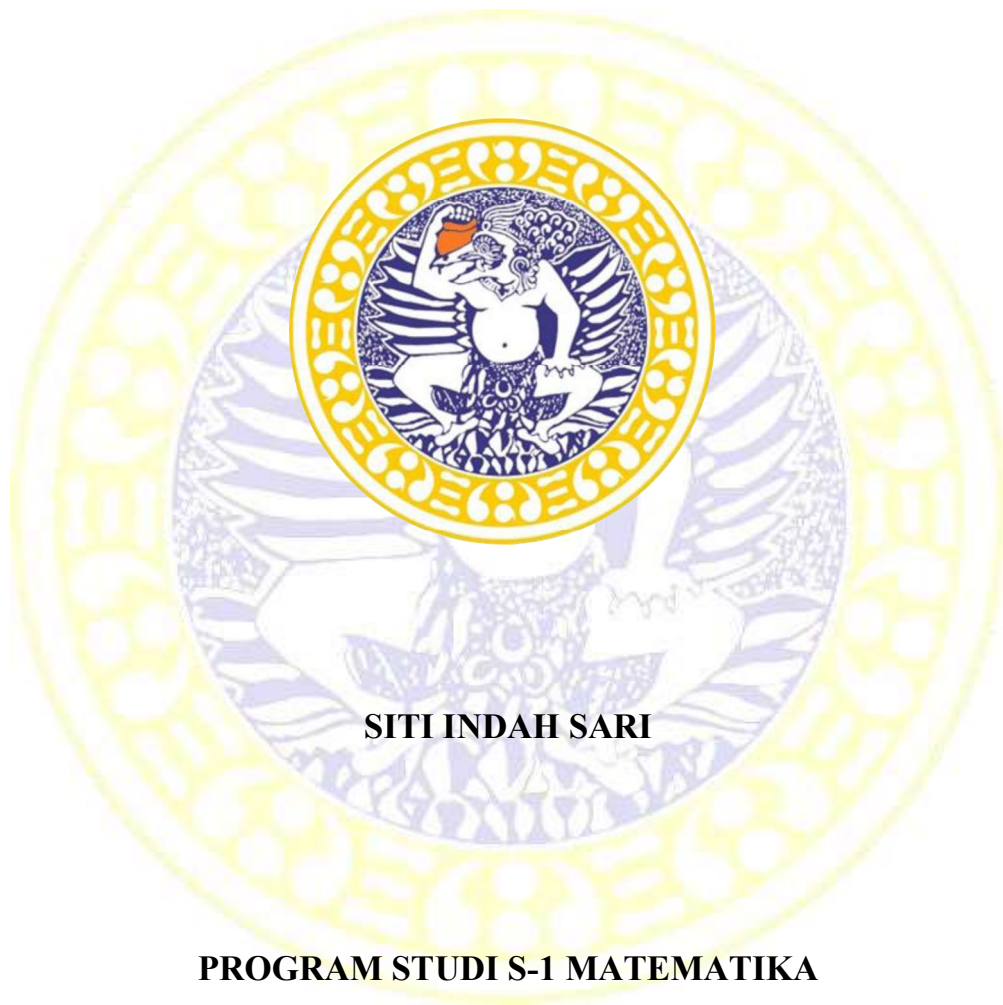


IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENERAPAN *RAT SWARM OPTIMIZER* (RSO) UNTUK
MENYELESAIKAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* (VRP)**

SKRIPSI



SITI INDAH SARI

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PENERAPAN *RAT SWARM OPTIMIZER* (RSO) UNTUK
MENYELESAIKAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* (VRP)**

SKRIPSI



SITI INDAH SARI

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

PENERAPAN *RAT SWARM OPTIMIZER* (RSO) UNTUK MENYELESAIKAN
VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

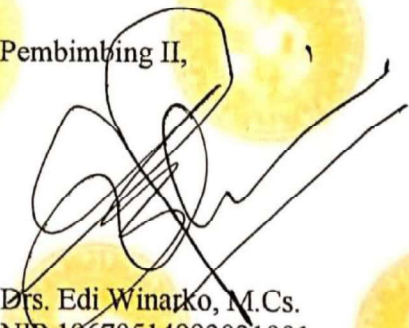
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Asri Bakti Pratiwi, S.Si, M.Si.
NIP. 198312222012122001

Pembimbing II,



Drs. Edi Winarko, M.Cs.
NIP. 19670514993031001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan *Rat Swarm Optimizer* (RSO) untuk
Menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Penyusun : Siti Indah Sari

NIM : 081811233047

Pembimbing I : Asri Bakti Pratiwi, S.Si, M.Si.

