

SKRIPSI

**OPTIMASI *VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS*
(VRPTW) MENGGUNAKAN *TEACHING-LEARNING-BASED*
OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM**



ALVIN NOBEL KHUSNA

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2021

SKRIPSI

**OPTIMASI *VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS*
(VRPTW) MENGGUNAKAN *TEACHING-LEARNING-BASED*
OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM**



ALVIN NOBEL KHUSNA

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2021

**OPTIMASI VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS (VRPTW)
MENGUNAKAN TEACHING-LEARNING-BASED OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM**

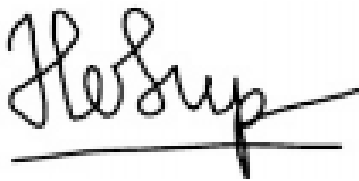
SKRIPSI

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

Alvin Nobel Khusna
NIM. 081711233056

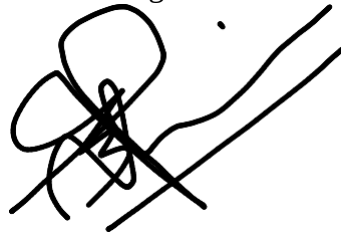
Disetujui oleh :

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Optimasi *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW)
Menggunakan *Teaching-Learning-Based Optimization* (TLBO)
Algorithm

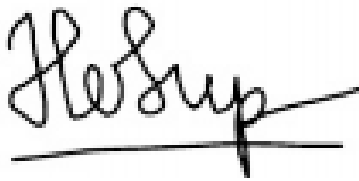
Penyusun : Alvin Nobel Khusna

NIM 081711233056

Tanggal Ujian :

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Herry Suprajitno, M.Si.

NIP. 196804041994031020

Pembimbing II

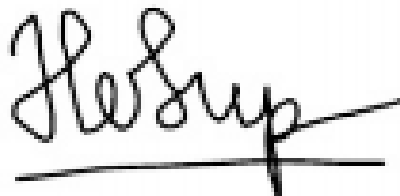


Drs. Edi Winarko, M.Cs.

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 penyusun 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 : Alvin Nobel Khusna
NIM : 081711233056
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 :

**“OPTIMASI *VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS*
(VRPTW) MENGGUNAKAN *TEACHING-LEARNING-BASED*
OPTIMIZATION (TLBO) ALGORITHM”**

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, 21 September 2021



Alvin Nobel Khusna

NIM. 081711233056

Alvin Nobel Khusna, 2021. ***Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) Menggunakan Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm***. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Herry Suprajitno, M.Si. dan Drs. Edi Winarko, M.Cs. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Abstrak

Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) merupakan perluasan dari permasalahan *Vehicle Routing Problem (VRP)* yang berkaitan dengan permasalahan dalam penentuan rute kendaraan dengan memiliki variabel tambahan yaitu sebuah jangka waktu tertentu (*time windows*) dari setiap pelanggan dimana bertujuan untuk meminimumkan biaya. *Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm* adalah salah satu algoritma yang terinspirasi dari proses belajar-mengajar berdasarkan pengaruh seorang guru terhadap tingkat pemahaman pelajar di kelas. Algoritma ini menjelaskan dua mode dasar pembelajaran, yaitu fase guru dan fase pelajar. Tahapan algoritma TLBO diawali dengan menginputkan populasi awal pelajar, mengevaluasi nilai fungsi tujuan, menghitung nilai *fitness*, menentukan solusi sebagai guru, melakukan fase guru dan fase pelajar, dan menyimpan solusi terbaik sampai *MaxIteration* terpenuhi. Program dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan *text editor* yaitu VS Code dan diimplementasikan pada tiga contoh kasus yaitu data kecil (25 pelanggan), data sedang (50 pelanggan), dan data besar (100 pelanggan). Berdasarkan hasil *running* program didapatkan hasil total minimum biaya (jarak) untuk data kecil adalah 527,3 satuan jarak, data sedang adalah 1029 satuan jarak, dan data besar adalah 2387 satuan jarak. Jadi kesimpulan yang didapat adalah semakin banyak pelajar dan iterasi, maka semakin kecil total biaya (jarak) yang didapatkan.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW)*, *Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm*.

