

**PENYELESAIAN FUZZY CAPACITATED VEHICLE ROUTING
PROBLEM DENGAN BILANGAN FUZZY TRAPESIUM DIPERUMUM
MENGUNAKAN ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Matematika*



Disusun Oleh:
Adinda Shyfa Dianissa
NIM. 2103768

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

PENYELESAIAN *FUZZY CAPACITATED* *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DENGAN BILANGAN *FUZZY* TRAPESIUM DIPERUMUM MENGGUNAKAN *ADAPTIVE* *GENETIC ALGORITHM*

Oleh
Adinda Shyfa Dianissa

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Adinda Shyfa Dianissa 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

ADINDA SHYFA DIANISSA

**PENYELESAIAN *FUZZY CAPACITATED VEHICLE ROUTING*
PROBLEM DENGAN BILANGAN *FUZZY* TRAPESIUM DIPERUMUM
MENGUNAKAN *ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM***

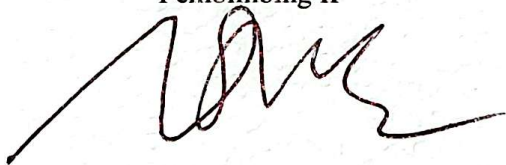
Disetujui dan disahkan oleh,
Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II



Dr. Sumanang M. Gozali, M.Si.

NIP. 197411242005011001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Penelitian ini membahas *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang merupakan salah satu permasalahan optimasi klasik dalam distribusi logistik, di mana sejumlah kendaraan dengan kapasitas terbatas harus mengunjungi sejumlah konsumen dengan permintaan tertentu secara efisien. Waktu tempuh antar lokasi diasumsikan tidak pasti sebagai bilangan *fuzzy* trapesium diperumum. Untuk menyelesaikan model tersebut, digunakan pendekatan *Adaptive Genetic Algorithm* (AGA) yang merupakan pengembangan dari *Genetic Algorithm* yang dapat menyesuaikan laju *crossover* dan mutasi secara dinamis selama proses evolusi. Pendekatan AGA ini menjadi salah satu pembeda utama dari penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini mengimplementasikan model *Fuzzy Capacitated Vehicle Routing Problem* (FCVRP) pada kasus distribusi gas LPG oleh salah satu agen di Kabupaten Karawang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meminimalkan total waktu tempuh distribusi. Pada skenario optimal, waktu tempuh minimum yang diperoleh adalah 113,64 menit dengan kombinasi parameter terbaik yaitu ukuran populasi sebesar 100, nilai maksimum *crossover* 0,9, nilai minimum mutasi 0,1, dan generasi sebanyak 50.

Kata Kunci: *Fuzzy Capacitated Vehicle Routing Problem*, *Fuzzy* Trapesium Diperumum, *Adaptive Genetic Algorithm*, Optimisasi Rute, Distribusi Gas LPG.

ABSTRACT

This study discusses the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), which is one of the classic optimization problems in logistics distribution, where a number of vehicles with limited capacity must efficiently visit a set of customers with specific demands. The travel time between locations is assumed to be uncertain and represented as a generalized trapezoidal fuzzy number. To solve this model, an Adaptive Genetic Algorithm (AGA) is used, which is an enhancement of the traditional Genetic Algorithm that dynamically adjusts the crossover and mutation rates during the evolutionary process. The use of AGA serves as a key differentiator from previous studies, which typically rely on conventional genetic algorithms. This research implements the Fuzzy Capacitated Vehicle Routing Problem (FCVRP) model in the case of LPG gas distribution by an agent in Karawang Regency. The simulation results show that this approach is capable of minimizing the total travel time for distribution. In the optimal scenario, the minimum travel time obtained is 113.64 minutes, with the best parameter combination being a population size of 100, a maximum crossover rate of 0.9, a minimum mutation rate of 0.1, and 50 generations.

Keywords: *Fuzzy Capacitated Vehicle Routing Problem, Generalized Trapezoidal Fuzzy Numbers, Adaptive Genetic Algorithm, Route Optimization, LPG Distribution.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Vehicle Routing Problem	5
2.2. Bilangan <i>Fuzzy</i>	8
2.3. Algoritma Genetika	13
2.4. Algoritma Genetika Adaptif	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Deskripsi Masalah	22
3.2. Tahapan Penelitian	22