Pembimbing II : Drs. Edi Winarko, M.Cs.

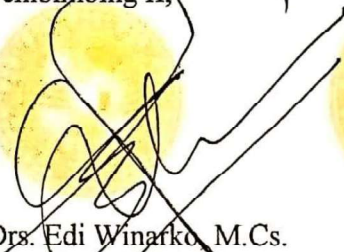
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Asri Bakti Pratiwi, S.Si, M.Si.
NIP. 198312222012122001

Pembimbing II,



Drs. Edi Winarko, M.Cs.
NIP. 19670514993031001

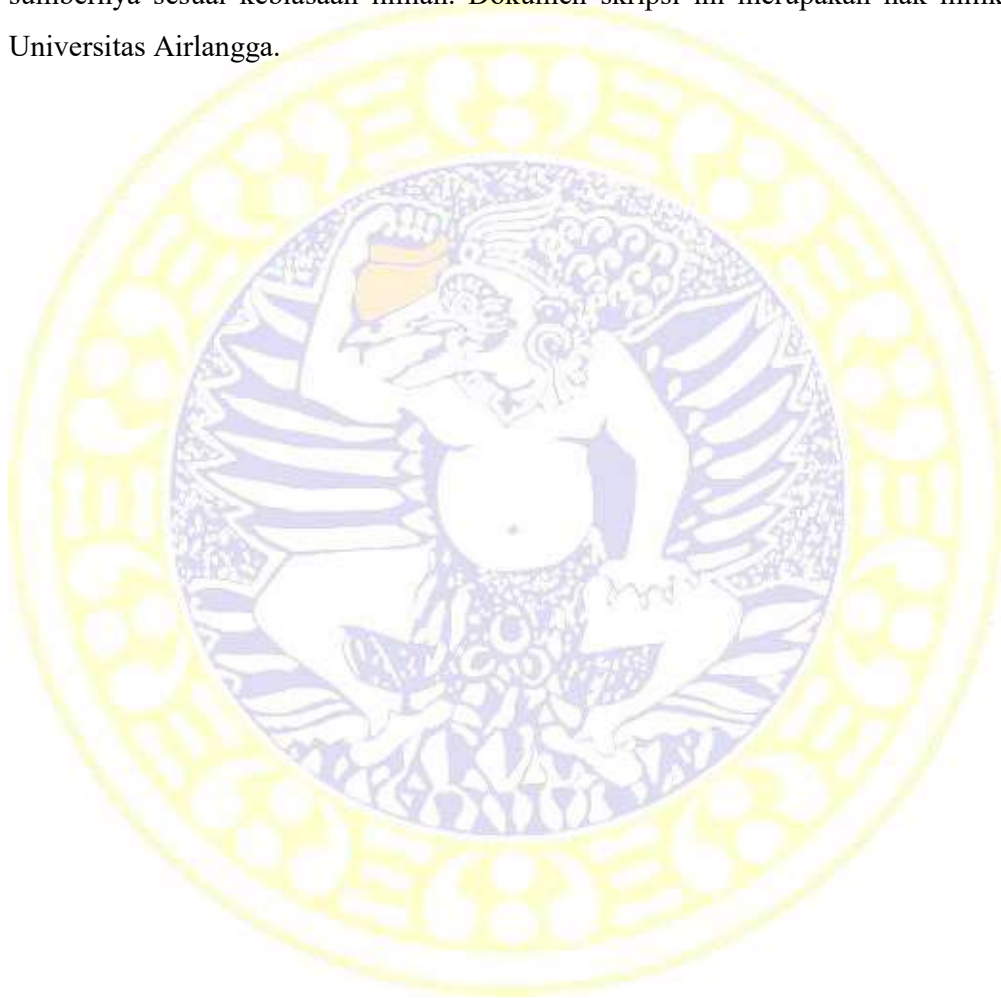
Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.
NIP. 19680404199431020

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Siti Indah Sari
NIM : 081811233047
Program Studi : S-1 Matematika
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

“Penerapan *Rat Swarm Optimizer* (RSO) untuk Menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP)”

