

SKRIPSI

**PENYELESAIAN *MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(MDVRP) MENGGUNAKAN *TEACHING LEARNING-BASED*
*OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM***



DICKY RIDHO ARIS YONO

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

2021

SKRIPSI

**PENYELESAIAN *MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(MDVRP) MENGGUNAKAN *TEACHING LEARNING-BASED*
*OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM***



DICKY RIDHO ARIS YONO

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

2021

**PENYELESAIAN *MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(MDVRP) MENGGUNAKAN *TEACHING LEARNING-BASED*
*OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM***

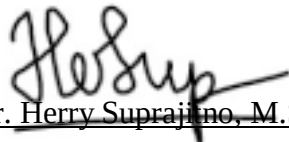
SKRIPSI

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

Universitas Airlangga

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Herry Suprajono, M.Si
NIP. 196804041994031020

Pembimbing II,



Drs. Edi Winarko, M.cs.
NIP. 196705141993031001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Penyelesaian *Multi-Depot Vehicle Routing Problem*
(MDVRP) menggunakan *Teaching Learning-Based Optimization* (TLBO) *Algorithm*

Penulis : Dicky Ridho Aris Yono

NIM : 081711233105

Pembimbing I : Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

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

Tanggal Seminar : 22 November 2021

Disetujui oleh:

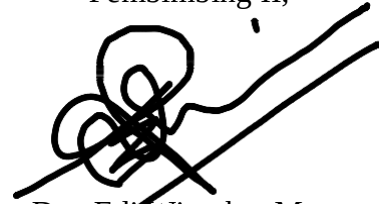
Pembimbing I,



Dr. Herry Suprajitno, M.Si

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II,



Drs. Edi Winarko, M.cs.

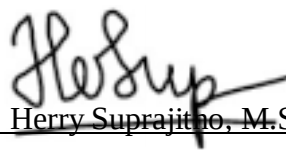
NIP. 196705141993031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, 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 penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Dicky Ridho Aris Yono

NIM : 081711233105

Progam Studi : S-1 Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

**“ PENYELESAIAN MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM
(MDVRP) MENGGUNAKAN *TEACHING LEARNING-BASED
OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM* ”**

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

Dengan surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, November 2021



Dicky Ridho Aris Yono

NIM. 081711233105

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penyelesaian *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) menggunakan *Teaching Learning-Based Optimization* (TLBO) *Algorithm* ”.

Pada penyelesaian skripsi tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan doa dari beberapa pihak untuk penulis. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof Dr. Moh. Nasih SE., MT., Ak. selaku Rektor Universitas Airlangga yang telah menaungi selama penulis menuntut ilmu di perguruan tinggi.
2. Prof. Dr. Moh Yasin, M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
3. Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika yang memberikan arahan selama perkuliahan.
4. Auli Damayanti, S.Si, M.Si., selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi demi kelancaran studi penulis di Matematika Universitas Airlangga.
5. Dr. Herry Suprajitno, S.Si, M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs. selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, ilmu dan arahan kepada penulis.
6. Seluruh dosen dan staf di Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya di Departemen Matematika yang telah mengajarkan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Nyono, S.H., M.M. dan Tinting Dhiniati, S.Pd., M.Pd. selaku Orang Tua yang tiada henti memberikan kasih sayang, motivasi, doa, dan dukungan dalam segala hal untuk kesuksesan penulis, serta tunjangan fasilitas yang

tidak pernah kurang hingga penulis bisa melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi negeri.

8. Saudara dan saudari penulis yaitu Frisca Dina Kartika Sari, M.Psi., Psikolog dan Fenda Dina Puspita Sari, S.Hum., M.Pd. yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa kepada penulis.
9. Teman dekat Putri Windi Yunida Rahmania, S.M. yang selalu menyemangati dan memberikan motivasi dalam penelitian ini.
10. Teman-teman Kontrakan Barata Jaya No.9 Khususnya Moh. Tulus, Widi, Hanif dan Burhan yang menemani dan membantu pengerjaan penelitian penulis.
11. Keluarga besar Matematika 2017 Universitas Airlangga yang telah berjuang bersama, saling membantu dan memberikan dukungan selama menjalani perkuliahan.
12. Untuk Sobat RAMZI BROTHERHOOD Alvin Nobel Khususna, Marshel Valentino memberikan motivasi dan mengerjakan penelitian bersama.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah terlibat membantu penulis dalam penyelesaian proposal skripsi secara langsung maupun tidak langsung.

