

**PENERAPAN *GROUP TEACHING OPTIMIZATION*
ALGORITHM (GTOA) UNTUK MENYELESAIKAN *OPEN*
VEHICLE ROUTING PROBLEM (OVRP)**

SKRIPSI



HERLINA ROSA DESWANTI

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**PENERAPAN *GROUP TEACHING OPTIMIZATION*
ALGORITHM (GTOA) UNTUK MENYELESAIKAN *OPEN*
VEHICLE ROUTING PROBLEM (OVRP)**

SKRIPSI



HERLINA ROSA DESWANTI

**PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**PENERAPAN *GROUP TEACHING OPTIMIZATION ALGORITHM*
(GTOA) UNTUK MENYELESAIKAN *OPEN VEHICLE ROUTING*
PROBLEM (OVRP)**

SKRIPSI

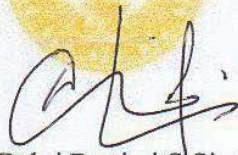
**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi**

Herlina Rosa Deswanti

NIM 081811233042

Disetujui Oleh :

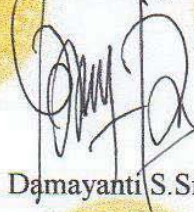
Pembimbing I,



Asri Bakti Pratiwi S.Si., M.Si

NIP. 198312222012122001

Pembimbing II,



Auli Damayanti S.Si., M.Si

NIP. 197511072003122004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penerapan *Group Teaching Optimization Algorithm*
(GTOA) untuk Menyelesaikan *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP)
Penyusun : Herlina Rosa Deswanti
NIM : 081811233042
Tanggal Ujian : 13 Juli 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Auli Damayanti S.Si., M.Si
NIP. 197511072003122004

Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

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 menggunakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Herlina Rosa Deswanti
NIM : 081811233042
Program Studi : S-1 Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

**“PENERAPAN *GROUP TEACHING OPTIMIZATION ALGORITHM*
(GTOA) UNTUK MENYELESAIKAN *OPEN VEHICLE ROUTING*
PROBLEM (OVRP)”**

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, 13 Juni 2022



Herlina Rosa Deswanti

NIM. 081811233042

Herlina Rosa Deswanti, 2022. **Penerapan *Group Teaching Optimization Algorithm* (GTOA) untuk menyelesaikan *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP).** Skripsi ini dibawah bimbingan Asri Bkti Pratiwi, S.Si, M.Si. dan Auli Damayanti S.Si., M.Si. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP) dengan menggunakan *Group Teaching Optimization Algorithm* (GTOA). OVRP merupakan permasalahan penentuan rute kendaraan, dengan biaya yang minimum tanpa melanggar kendala kapasitas maksimal kendaraan. Dalam OVRP terdapat kendaraan pribadi yang harus kembali ke depot setelah pengantaran pelanggan terakhir dan kendaraan sewa tidak perlu kembali ke depot. Pada penelitian kali ini algoritma yang digunakan adalah *Group Teaching Optimization Algorithm*. GTOA adalah algoritma yang terinspirasi dari sistem pengajaran kelompok. Secara umum, proses penyelesaian OVRP dengan menggunakan GTOA diawali dengan membangkitkan populasi awal, mengevaluasi nilai fungsi tujuan dan menentukan solusi terbaik sementara, melakukan tahapan pengalokasian guru, melakukan tahapan pengelompokan siswa agar siswa terbagi menjadi kelompok unggul dan kelompok rata-rata, melakukan tahapan guru, melakukan tahapan siswa dan mengkonstruksi populasi baru dan menetapkan siswa terbaik di setiap iterasi hingga maksimal iterasi terpenuhi. Program yang digunakan untuk menyelesaikan OVRP dengan menggunakan GTOA adalah C++ dan diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data kecil dengan 18 pelanggan, data sedang dengan 50 pelanggan dan data besar dengan 100 pelanggan. Hasil implementasi dari skripsi ini dibandingkan dengan hasil implementasi dari *Seagull Optimization Algorithm* (SOA). Diperoleh kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah iterasi dan jumlah siswa maka hasil yang diperoleh menghasilkan solusi yang lebih baik dengan nilai fungsi tujuan yang lebih kecil. Penerapan GTOA pada OVRP memberikan hasil akhir berupa biaya distribusi yang lebih kecil dari SOA.

