

**PENERAPAN ALGORITMA *FUZZY* EVOLUSI  
PADA PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING*  
*PROBLEM WITH TIME WINDOW***

Skripsi

Disusun untuk melengkapi syarat-syarat  
guna memperoleh gelar Sarjana Sains



MUHAMAD ABDUR ROZAQ  
(3125155188)

PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2019

# ABSTRACT

MUHAMAD ABDUR ROZAQ, 3125155188. The Application of the *Fuzzy Evolutionary Algorithm on Vehicle Routing Problem With Time Window*. Thesis. Faculty of Mathematics and Natural Science Jakarta State University. 2019.

*Vehicle Routing Problem (VRP) is a problem to find the shortest path of a vehicle that starts from the original location (depot) visits several agents and returns to the original depot where the delivery has restrictions, namely both in terms of vehicle capacity, time, and cost. Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) is a problem to find the shortest path of a vehicle that starts from the original location (depot) visits several agents and returns to the original depot and the delivery has dependencies that is, time intervals. The method used in solving this problem is the Fuzzy evolutionary Algorithm by forming a graph of each agent or branch along with the distance and time weights between agents and defuzzifying 4 different time tempos based on PT. XYZ, then processes the genetic operators that are initiated by population initialization, selection, recombination, and mutations, and the results are in the form of the shortest path, namely Pulomas (depot) - Pluit - Kalideres - Kebon Jeruk - Tanjung Priok - Cililitan - Jatinegara - Pasar Senen - Tanah Abang - Pasar Minggu - Lebak Bulus - Pulomas (depot). with a total distance of 164.9 km.*

**Keywords :** *VRP, VRPTW, shortest path, fuzzy evolutionary algorithm.*

# ABSTRAK

MUHAMAD ABDUR ROZAQ, 3125155188. Penerapan Algoritma *Fuzzy* Evolusi Pada Penyelesaian *Vehicle Routing Problem With Time Window*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2019.

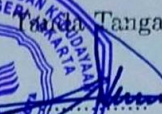
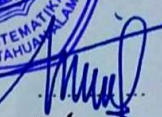
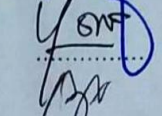
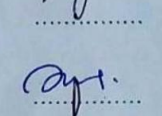
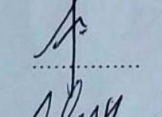
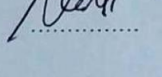
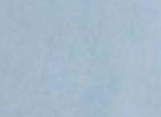
*Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah suatu permasalahan untuk menemukan lintasan terpendek sebuah kendaraan yang berawal dari lokasi asal (depot) mengunjungi beberapa agen dan kembali lagi ke depot asal dimana pengiriman tersebut mempunyai batasan, yaitu baik dari segi kapasitas kendaraan, waktu, dan biaya. *Vehicle Routing Problem with Time Window* (VRPTW) adalah suatu permasalahan untuk menemukan lintasan terpendek sebuah kendaraan yang berawal dari lokasi asal (depot) mengunjungi beberapa agen dan kembali lagi ke depot asal dan pengiriman tersebut mempunyai dependensi yaitu, interval waktu. Metode yang digunakan pada penyelesaian permasalahan ini adalah Algoritma *Fuzzy* Evolusi dengan cara membentuk graf tiap agen atau cabang beserta bobot jarak dan waktu antar agen dan melakukan defuzzifikasi 4 tempo waktu yang berbeda berdasarkan data jarak dan waktu PT. XYZ, kemudian melakukan proses pada operator genetika yang diawali oleh inialisasi populasi, seleksi, rekombinasi, dan mutasi, dan didapatkan hasil berupa lintasan terpendek, yaitu Pulomas (depot) - Pluit - Kalideres - Kebon Jeruk - Tanjung Priok - Cililitan - Jatinegara - Pasar Senen - Tanah Abang - Pasar Minggu - Lebak Bulus - Pulomas (depot). dengan total jarak 164,9 km.