Surabaya, November 2021



Dicky Ridho Aris Yono

Dicky Ridho Aris Yono 2021, **Penyelesaian *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) menggunakan *Teaching Learning Based Optimization* (TLBO) *Algorithm***. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs., Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Multi Depot vehicle Routing Problem (MDVRP) adalah suatu permasalahan pengoptimalan rute kendaraan yang melayani setiap pelanggan dengan jumlah depot lebih dari satu. Skripsi ini bertujuan menerapkan *Teaching Learning Based Optimization* (TLBO) *Algorithm* untuk menyelesaikan *Multi Depot vehicle Routing Problem* (MDVRP). Jenis data yang digunakan berupa data koordinat depot, koordinat pelanggan dan banyak permintaan pelanggan di Implementasikan pada tiga jenis data yaitu data berukuran kecil dengan 4 depot dan 50 pelanggan, data berukuran sedang dengan 5 depot dan 75 pelanggan, dan 2 depot dan 100 pelanggan. Penyelesaian MDVRP menggunakan Algoritma TLBO dibuat dalam bahasa pemrograman C++ dengan bantuan *software Visual Studio Code*, yang dimulai dari membangkitkan populasi awal pelajar menggunakan Algoritma TLBO, kemudian menginputkan parameter, melakukan *Grouping*, menghitung fungsi tujuan MDVRP, mengevaluasi *fitness*, Fase Guru, Update Solusi, Fase Pelajar, Update Solusi, Simpan Solusi Terbaik. Berdasarkan hasil implementasi pada ketiga data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah populasi pelajar dan jumlah iterasi maka solusi yang diperoleh semakin baik.

Kata Kunci : *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP), *Teaching Learning-Based Optimization* (TLBO) *Algorithm*, C++.

Dicky Ridho Aris Yono 2021, **Penyelesaian Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) menggunakan Teaching Learning Based Optimization (TLBO) Algorithm**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs., Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) is a vehicle route optimization problem that serves each customer with more than one depot. This thesis aims to apply the Teaching Learning Based Optimization (TLBO) Algorithm to solve the Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP). The types of data used are depot coordinate data, customer coordinates and many customer requests. Implemented in three types of data, namely small data with 4 depots and 50 customers, medium-sized data with 5 depots and 75 customers, and 2 depots and 100 customers. MDVRP completion using the TLBO Algorithm is made in the C++ programming language with the help of Visual Studio Code software, which starts from generating the initial population of students using the TLBO Algorithm, then inputs parameters, performs Grouping, calculates the MDVRP objective function, evaluates fitness, Teacher Phase, Solution Update, Phase Student, Update Solution, Save Solution Best. Based on the results of the implementation of the three data, it can be concluded that the larger the student population and the number of iterations, the better the solution obtained.

Kata Kunci : *Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP), Teaching Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm, C++.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ix
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.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	5
2.2 <i>Multi Depot Vehicle Routing Problem</i> (MDVRP).....	6
2.3 Pengurutan Data	10
2.4 <i>Teaching Learning-Based Optimization</i> (TLBO) <i>Algorithm</i>	10
2.4.1 Fase Guru	11
2.4.2 Fase Pelajar	13
2.5 Algoritma	15
2.6 Program C++.....	14
2.7 Implementasi Algoritma TLBO untuk Optimasi	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	22

