

**IMPLEMENTASI GRASSHOPPER OPTIMIZATION
ALGORITHM (GOA) UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE
ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS PICKUP AND
DELIVERY (VRPSPD)**

SKRIPSI



ANATASIA NAOMI

**PROGRAM STUDI S1-MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**IMPLEMENTASI GRASSHOPPER OPTIMIZATION
ALGORITHM (GOA) UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE
ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS PICKUP AND
DELIVERY (VRPSPD)**

SKRIPSI

AR JUDUL



ANATASIA NAOMI

**PROGRAM STUDI S1-MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**IMPLEMENTASI GRASSHOPPER OPTIMIZATION
ALGORITHM (GOA) UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE
ROUTING PROBLEM WITH SIMULTANEOUS PICKUP AND
DELIVERY (VRPSPD)**

SKRIPSI

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

Anatasia Naomi
NIM 081811233090

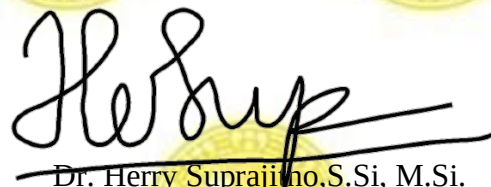
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si.
NIP. 196804041994031020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Implementasi *Grasshopper Optimization Algorithm*
(GOA) untuk Menyelesaikan *Vehicle Routing*
Problem with Simultaneous Pickup and Delivery
(VRPSPD)
Penyusun : Anatasia Naomi
NIM : 081811233090
Pembimbing I : Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si.
Pembimbing II : Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si.
Tanggal Ujian : 18 April 2022

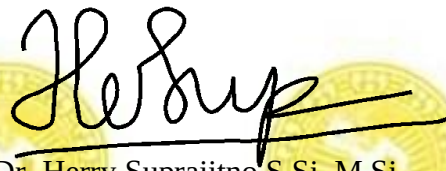
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si.
NIP. 196804041994031020

Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si.
NIP. 196804041994031020

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 penyusun 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 : Anatasia Naomi
NIM : 081811233090
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

**“IMPLEMENTASI GRASSHOPPER OPTIMIZATION ALGORITHM (GOA)
UNTUK MENYELESAIKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH
SIMULTANEOUS PICKUP AND DELIVERY (VRPSPD)”**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, April 2022



Anatasia Naomi

NIM. 081811233090

Anatasia Naomi. 2022. **Implementasi Grasshopper Optimization Algorithm (GOA) untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD)**. Penelitian ini di bawah bimbingan Asri Bekti Pratiwi, S.Si., M.Si. dan Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD)* menggunakan *Grasshopper Optimization Algorithm (GOA)*. *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD)* merupakan permasalahan pembentukan rute yang melayani setiap pelanggan, dengan melakukan pengantaran dan pengambilan secara bersamaan. Tujuan dari VRPSPD adalah meminimalkan total jarak tempuh untuk melayani seluruh pelanggan dengan batasan setiap pelanggan dilayani tepat satu kali dan muatan kendaraan tidak melebihi kapasitas maksimalnya. VRPSPD akan diselesaikan menggunakan algoritma *Grasshopper Optimization Algorithm (GOA)*. GOA merupakan algoritma yang terinspirasi dari alam dengan meniru perilaku hidup kawanan belalang dalam mencari sumber makanan. Implementasi GOA untuk menyelesaikan VRPSPD memiliki beberapa tahapan utama yaitu inisialisasi parameter dan pembangkitan posisi belalang awal, evaluasi fungsi tujuan, penentuan belalang target, menghitung koefisien penurunan, menghitung jarak antar belalang, dan menghitung posisi baru belalang, dan melakukan *update* target. Implementasi program GOA untuk menyelesaikan VRPSPD menggunakan Bahasa pemrograman C++ dengan menggunakan 3 jenis data, data dengan 13 pelanggan, 22 pelanggan, dan 100 pelanggan. Berdasarkan hasil *running* program dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah iterasi dan jumlah populasi, maka solusi berupa jarak yang ditempuh oleh kendaraan cenderung lebih kecil.

Keywords: *Grasshopper Optimization Algorithm, Swarm-based Algorithm, Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery*

Anatasia Naomi. 2022. **Implementasi Grasshopper Optimization Algorithm (GOA) untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD)**. This undergraduate thesis is supervised by Asri Bakti Pratiwi, S.Si., M.Si. and Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. Departement of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

The purpose of writing this thesis is to solve the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD) using Grasshopper Optimization Algorithm (GOA). Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD) is the problem of creating a route that serves each costumer by delivering and picking up, simultaneously. The main purpose of VRPSPD is to minimize total distance traveled to serve all costumers with the limitation that each costumer is served exactly once and the vehicle load does not exceed its maximum capacity. Grasshopper Optimization Algorithm is an algorithm that inspired by imitating the grasshopper's behavior in search of food sources. GOA has several main stages, namely initializing parameter, determining the target, calculating the coefficient c for balancing exploration and exploitation, calculating the distance between grasshoppers, and calculating the new position of grasshoppers. Implementation program of the GOA to solve VRPSPD is using programming language named C++ using 3 types of data, data with 13 costumers, data with 22 costumers, and data with 100 costumers. Based on the results of running the program, it can be concluded that the more maximum iterations and population used, the better the solution obtained.