**Kata kunci** : VRP, VRPTW, lintasan terpendek, algoritma *fuzzy* evolusi.

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA FUZZY EVOLUSI PADA  
PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH  
TIME WINDOW

Nama : Muhamad Abdur Rozaq  
No. Registrasi : 3125155188

	Nama	Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Dr. Adisya Putra, M.S NIP. 19601111 198703 1 003		27/1/2020
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Muktiningsih, M.Si NIP. 19640511 198903 2 001		27/1/2020
Ketua	: Drs. Mulyono, M.Kom NIP. 19660517 199403 1 003		30/12/2019
Sekretaris	: Debby Agustine, M.Si NIP. 19870821 201212 2 002		2/1/2020
Penguji	: Yudi Mahatma, M.Si NIP. 19761020 200812 1 001		6/1/2020
Pembimbing I	: Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd, M.Si NIP. 19810203 200604 2 001		7/1/2020
Pembimbing II	: Med Irzal, M.Kom NIP. 19770615 200312 1 001		7/1/2020

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal: 18 Desember 2019



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : MUHAMAD ABDUR ROZAQ  
No. Registrasi : 3125155188  
Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini yang saya buat dengan judul "**Penerapan Algoritma *Fuzzy* Evolusi Pada Penyelesaian *Vehicle Routing Problem with Time Window***" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, Desember 2019

Yang membuat pernyataan



Muhamad Abdur Rozaq





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhamad Abdur Rozas  
NIM : 3125155188  
Fakultas/Prodi : MIPA / Matematika  
Alamat email : abdurrozaa17@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Penerapan Algoritma Fuzzy Evolusi Pada Penyelesaian  
Vehicle Routing Problem With Time Window

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 24 Februari 2020

Penulis

(Muhamad Abdur Rozas)  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas pengetahuan dan kemampuan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Penerapan Algoritma *Fuzzy* Evolusi Pada Penyelesaian *Vehicle Routing Problem with Time Window* yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika Universitas Negeri Jakarta.

Skripsi ini berhasil diselesaikan tidak terlepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih terutama kepada:

1. Ibu Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Med Irzal, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Lukita Ambarwati, S.Pd., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Matematika FMIPA UNJ yang telah banyak membantu penulis.
4. Ibu Dra. Widyanti Rahayu, M.Si., selaku Pembimbing Akademik atas segala bimbingan dan kerja sama ibu selama perkuliahan, dan seluruh Bapak/Ibu dosen atas pengajarannya yang telah diberikan, serta karyawan/karyawati FMIPA UNJ yang telah memberikan informasi yang penulis butuhkan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Papa dan Mama yang selalu mendukung, memberi motivasi, dan selalu mengingatkan penulis untuk tetap melibatkan Allah dalam segala urusan.
6. Aa, Au, Awe dan Aci yang terus memberi semangat, mendoakan penulis, dan memberi bantuan baik moral maupun materiil ketika penulis mengalami kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
7. Nabila, Asma, Khalid, Fatih, Khadijah, Shanda, Ican, dan Alisha yang menghibur penulis ketika penulis mengalami kesulitan dalam penulisan skripsi ini.

8. Bang Kamal, Akram, Bagas, Dendo, Ipul, Basyari, Abdul, Pajar, Awan, Fikri, dan teman-teman Matematika B 2015 yang sangat luar biasa dan selalu memberi dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman SMAN 65 Jakarta khususnya Septem Acceleratio 07 (SA07) yang sangat luar biasa dan selalu memberi dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman SMPN 134 Jakarta yang sangat luar biasa dan selalu memberi dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman SDN Kembangan Selatan 01 Pagi Jakarta Barat yang sangat luar biasa dan selalu memberi dukungan dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
12. Muhammad Abdur Rozaq yang telah berhasil melawan rasa malas dan sudah membuktikan bahwa engkau telah berhasil menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, penulis akan menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga penulis dapat menjadi lebih baik lagi kedepannya.

Akhirnya penulis berharap agar makalah ini dapat berguna bagi lingkungan akademik di mana penulis selama ini menuntut ilmu, maupun pihak lain yang membutuhkan.