4.1	Algoritma <i>Teaching-Learning-Based Optimazation</i>	22
4.1.1	Input Data.....	24
	DAFTAR ISI	
4.1.2	Inisialisasi Parameter	24
4.1.3	<i>Grouping</i>	25
4.1.4	Membangkitkan Populasi Awal Pelajar.....	27
4.1.5	Menghitung Fungsi Tujuan.....	27
4.1.6	Menghitung <i>Fitness</i>	30
4.1.7	Mengidentifikasi Solusi Terbaik (Guru).....	30
4.1.8	Menghitung Solusi baru (<i>$X_j, k, baru$</i>).....	31
4.1.9	<i>Update Fitness</i> Pelajar	32
4.1.10	Interaksi Antar Pelajar	32
4.1.11	Mengidentifikasi Solusi Terbaik Tiap Depot.....	34
4.1.12	Menghitung Total Jarak Tempuh Terbaik dari Semua Depot...	35
4.2	Data	35
4.3	Contoh Kasus MDVRP Secara Manual.....	36
4.4	Implementasi Program pada Contoh Kasus <i>Multi-Depot Vehicle Routing Problem</i> (MDVRP)	51
4.4.1	Implentasi Program Pada Data Kecil.....	51
4.4.2	Implentasi Program Pada Data Sedang.....	52
4.4.3	Implentasi Program Pada Data Besar	53
BAB V KESMIPULAN DAN SARAN.....		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		57

DAFTAR TABEL

No.	Judul Gambar	Halaman
4.1	Pengelompokan Pelanggan	38
4.2	Populasi Awal Depot 0	40
4.3	Calon Rute Pelanggan	40
4.4	Perhitungan Nilai Fungsi Tujuan	42
4.5	Nilai Fungsi Tujuan	43
4.6	Nilai Fitness	43
4.7	Pelajar Terbaik	44
4.8	Nilai Pelajaran Ke-1 pada Iterasi ke-1	44
4.9	Rata-Rata Mata Pelajaran	45
4.10	Populasi Baru Pelajar	46
4.11	Calon Rute Pelanggan Pada Populasi Baru Pelajar	46
4.12	Nilai Fungsi Tujuan dan Nilai Fitness	47
4.13	Update Fitness Pelajar	47
4.14	Populasi saat ini	47
4.15	Populasi Saat ini (Setelah Semua Pelajar Berinteraksi)	50
4.16	Hasil Running Program Pada Data Kecil	52
4.17	Solusi Terbaik Data Berukuran Kecil	53
4.18	Hasil Running Program Pada Data Sedang	53
4.19	Solusi Terbaik Data Berukuran Sedang	54
4.20	Hasil Running Program Pada Data Besar	55
4.21	Solusi Terbaik Data Berukuran Besar	55

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	Halaman
2.1	Contoh MDVRP dengan 2 depot, 4 kendaraan, dan 12 pelanggan	6
2.2	Langkah – Langkah Penyelesaian MDVRP	10
4.1	Prosedur Teaching Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm	23
4.2	Prosedur Input Data	24
4.3	Prosedur Inisialisasi Parameter	25
4.4	Prosedur Menghitung Jarak	26
4.5	Prosedur Grouping	27
4.6	Prosedur Membangkitkan Populasi Awal Pelajar	28
4.7	Prosedur Pengurutan	29
4.8	Prosedur Menghitung Fungsi Tujuan	30
4.9	Prosedur Mengevaluasi Fitness	31
4.10	Prosedur Mengidentifikasi Solusi Terbaik	31
4.11	Prosedur Menghitung Rata-Rata Solusi	32
4.12	Prosedur Menghitung Solusi Baru	32
4.13	Prosedur Update Fitness Pelajar	33
4.14	Produser interaksi antar pelajar	34
4.15	Prosedur Mengidentifikasi Solusi Terbaik Tiap Depot	35
4.16	Prosedur menghitung total jarak tempuh terbaik dari semua depot	36

DAFTAR LAMPIRAN

No. Judul Gambar

- 1.1 *Flowchart* Penyelesaian MDVRP menggunakan Algoritma TLBO
- 1.2 *Flowchart* Penyelesaian MDVRP menggunakan Algoritma TLBO
- 2 Data Manual (2 depot dan 17 Pelanggan)
- 3 Data Kecil (4 depot dan 50 pelanggan)
- 4 Data Sedang (5 depot dan 75 pelanggan)
- 5 Data Besar (2 depot dan 100 pelanggan)
- 6 *Source Code* Program Penyelesaian MDVRP menggunakan TLBO
- 7 Antar Muka Program