Keywords: *Grasshopper Optimization Algorithm, Swarm-based Algorithm, Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan, serta kasih setia yang melimpah sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Implementasi *Grasshopper Optimization Algorithm* (GOA) untuk Menyelesaikan *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery* (VRPSPD)” guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Sains di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

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

1. Prof. Dr. Moh. Nasih, SE., MT., Ak., selaku rektor Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, Drs., M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si., selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Airlangga, Koprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, dan dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, motivasi, serta bimbingan kepada penulis selama perkuliahan.
4. Asri Bkti Pratiwi, S.Si., M.Si., selaku dosen wali serta dosen pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan semangat, bimbingan, serta arahan kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
5. Bapak dan Ibu dosen, khususnya dosen program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga, atas segala ilmu, nasehat, pengalaman, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua, yaitu Bapak Sutjipto Tanto, Ibu Fanny Rumayar, serta segenap keluarga besar yang tiada hentinya mendoakan, memberikan dukungan, kepercayaan, dan motivasi kepada penulis.

7. Teman-teman dari grup POO (Dhea, Della, Yosefa, Patricia, Florencia, dll.), dan Erica Lauren yang selalu mendukung, memberikan semangat, dukungan, penghiburan, serta selalu mengingatkan penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpah rahmat dan anugerah-Nya selalu. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga.

Surabaya, April 2022

Penulis,

Anatasia Naomi

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
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.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Graf	4
2.2 Vehicle Routing Problem (VRP).....	5
2.3 Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD)	7
2.4 Grasshopper Optimization Algorithm (GOA).....	10
2.5 Borland C++	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	19

4.1	Prosedur Grasshopper Optimization Algorithm (GOA) untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD).....	19
4.1.1	Input Data.....	20
4.1.2	Inisialisasi Parameter	21
4.1.3	Membangkitkan Posisi Awal Belalang.....	22
4.1.4	Mengevaluasi Nilai Fungsi Tujuan	22
4.1.5	Menentukan Belalang Target.....	24
4.1.6	Update Koefisien Penurunan C.....	25
4.1.7	Menghitung Jarak Antar Belalang.....	26
4.1.8	Update Posisi Baru Belalang.....	26
4.1.9	Menentukan Belalang Target Baru.....	29
4.2	Data.....	29
4.3	Penyelesaian secara Manual untuk Contoh Kasus VRPSPD Menggunakan Data 13 Pelanggan	29
4.4	Program.....	42
4.5	Implementasi Program pada Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery (VRPSPD).....	43
4.5.1	Implementasi Program pada Data 13 Pelanggan.....	43
4.5.2	Implementasi Program pada Data 22 Pelanggan.....	45
4.5.3	Implementasi Program pada Data 100 Pelanggan.....	46
BAB V PENUTUP		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Posisi Awal Belalang	30
4.2	Calon Rute Setiap Belalang	31
4.3	Pembentukan Rute Tiap Belalang	33
4.4	Nilai Fungsi Tujuan tiap Belalang	34
4.5	Jarak Tiap Belalang	36
4.6	Gaya Sosial (sr) antar belalang	38
4.7	Posisi Baru Belalang	39
4.8	Rute Baru Belalang	40
4.9	Fungsi Tujuan Baru Belalang	42
4.10	Hasil <i>Running</i> Program Menggunakan Data 13 Pelanggan	44
4.11	Hasil terbaik dari Data 13 Pelanggan	44
4.12	Hasil <i>Running</i> Program Menggunakan Data 22 Pelanggan	45
4.13	Hasil terbaik dari Data 22 Pelanggan	46
4.14	Hasil <i>Running</i> Program Menggunakan Data 100 Pelanggan	47
4.15	Hasil terbaik dari Data 100 Pelanggan	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2. 1	Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i>	6
2. 2	Bentuk Interaksi Sosial antar Belalang (Saremi dkk, 2017)	11
4.1	Prosedur GOA untuk menyelesaikan VRPSPD	20
4.2	Prosedur input data	21
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	21
4.4	Prosedur Membangkitkan Posisi Awal Belalang	22
4.5	Prosedur menentukan kode permutasi	23
4.6	Prosedur Menghitung Fungsi Tujuan VRPSPD	24
4.7	Prosedur menentukan belalang terbaik sementara	25
4.8	Prosedur Update Koefisien Penurunan C	25
4.9	Prosedur Menghitung Jarak Antar Belalang	26
4.10	Prosedur Menghitung Jarak Antar Belalang	27
4.11	Prosedur Menghitung Posisi Baru Belalang	28

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1.	Flowchart GOA untuk menyelesaikan VRPSPD
2.	Data <i>Vehicle Routing with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 13 Pelanggan
3.	Data <i>Vehicle Routing with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 22 Pelanggan
4.	Data <i>Vehicle Routing with Simultaneous Pickup and Delivery</i> (VRPSPD) dengan 100 Pelanggan
5.	Posisi Awal Belalang
6.	Posisi Baru Belalang
7.	<i>Source Code</i>
8.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 13 Pelanggan
9.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 22 Pelanggan
10.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 100 Pelanggan
11.	Tampilan Program
12.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 13 Pelanggan Berdasarkan Persentase Barang yang Diangkut Kendaraan
13.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 22 Pelanggan Berdasarkan Persentase Barang yang Diangkut Kendaraan
14.	Hasil <i>Running</i> Program pada Data 100 Pelanggan Berdasarkan Persentase Barang yang Diangkut Kendaraan