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Agustus 2022



Siti Indah Sari

NIM. 081811233047

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita. Nabi Besar Muhammad SAW, pemimpin sekaligus sebaik baik suri tauladan bagi insan manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“Penerapan Rat Swarm Optimizer (RSO) untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem (VRP)”***

Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., M.T., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga..
2. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku koprodi S-1 Matematika dan ketua Departemen Matematika Universitas Airlangga yang selalu memberikan motivasi dan arahan.
3. Asri Bkti Pratiwi, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
4. Drs. Edi Winarko, M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
5. Dr. Windarto S.Si., M.Si. Selaku dosen wali yang telah memberikan saran, motivasi dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan
6. Bapak dan Ibu dosen khususnya dosen program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang diberikan kepada penulis.
7. Yang tercinta dan tersayang kedua orang tua yaitu Bapak Sriono, Ibu Sutikah, Kakak Afandi serta kedua keponakan penulis Alfandra Junov dan Elvada yang

selalu memberikan doa, cinta kasih, kepercayaan, hiburan dan dukungan baik secara moril maupun materil dalam penyusunan skripsi ini.

8. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis di kampus (Liswatin Wiwik, Serly Elvita, Faridatul Laila, Levi Triana, Sava Tasya, Lailatul Maghfiroh, Erzalina Firdausa), grup Bidang Minat ROK, serta seluruh keluarga Matematika 2018 yang senantiasa membantu, menemani, menyemangati, dan memberikan warna dalam kehidupan penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga.

Surabaya, 30 Agustus 2022

Penulis,

Siti Indah Sari

Siti Indah Sari, 2022, **Penerapan *Rat Swarm Optimizer* (RSO) untuk Menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP)**. Skripsi ini dibawah bimbingan Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs., Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya

ABSTRAK

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan suatu permasalahan penentuan rute kendaraan untuk melayani pelanggan yang dimulai dan berakhir di depot tanpa melanggar kendala kapasitas maksimum kendaraan yang bertujuan untuk meminimalkan jarak tempuh. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan VRP dengan menggunakan *Rat Swarm Optimizer* (RSO). RSO adalah salah satu algoritma yang terinspirasi dari perilaku agresif tikus dalam mengejar dan menyerang mangsa di alam. Proses yang dilakukan RSO untuk menyelesaikan VRP antara lain input data, inisialisasi parameter, membangkitkan populasi awal tikus, menghitung nilai fitness yaitu total jarak tempuh kendaraan, menentukan solusi terbaik sementara, melakukan tahap mengejar, melakukan tahap bertarung dengan mangsa, menghitung nilai fitness baru, melakukan update memory tikus, menentukan solusi terbaik, mengecek iterasi maksimum, kemudian mengulangi tahap mengejar hingga iterasi maksimum. Program dibuat dengan bahasa pemrograman C++ dengan *software* Code::Block 20.03 yang diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data kecil dengan 18 pelanggan, data sedang dengan 75 pelanggan serta data besar dengan 100 pelanggan. Dari hasil *running* program dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah tikus dan iterasi maka solusi VRP yang diperoleh semakin baik dengan total jarak tempuh yang lebih kecil. Serta semakin besar nilai parameter kendali (R), maka solusi VRP yang diperoleh cenderung semakin baik dengan total jarak tempuh yang lebih kecil.

Kata kunci: *Rat Swarm Optimizer* (RSO), *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Siti Indah Sari, 2022, **The Application of Rat Swarm Optimizer (RSO) to Solve Vehicle Routing Problem (VRP)**. This undergraduate thesis was supervised by Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si. and Drs. Edi Winarko, M.Cs., Mathematics Departement, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya

ABSTRACT

Vehicle Routing Problem is a problem in determining the route of the vehicle to serve customers starting and ending at the depot without violating the maximum vehicle capacity constraint and aims to minimize the total distance. This research studies how to solve Vehicle Routing Problem using Rat Swarm Optimizer. RSO is one of algorithms inspired by the aggressive behavior of rats while chasing and fighting with prey in nature. The processes which carried out by Rat Swarm Optimizer to solve Vehicle Routing Problem includes data input, parameter initialization, generate the initial solution of rats, calculating fitness value, determining the best solution temporarily, conducting chasing phases, conducting fighting with prey phases, calculating new fitness value, rats memory update, determining the best solution, checking maximum iterations, then repeating the chasing phases until the maximum iterations. The program is created by C++ language using Code::Blocks 20.03 as the software which was implemented in three case example that is small data with 18 customers, a medium data with 75 customers, and a big data with 100 customers. Based on running program's result, it can be conclude that higher number of rats population and iteration, causes the total distances become minimum. Similiarly, higher value of control parameter (R) causes the total distances tends to be minimum.