Kata Kunci : *Vehicle Routing Problem* (VRP), *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP), *Group Teaching Optimization Algorithm* (GTOA).

Herlina Rosa Deswanti, 2022. *Implementation Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA) to Solve Open Vehicle Routing Problem (OVRP)*. This final project was supervised by Asri Bakti Pratiwi, S.Si, M.Si. and Auli Damayanti S.Si., M.Si. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

This thesis aims to solve the problem of the Open Vehicle Routing Problem (OVRP) by using the Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA). OVRP is a vehicle route determination problem, with minimum costs without violating the maximum vehicle capacity constraint.. In the OVRP there are private vehicles that must return to the depot after the last customer is delivered and the rented vehicle does not need to return to the depot. In this thesis, the algorithm used is the Group Teaching Optimization Algorithm. GTOA Algorithm is an algorithm inspired by group teaching system. In general, the process of solving the OVRP using the GTOA the process begins with generating the initial population, evaluating the value of the objective function and determining the best temporary solution, performing the stages of teacher allocation, conducting the stages of grouping students so the students would be divided into superior and average groups, did the teacher stages process, did the student stages process then constructing new population until the maximum iteration is met. C++ was the program that used to complete OVRP using a GTOA and was implemented to three sample which were a small data with 18 customers, a medium data with 50 customers and a big data with 100 customers. The results of the implementation of this thesis are compared with the results of the implementation of the Seagulss Optimization Algorithm (SOA). It was concluded that the more the number of iterations and the number of students, the results obtained resulted in a better solution with a smaller objective function value. Implementing GTOA on OVRP provide the final result in the form of distribution costs that are smaller than SOA.

Keywords: *Vehicle Routing Problem (VRP), Open Vehicle Routing Problem (OVRP), Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“Penerapan *Group Teaching Optimization Algorithm* (GTOA) untuk Menyelesaikan *Open Vehicle Routing Problem* (OVRP)”**.

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

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., M.T., Ak., CMA selaku Rektor Universitas Airlangga.
2. Dr. Herry Suprajitno, S.Si., M.Si. selaku ketua Departemen Matematika dan Koprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan arahan serta saran yang bermanfaat.
3. Dr. Windarto S.Si., M.Si selaku dosen wali yang senantiasa sabar dalam memberikan bimbingan, saran serta arahan.
4. Asri Bkti Pratiwi S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
5. Auli Damayanti S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
6. Bapak dan Ibu dosen khususnya program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
7. Mendiang Ibu penulis tercinta yang tiada henti memberikan do'a, cinta kasih, dukungan, kepercayaan, semangat serta restu terhadap semua langkah yang telah diambil oleh penulis.
8. Teman - teman seperjuangan Erin, Vega dan Tasya yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

9. Teman – teman grup “Lancar Skripsi” dan “Majlis Cangkrug” yang telah menghibur dan memberikan motivasi selama proses penulisan.
10. Rama Wijaya yang telah memberikan motivasi serta menghibur penulis selama proses penulisan.
11. Ayomi Sasmito yang telah membantu selama proses penulisan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang telah membantu proses penulisan.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi bahan pustaka untuk menambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Penulis menyadari adanya ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga diperlukan saran dan kritik yang membangun.