3.3. Model Optimisasi <i>Fuzzy</i> dari CVRP	24
3.4. Teknik Penyelesaian.....	25
3.5. Implementasi AGA pada Penyelesaian FCVRP	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Model Optimisasi FCVRP	34
4.2. Contoh Kasus	36
4.3. Implementasi	43
4.3.1. Data Penelitian	44
4.3.2. Model Optimisasi	45
4.3.3. Validasi.....	45
4.3.4. Tahap Implementasi	46
4.3.5. Hasil Implementasi.....	47
4.3.6. Analisis Hasil	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik <i>Fuzzy</i> Segitiga	9
Gambar 2.2 Grafik <i>Fuzzy</i> Segitiga Diperumum.....	10
Gambar 2.3 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium	10
Gambar 2.4 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum.....	11
Gambar 2.5 Grafik <i>Fuzzy</i> Pentagonal	12
Gambar 2.6 Grafik <i>Fuzzy</i> Pentagonal Diperumum	12
Gambar 2.7 Mekanisme Seleksi Turnamen	16
Gambar 3.1 Representasi Kromosom	28
Gambar 3.2 Swapping Mutation	32
Gambar 3.3 Flowchart tahapan penyelesaian FCVRP	33
Gambar 4.1 Hasil Distribusi Menggunakan Software Matlab	46
Gambar 4.2 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Depot.....	47
Gambar 4.3 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 1	47
Gambar 4.4 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 2	48
Gambar 4.5 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 3	48
Gambar 4.6 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 4	48
Gambar 4.7 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 5	49
Gambar 4.8 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 6	49
Gambar 4.9 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 7	49
Gambar 4.10 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 8	50
Gambar 4.11 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 9	50
Gambar 4.12 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 10	50
Gambar 4.13 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 11	51

Gambar 4.14 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 12	51
Gambar 4.15 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 13	51
Gambar 4.16 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 14	52
Gambar 4.17 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 15	52
Gambar 4.18 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 16	52
Gambar 4.19 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 17	53
Gambar 4.20 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 18	53
Gambar 4.21 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 19	53
Gambar 4.22 Grafik <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum untuk Konsumen 20	54
Gambar 4.23 Perkembangan Nilai Fitness	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Waktu Tempuh dari Depot ke Setiap Konsumen	36
Tabel 4.2 Data Waktu Tempuh dari Konsumen 1 ke Depot dan ke Setiap Konsumen Lainnya.....	36
Tabel 4.3 Data Waktu Tempuh dari Konsumen 2 ke Depot dan ke Setiap Konsumen Lainnya.....	37
Tabel 4.4 Data Waktu Tempuh dari Konsumen 3 ke Depot dan ke Setiap Konsumen Lainnya.....	37
Tabel 4.5 Data Waktu Tempuh dari Konsumen 4 ke Depot dan ke Setiap Konsumen Lainnya.....	37
Tabel 4.6 Data Waktu Tempuh dari Konsumen 5 ke Depot dan ke Setiap Konsumen Lainnya.....	37
Tabel 4.7 Bilangan <i>Fuzzy</i> Trapesium yang Diperumum dari Waktu Tempuh	39
Tabel 4.8 Peringkat <i>Fuzzy</i> Trapesium yang Diperumum untuk Data Waktu Perjalanan.....	39
Tabel 4.9 Nilai Fitness dari Setiap Kromosom	41
Tabel 4.10 Nilai Fitness C1, C2, M1, dan M2	43
Tabel 4.11 Data Lokasi dan Permintaan Konsumen.....	44
Tabel 4.12 Pengaruh Parameter Pop Size	56
Tabel 4.13 Pengaruh Nilai Maksimum Crossover	57
Tabel 4.14 Pengaruh Nilai Minimum Mutasi	58
Tabel 4. 15 Pengaruh Parameter Max Gen	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Waktu Tempuh Antar Lokasi Distribusi.....	65
Lampiran 2 Parameter <i>Fuzzy</i> Trapesium dari Waktu Tempuh Antar Lokasi Distribusi.....	77
Lampiran 3 Kode Program MATLAB untuk <i>Fuzzy</i> Trapesium Diperumum.....	89
Lampiran 4 Kode Program MATLAB untuk CVRP	91

DAFTAR PUSTAKA

- Dubois, D., & Prade, H. (1980). *Fuzzy sets and systems: Theory and applications*. Academic Press.
- Goldberg, D. E., & Deb, K. (1991). A comparative analysis of selection schemes used in genetic algorithms. In *Foundations of Genetic Algorithms* (pp. 69-93). Morgan Kaufmann.
- Hidayat, I., Emut, & Waryanto, N. H. (2016). Penerapan GA pada penyelesaian capacitated vehicle routing problem (CVRP) untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Kumar, R., & Gupta, S. (2015). Different types of *fuzzy* numbers and certain properties. *Journal of Fuzzy Systems*, 15(2), 123-134.
- Kusumawati, R., Sahid, & Lestari, A. D. (2019). Ant colony system algorithm for generalized trapezoidal *fuzzy* capacitated vehicle routing problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321, 022083. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/2/022083>
- Mitchell, M. (1996). *An introduction to genetic algorithms*. MIT Press.
- Pathinathan, T., Ponnivalavan, K., & Ebinesar, M. D. (2020). Different types of *fuzzy* numbers and certain properties. *Journal of Computer and Mathematical Sciences*, 6(11), 631-651. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/2/022083>
- Yager, R. R., & Zadeh, L. A. (1994). *An introduction to fuzzy logic applications*. Springer.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets*. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zhu, J. (2022). Solving Capacitated Vehicle Routing Problem by an Improved Genetic Algorithm with *Fuzzy* C-Means Clustering. *Scientific Programming*, Article ID 8514660, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8514660>

Zimmermann, H. J. (1991). *Fuzzy set theory—and its applications*. Kluwer Academic Publishers.