Kata kunci: *Rat Swarm Optimizer (RSO), Vehicle Routing Problem (VRP)*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Rumusan Masalah	3
1. 3 Tujuan Penelitian.....	3
1. 4 Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2. 1 <i>Graph</i>	4
2. 2 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	5
2. 3 <i>Rat Swarm Optimizer</i> (RSO).....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
BAB IV PEMBAHASAN.....	13
4.1 <i>Rat Swarm Optimizer</i> (RSO) untuk menyelesaikan <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	13
4.1.1 Input Data.....	14
4.1.2 Inisialisasi Parameter	15
4.1.3 Membangkitkan Posisi Awal Tikus	15
4.1.4 Menghitung Nilai Fitness.....	16
4.1.5 Menentukan Solusi Terbaik	18

4.1.6 Tahap Mengejar	19
4.1.7 Tahap Bertarung dengan Mangsa	19
4.1.8 Update Memory	20
4.2 Data	21
4.3 Penyelesaian Contoh Kasus VRP dengan <i>Rat Swarm Optimizer</i> secara Manual.....	21
4.4 Program	31
4.5 Implementasi Program pada Contoh Kasus <i>Vehicle Routing Problem</i> ..	31
4.5.1 Implementasi pada Data Berukuran Kecil	32
4.5.2 Implementasi pada Data Berukuran Sedang	33
4.5.3 Implementasi pada Data Berukuran Besar	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Posisi Awal Tikus	22
4.2	Hasil Pengurutan Pelanggan Setiap Tikus	23
4.3	Pembentukan Rute Posisi Awal Tikus	25
4.4	Hasil Tahap Mengejar (<i>Chasing</i>)	27
4.5	Hasil Posisi Baru Dari Proses Bertarung Dengan Mangsa (<i>Fighting With Prey</i>)	28
4.6	Hasil Pengurutan Pelanggan Setiap Tikus	29
4.7	Rute Kendaraan Setiap Tikus Hasil Proses Bertarung Dengan Mangsa (<i>Fighting With Prey</i>)	29
4.8	Proses <i>Update</i> Memory	30
4.9	Hasil <i>Running</i> Program Data Berukuran Kecil	32
4.10	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Berukuran Kecil	32
4.11	Hasil <i>Running</i> Program Data Berukuran Sedang	33
4.12	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Berukuran Sedang	34
4.13	Hasil <i>Running</i> Program Data Berukuran Besar	35
4.14	Solusi Terbaik Penyelesaian Data Besar	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Contoh Vrp Dengan 25 Pelanggan Dan 5 Kendaraan	5
2.2	3D Vektor Posisi Tikus	9
4.1	Prosedur <i>Rat Swarm Optimizer</i> Untuk Menyelesaikan Vrp	14
4.2	Prosedur Input Data	14
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	15
4.4	Prosedur Bangkitkan Populasi Awal	15
4.5	Prosedur Pengurutan Calon Rute	16
4.6	Prosedur Menghitung Nilai Fitness	17
4.7	Prosedur Rute Vrp	17
4.8	Prosedur Hitung Jarak	18
4.9	Prosedur Menentukan Solusi Terbaik	18
4.10	Prosedur Tahap Mengejar	19
4.11	Prosedur Tahap Bertarung Dengan Mangsa	20
4.12	Prosedur Update Memory	20

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Flowchart Penerapam <i>Rat Swarm Optimization</i> (RSO) untuk menyelesaikan <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)
2	Data <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Manual
3	Data <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Berukuran Kecil
4	Data <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Berukuran Sedang
5	Data <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Berukuran Besar
6	<i>Source code</i>
7	Hasil <i>Running</i> Untuk Data Berukuran Kecil
8	Hasil <i>Running</i> Untuk Data Berukuran Sedang
9	Hasil <i>Running</i> Untuk Data Berukuran Besar
10	Tampilan Antar Muka Program