Surabaya, 13 Juli 2022

Penulis,

Herlina Rosa Deswanti

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH 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	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Vehicle Routing Problem (VRP).....	5
2.2 Open Vehicle Routing Problem (OVRP)	6
2.3 Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA)	8
2.3.1 Tahapan pengelompokan kemampuan.....	9
2.3.2 Tahapan Guru.....	9
2.3.3 Tahapan Siswa	10
2.3.4 Tahapan Pengalokasian Guru.....	11
2.3.5 Langkah-langkah Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA)	11
2.4 Pemrograman C++	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
4.1 Prosedur Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA) untuk Menyelesaikan Open Vehicle Routing Problem (OVRP)	18
4.1.1 Input data.....	19
4.1.2 Inisialisasi parameter.....	20
4.1.3 Membangkitkan populasi awal pelanggan	20
4.1.4 Mengevaluasi fungsi tujuan	21
4.1.5 Menentukan solusi terbaik (Gt) sementara	24
4.1.6 Pengalokasian guru (Tt)	24
4.1.7 Pengelompokan siswa	25
4.1.8 Tahapan guru.....	26
4.1.9 Tahapan siswa	28
4.1.10 Menentukan solusi terbaik Gt	29
4.2 Data	30
4.3 Penyelesaian Contoh Kasus OVRP dengan GTOA secara manual.....	31
4.4 Program	44
4.5 Implementasi Program pada Contoh Kasus <i>Open Vehicle Routing Problem</i> (OVRP)	44
4.5.1 Implementasi pada Data Berukuran Kecil (P-n19-k2).....	44
4.5.2 Implementasi pada Data Berukuran Sedang (P-n51-k10).....	45
4.5.3 Implementasi pada Data Berukuran Besar (P-n101-k4)	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4. 1	Populasi awal siswa	32
4. 2	Hasil pengurutan siswa	32
4. 3	Hasil pembentukan rute dan fungsi tujuan	35
4. 4	Hasil pembentukan calon rute pengalokasian guru	36
4. 5	Hasil pembentukan rute dan fungsi tujuan pengalokasian guru	37
4. 6	Hasil pengelompokan kemampuan	37
4. 7	Hasil pengetahuan rata-rata kelompok	38
4. 8	Hasil tahapan guru I	39
4. 9	Hasil pembaruan populasi tahapan guru I	39
4. 10	Hasil tahapan guru II	40
4. 11	Hasil pembaruan populasi tahapan guru II	41
4. 12	Hasil tahapan siswa	42
4. 13	Hasil pembaruan populasi tahapan siswa	42
4. 14	Fungsi tujuan populasi baru	43
4. 15	Hasil running program pada data P-n19-k2	45
4. 16	Solusi terbaik penyelesaian data P-n19-k2	45
4. 17	Hasil running program pada data P-n51-k10	46
4. 18	Solusi terbaik penyelesaian data P-n51-k10	46
4. 19	Hasil running program pada data P-n101-k4	47
4. 20	Solusi terbaik penyelesaian data P-n101-k4	47
4. 21	Perbandingan Nilai Fungsi Tujuan	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2. 1	Contoh penyelesaian VRP dengan 10 pelanggan dan 3 kendaraan	5
2. 2	Contoh penyelesaian OVRP dengan 4 rute pengiriman	8
4. 1	Prosedur GTOA untuk menyelesaikan OVRP	19
4. 2	Prosedur input data	19
4. 3	Prosedur inisialisasi parameter	20
4. 4	Prosedur membangkitkan populasi awal pelanggan	20
4. 5	Prosedur menentukan urutan pelanggan	21
4. 6	Prosedur pembentukan rute OVRP	22
4. 7	Prosedur menghitung nilai fungsi tujuan	23
4. 8	Prosedur menentukan solusi terbaik sementara	24
4. 9	Prosedur pengalokasian guru	25
4. 10	Prosedur pengelompokan kemampuan	26
4. 11	Prosedur menghitung nilai rata-rata siswa	27
4. 12	Prosedur tahapan guru untuk siswa unggul	27
4. 13	Prosedur tahapan guru untuk siswa rata-rata	28
4. 14	Prosedur tahapan siswa	29
4. 15	Prosedur menentukan solusi optimal Gt	30

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Flowchart Penerapan Group Teaching Optimization Algorithm (GTOA) untuk menyelesaikan Open Vehicle Routing Problem (OVRP)
2	Data P-n16-k8 (Data Manual)
3	Data P-n19-k2 (Data Kecil)
4	Data P-n51-k10 (Data Sedang)
5	Data P-n101-k4 (Data Besar)
6	Populasi awal siswa
7	Hasil pengurutan siswa
8	Hasil pengelompokan kemampuan
9	Tahapan guru
10	Tahapan siswa