Alvin Nobel Khusna, 2021. ***Optimize Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) Using Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm***. This thesis was supervised by Dr. Herry Suprajitno, M.Si. and Drs. Edi Winarko, M.Cs. Departement of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

Abstract

Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) is an extension of the *Vehicle Routing Problem (VRP)* related in determining vehicle routes by having an additional variable, namely a certain period of time (*time windows*) from each customer which aims to minimize costs. *Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm* is an algorithm inspired by the teaching-learning process based on the influence of a teacher on the level of understanding of students in the classroom. This algorithm describes two basic modes of learning, namely the teacher phase and the student phase. The stages of the TLBO algorithm begin with inputting the initial population of students, evaluating the value of the objective function, calculating the fitness value, determining the solution as a teacher, conducting teacher phase and student phase, and save the best solution until *MaxIteration* is met. The program is made using the C++ programming language with a text editor, namely *VS Code* and implemented in three case examples, namely small data (25 customers), medium data (50 customers), and big data (100 customers). Based on the results of the running program, the minimum total cost (distance) for small data is 527.3 units of distance, medium data is 1029 units of distance, and large data is 2387 units of distance. So the conclusion obtained is that the more students and iterations, the minimum total cost (distance) is obtained.

Keywords: *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Optimasi *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW) Menggunakan *Teaching-Learning-Based Optimization* (TLBO) *Algorithm*” dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof Dr. Mohammad Nasih, SE., M.T., Ak., CMA selaku rektor Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu serta pengalaman.
2. Prof Dr Moh. Yasin, Drs., M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Airlangga, Koprodi S-1 Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan arahan berupa kritik dan saran yang bermanfaat.
4. Dr. Herry Suprajitno, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa penuh kesabaran dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, arahan, waktu, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Edi Winarko, M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa penuh kesabaran dan teliti dalam memberikan bimbingan berupa ilmu, arahan, waktu, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Nenik Estuningsih, S.Si, M.Si. selaku dosen wali yang telah memberi banyak arahan dan nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua bapak dan ibu dosen Fakultas Sains dan Teknologi khususnya program studi S-1 Matematika Universitas Airlangga atas segala ilmu, nasihat, dan pengalaman yang diberikan kepada penulis.
8. Keluarga tercinta yaitu Bapak Suyadi, Ibu Indah Wiyanti, almarhum kakak Mohammad Nizar Eriko Boi Sandi, dan adik Putri Ilman Nafi’a yang selalu

memberikan doa, motivasi, saran, support, dan semangat yang tak henti-hentinya dalam proses penyusunan skripsi ini dari awal sampai akhir.

9. Teman-teman seperjuangan Program Studi Matematika Universitas Airlangga angkatan 2017 yang selalu mendukung dan menemani proses perkuliahan penulis.
10. Sahabat-sahabat di daerah asal Kediri yang senantiasa membantu dan menyelesaikan berbagai permasalahan baik masalah perkuliahan, masalah masa depan, serta memberi wadah untuk mencurahkan segala keluh kesah sampai menemukan titik terang dari penulis.
11. Kontrakan Markaz Ksatria dan Barata Jaya yang menjadi tempat diskusi pagi, siang, dan malam dimana sangat membantu dalam proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, yang senantiasa telah membantu dan *support* proses penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat sebagai bahan pustaka dan penambah informasi khususnya bagi mahasiswa Universitas Airlangga. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun diperlukan untuk menyempurnakan skripsi ini.

Surabaya, 16 Juni 2021

Penulis

Alvin Nobel Khusna

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	II
LEMBAR PERNYATAAN	III
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	IV
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	V
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	VI
Abstrak	VII
Abstract	VIII
KATA PENGANTAR	IX
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR LAMPIRAN	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Vehicle Routing Problem (VRP)	4
2.2. Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW)	4
2.3. Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm	7
2.3.1. Fase Guru	8
2.3.2. Fase Pelajar	9
2.4. Implementasi Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) Algorithm untuk Optimasi	10
BAB III METODE PENELITIAN	13
BAB IV PEMBAHASAN	16
4.1. Teaching-Learning-Based Optimization (TLBO) untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)	16
4.1.1. Input Data	18
4.1.2. Inisialisasi Parameter	18

