4.87 Lintasan A3 – E3 – D3 – C3 – B3 WK 3.....	88
Tabel 4.88 Perbandingan Hasil Akhir Rute Optimal dan Jarak Minimum	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Graf Tak Berarah.....	7
Gambar 2. 2 Graf Berarah.....	8
Gambar 2. 3 Contoh Graf yang mengandung lintasan atau	9
Gambar 2.4 Perjalanan Semut Menemukan Sumber Makanan	15
Gambar 4.1 Lokasi Desa Pulau Semambu.....	32
Gambar 4.2 Peta dari 6 Dusun Desa Pulau Semambu	32
Gambar 4.3 Rute Pengangkutan untuk WK 1 Berdasarkan Algoritma ACS.....	40
Gambar 4.4 Rute Pengangkutan untuk WK 2 Berdasarkan Algoritma ACS.....	44
Gambar 4.5 Rute Pengangkutan untuk WK 3 Berdasarkan Algoritma ACS.....	48
Gambar 4.6 Pohon Pencarian Pertama yang Terbentuk.....	53
Gambar 4.7 Pohon Pencarian Kedua yang Terbentuk	56
Gambar 4.8 Pohon Pencarian Ketiga yang Terbentuk	58
Gambar 4.9 Pohon Pencarian untuk WK 1	59
Gambar 4.10 Rute Pengangkutan untuk WK 1 Berdasarkan <i>Cost Matrix</i>	60
Gambar 4.11 Pohon Pencarian Pertama yang Terbentuk Untuk Solusi 1.....	65
Gambar 4.12 Pohon Pencarian Kedua yang Terbentuk Untuk Solusi 1	68
Gambar 4.13 Pohon Pencarian Ketiga yang Terbentuk Untuk Solusi 1	70
Gambar 4.14 Pohon Pencarian WK 2 Untuk Solusi 1	71
Gambar 4.15 Pohon Pencarian Kedua yang Terbentuk	75
Gambar 4.16 Pohon Pencarian Ketiga yang Terbentuk	77
Gambar 4.17 Pohon Pencarian WK 2	78
Gambar 4.18 Rute Pengangkutan untuk WK 2 Berdasarkan <i>Cost Matrix</i>	79
Gambar 4.19 Pohon pencarian pertama yang terbentuk	83
Gambar 4.20 Pohon Pencarian Kedua yang Terbentuk	85
Gambar 4.21 Pohon Pencarian Ketiga yang Terbentuk	87
Gambar 4.22 Pohon Pencarian WK 3	88
Gambar 4.23 Rute Pengangkutan untuk WK 3 Berdasarkan <i>Cost Matrix</i>	89

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, I. (2012). Penyelesaian Masalah Minimum Spanning Tree (Mst) Menggunakan Ant Colony System (ACS). *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 1(2).
- Aisyah, H., Faiz, & Ahyaningsih. (2019). *Penyelesaian Vechile Routing Problem dengan Menggunakan Algoritma Tabu Search untuk Menentukan Rute Distribusi Yang Optimal*. Jurnal Jurusan Matematika Universitas Negeri Medan.
- Aldous, J. M., & Wilson, R. J. (2004). *Graphs and Applications_ An Introductory Approach*. ISBN 1-85233-259 X, Springer, Verlag London Berlin Heidelberg.
- Dorigo, M., Birattari, M., & St, T. (2006). *Ant Colony Optimization* (Issue November). IEEE Computational Intelligence Magazine Universite Libre de Bruxelles, Belgium.
- Ferdiansyah, A., Sholihah, S. A., Rifni, M., Grets, E. S., Situmorang, J. K., & Oktaviany, I. (2021). Analisis Perencanaan Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP). *Journal Sistem Transportasi Dan Logistik*, 1(1), 4–9.
- Gurnitowati, F. M. R. S. (2014). Penerapan Algoritma Branch And Bound Untuk Menentukan Rute Objek Wisata di Kota Semarang. *UNNES Journal Of Mathematics*, 3(1).
- Kolman, B., & Beck, R.E. (1995). *Special Types of Linear Programming Problems. Elementary Linear Programming With Applications*, 295-395.
- Lasut, A. C., Makalew, F. M., & Opit, P. F. (2019). Analisis Rute Pengangkutan Sampah Kota Manado Dengan Pendekatan Vehicle Routing Problem (VRP). *Jurnal Ilmiah Realtech*, 15(1), 7–12.
- Munir, R. 2005. Matematika Diskrit. Penerbit Informatika.Bandung.
- Mustika, U. (2022). *Aplikasi Algoritma Tabu Search Pada Model Vechile Routing Problem (VRP) dalam Mendesain Rute Optimal Pengangkutan Sampah di Desa Pulau Semambu*. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Perwitasari, E. W. (2012). *Penentuan Rute Pengambilan Sampah di Kota Merauke dengan Kombinasi Metode Eksak dan Metode Heuristic*. 1(2), 106–110.

- Raventós, G. V. (2015). *Redundancy Elimination for Data Aggregation in Wireless Sensor Networks*. August, 1–80. Tehcnische Universitat Chemnitz.
- Rohman, S., Zakaria, L., Asmiati, A., & Nuryaman, A. (2020). Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Matematika Integratif*, 16(1), 61.
- Roza, I. dkk. (2014). Graf Garis (Line Graph) dari Graf Siklus , Graf Lengkap, dan Graf Bintang. *Jurnal Matematika UNAND*, 3(2), 1–4.
- Siyamtining Tyas, Y., & Prijodiprodjo, W. (2013). Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode Ant Colony Optimazation (ACO). *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 7(1), 55.
- Slamet, Alim s, H. H. (2014). Vehicle Routing Problem (VRP) dengan Algoritma Genetika Pada Pendistribusian Sayuran Dataran Tinggi(pp. 1–10). Jurnal Teknologi Industri Pertanian Departemen Manajemen Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- Soetomo, C. A. (2018). Penentuan Jalur Terpendek dengan Menggunakan Metode Ant Colony Optimization. In *World Development* (Vol. 1, Issue 1). Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Syaputra, A. (2011). Aplikasi Pohon Merentang (Spanning Tree) Dalam Pengoptimalan Jaringan Listrik. *Makalah IF2091 Struktur Diskrit – Sem. I Tahun 2011/2012, 13510105*, 1–7.