Jakarta, Desember 2019

Muhamad Abdur Rozaq



# DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Perumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Pembatasan Masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan Penulisan . . . . .	4
1.5 Manfaat Penulisan . . . . .	4
1.6 Metode Penelitian . . . . .	5
<b>II LANDASAN TEORI</b>	<b>6</b>
2.1 Teori Graf . . . . .	6
2.1.1 Graf Terhubung . . . . .	6
2.1.2 Graf Berarah . . . . .	7
2.1.3 Graf Berarah Berbobot . . . . .	8
2.1.4 Lintasan Terpendek . . . . .	8
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) . . . . .	10
2.3 <i>Vehicle Routing Problem with Time Window</i> (VRPTW) . . . . .	11
2.4 Teori <i>Fuzzy</i> . . . . .	13
2.5 Himpunan <i>Fuzzy</i> . . . . .	14
2.6 Defuzzifikasi . . . . .	15
2.7 Bilangan <i>Fuzzy</i> Trapesium . . . . .	15
2.7.1 <i>Ranking Fuzzy</i> Trapesium . . . . .	16
2.8 Algoritma <i>Fuzzy</i> Evolusi . . . . .	17
2.8.1 Istilah-Istilah dalam Algoritma <i>Fuzzy</i> Evolusi . . . . .	17

2.8.2	Proses Pengkodean ( <i>Encoding</i> ) . . . . .	19
2.8.3	Proses Pembangkitan Populasi (Inisialisasi) . . . . .	20
2.8.4	Proses Seleksi . . . . .	20
2.8.5	Proses Rekombinasi . . . . .	21
2.8.6	Proses Mutasi . . . . .	22
<b>III DESAIN MODEL</b>		<b>23</b>
3.1	Tahapan Penelitian . . . . .	23
3.2	Diagram Alir Penelitian . . . . .	25
<b>IV PEMBAHASAN</b>		<b>26</b>
4.1	Membaca Data . . . . .	26
4.2	Pembentukan Graf . . . . .	27
4.3	Proses Defuzzifikasi . . . . .	28
4.4	Proses Inisialisasi Populasi . . . . .	38
4.5	Proses Seleksi . . . . .	40
4.6	Proses Rekombinasi . . . . .	50
4.7	Proses Mutasi . . . . .	60
<b>V PENUTUP</b>		<b>63</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	63
5.2	Saran . . . . .	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>66</b>

# DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh Graf Terhubung . . . . .	7
2.2	Contoh Graf Terhubung Kuat . . . . .	7
2.3	Contoh Graf Berarah . . . . .	8
2.4	Contoh Graf Berarah Berbobot . . . . .	8
2.5	Contoh Kasus Lintasan Terpendek . . . . .	9
2.6	Representasi Trapesium (Sumber: Sri Kusumadewi, 2002) . . . . .	16
2.7	Contoh Proses <i>Roulette Wheel Selection</i> . . . . .	21
2.8	Contoh <i>Partially Mapped Crossover</i> . . . . .	22
2.9	Contoh <i>Invers Mutation</i> . . . . .	22
3.1	Diagram Algoritma <i>fuzzy</i> evolusi . . . . .	25
4.1	Lokasi Depot dan Agen PT. XYZ . . . . .	27
4.2	Visualisasi Graf . . . . .	28
4.3	Probabilitas Kumulatif dalam <i>Roulette Wheel</i> . . . . .	47
4.4	Lintasan Terpendek . . . . .	62
5.1	Data pengamatan 4 waktu tempo . . . . .	66
5.2	Data pengamatan waktu tempo yang telah di defuzzifikasi dan jarak antar lokasi . . . . .	66
5.3	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 1 . . . . .	67
5.4	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 2 . . . . .	67
5.5	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 3 . . . . .	67
5.6	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 4 . . . . .	68
5.7	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 5 . . . . .	68
5.8	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 6 . . . . .	68
5.9	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 7 . . . . .	68
5.10	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 8 . . . . .	68
5.11	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 9 . . . . .	69
5.12	Perhitungan Nilai Penalty Kromosom 10 . . . . .	69

## DAFTAR TABEL

4.1	Depot dan Agen PT. XYZ . . . . .	26
4.2	Kromosom-kromosom pilihan dari proses rekombinasi . . . . .	59
4.3	Jumlah Jarak tiap Kromosom dari proses mutasi . . . . .	61