4.1.3.	Membangkitkan Populasi Awal.....	19
4.1.4.	Mengevaluasi Fungsi Tujuan.....	20
4.1.5.	Menghitung <i>Fitness</i>	21
4.1.6.	Mengidentifikasi Solusi Terbaik (Guru).....	22
4.1.7.	Menghitung Solusi Terbaik	22
4.1.8.	Update <i>Fitness</i> Pelajar	24
4.1.9.	Interaksi Antar Pelajar	24
4.1.10.	Mengidentifikasi dan Menampilkan Solusi Terbaik.....	26
4.2.	Data	27
4.3.	Penyelesaian Contoh Kasus VRPTW dengan Menggunakan <i>Teaching-Learning-Based Optimization Algorithm</i> Secara Manual	27
4.3.1.	Input Data dan Inisialisasi Parameter	28
4.3.2.	Membangkitkan Populasi Awal.....	28
4.3.3.	Fungsi Tujuan	28
4.3.4.	Evaluasi <i>Fitness</i>	32
4.3.5.	Mengidentifikasi Solusi Terbaik (Fase Guru).....	32
4.3.6.	Menghitung Solusi Baru	33
4.3.7.	<i>Update Fitness</i> Pelajar	36
4.3.8.	Interaksi Antar Pelajar (Fase Pelajar)	37
4.3.9.	Memperbarui <i>Fitness P</i>	38
4.3.10.	Menyimpan Solusi Terbaik dari Pelajar	40
4.3.11.	Mengecek Maksimum Iterasi.....	40
4.3.12.	Menampilkan Solusi Terbaik Pelajar.....	41
4.4.	Implementasi Program Pada kasus Vehicle Routing Problem with Time Windows.....	41
4.4.1.	Implementasi Data Kecil	41
4.4.2.	Implementasi Data Sedang	43
4.4.3.	Implementasi Data Besar	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1.	Kesimpulan.....	47
5.2.	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Membangkitkan Populasi Awal	28
Tabel 4.2 Calon Rute Pelanggan	29
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Nilai Fungsi Tujuan Setiap Pelajar	31
Tabel 4.4 Evaluasi Nilai <i>fitness</i>	32
Tabel 4.5 Pelajar Terbaik	33
Tabel 4.6 Nilai mata pelajaran ke-1 iterasi ke-1	33
Tabel 4.7 Rata-Rata Nilai Mata Pelajaran.....	34
Tabel 4.8 Nilai dari $X_j, kbest, i$	34
Tabel 4.9 Populasi Pelajar Baru	35
Tabel 4.10 Calon Rute Pelanggan Pada Populasi Pelajar Baru.....	35
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Fungsi Tujuan dan <i>Fitness</i> pada Solusi Baru Pelajar	36
Tabel 4.12 <i>Update Fitness</i> Pelajar	36
Tabel 4.13 Populasi Saat Ini.....	37
Tabel 4.14 Populasi Setelah Semua Pelajar Saling Berinteraksi	40
Tabel 4.15 Nilai Fungsi Tujuan dan Nilai <i>Fitness</i> Semua Pelajar	40
Tabel 4.16 Rute Biaya Minimum.....	41
Tabel 4.17 Hasil <i>Running</i> Program Data Kecil.....	42
Tabel 4.18 Rute Biaya Minimum pada Data Kecil	42
Tabel 4.19 Hasil <i>Running</i> Program Data Sedang.....	43
Tabel 4.20 Rute Biaya Minimum pada Data Sedang	43
Tabel 4.21 Hasil <i>Running</i> Program Data Besar	44
Tabel 4.22 Rute Biaya Minimum pada Data Besar.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi dari VRPTW	5
Gambar 4.1 Prosedur <i>Teaching_Learning_Based Optimization Algorithm</i>	17
Gambar 4.2 Prosedur Input Data.....	18
Gambar 4.3 Inisialisasi Parameter.....	19
Gambar 4.4 Membangkitkan Populasi Awal	20
Gambar 4.5 Prosedur Mengurutkan Calon Rute	21
Gambar 4.6 Prosedur Menghitung <i>Fitness</i>	21
Gambar 4.7 Prosedur Mengidentifikasi Solusi Terbaik	22
Gambar 4.8 Prosedur Menghitung Rata-rata	23
Gambar 4.9 Prosedur Menghitung Solusi Baru	23
Gambar 4.10 Update Fitness Pelajar	24
Gambar 4.11 Prosedur Interaksi Antar Pelajar	25
Gambar 4.12 Prosedur Mengidentifikasi Solusi Terbaik	26
Gambar 4.13 Prosedur Menampilkan Solusi Terbaik	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Flowchart penyelesaian VRPTW menggunakan Algoritma TLBO

Lampiran 2 Pseudocode fungsi tujuan

Lampiran 3 Data manual

Lampiran 4 Data kecil

Lampiran 5 Data sedang

Lampiran 6 Data besar

Lampiran 7 *Source Code* program

Lampiran 8 Hasil *running* program data kecil

Lampiran 9 Hasil *running* program data sedang

Lampiran 10 Hasil *running* program data besar

