

# **MULTI-DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOW MENGUNAKAN ADAPTIVE GENETIC ALGORITHM DENGAN FUZZY LOGIC CONTROLLER**

**Tri Kusnandi Fazarudin<sup>1</sup>, Mahmud Dwi Sulistiyo<sup>2</sup>, Gia Septiana Wulandari<sup>3</sup>**

Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom<sup>1,2,3</sup>  
inet113112258@gmail.com<sup>1</sup>, mahmuddwis@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>,  
giaseptiana@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

## **ABSTRACT**

*Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Time Window (MDVRPTW) is a problem of finding an optimal route for a supplier. The supplier needs to deliver goods to a number of customers using the vehicles located in a number of depots. Each delivery must be done within the service time specified by each customer. The vehicles used have a maximum limit on the amount of goods that can be loaded and the maximum time the vehicle may be used. MDVRPTW is one of the variations of Vehicle Routing Problem (VRP). There are various algorithms that have been used to solve VRP problems. Some of them are Genetic Algorithm (GA), Tabu Search, and Adaptive GA with Artificial Bee Colony. GA can solve the problem within a shorter time, but it is vulnerable to get trapped in a local optimum. A strategy to reduce the probability of it is to make the GA adaptive. In this research, MDVRPTW is solved with GA. To reduce the probability of getting trapped in a local optimum, the GA parameters are made adaptive using Fuzzy Logic Controller (FLC). Based on the results of this research, using FLC on GA causes the average of the solution to be better than the solution produced using GA without FLC.*

*Keywords: Multi-Depot Vehicle Routing Problem, Time Window, Genetic Algorithm, Fuzzy Logic Controller, optimal route*

## **INTISARI**

*Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Time Window (MDVRPTW) adalah permasalahan pencarian rute optimal bagi suatu penyuplai. Penyuplai tersebut perlu mengirimkan barang ke sejumlah pelanggan dengan menggunakan kendaraan yang terdapat pada sejumlah depot. Setiap pengiriman barang tersebut harus dilakukan dalam rentang waktu pelayanan yang ditentukan oleh setiap pelanggan. Kendaraan yang digunakan mempunyai batasan jumlah maksimal barang yang dapat dibawa, dan waktu maksimal kendaraan tersebut boleh digunakan. MDVRPTW merupakan salah satu variasi dari *Vehicle Routing Problem* (VRP). Terdapat berbagai algoritma yang telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan VRP. Beberapa algoritma tersebut adalah *Genetic Algorithm* (GA), *Tabu Search*, dan *Adaptive GA* dengan *Artificial Bee Colony*. GA dapat menyelesaikan permasalahan dalam waktu yang lebih singkat, tetapi rentan terjebak dalam optimum lokal. Salah satu strategi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya hal tersebut adalah dengan membuat GA menjadi adaptif. Pada penelitian ini, MDVRPTW diselesaikan dengan GA. Untuk mengurangi kemungkinan GA untuk terjebak pada optimum lokal, parameter pada GA dibuat menjadi adaptif menggunakan *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, penggunaan FLC pada GA dapat meningkatkan rata-rata kualitas solusi yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan GA yang tidak menggunakan FLC.*

*Kata kunci: Multi-Depot Vehicle Routing Problem, Time Window, Genetic Algorithm, Fuzzy Logic Controller, rute optimal*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang Masalah dan Tujuan**

Proses pendistribusian barang merupakan salah satu hal penting pada sebuah penyuplai. Rute distribusi barang dari depot ke konsumen yang optimal dapat mengurangi biaya pengiriman. Penyuplai yang memiliki sejumlah depot mengerahkan sejumlah kendaraan untuk mengirimkan barang kepada sejumlah konsumen dalam

rentang waktu pelayanan tertentu dan kembali lagi ke depotnya semula. Setiap kendaraan mempunyai batas kapasitas barang dan batas waktu penggunaan. Permasalahan ini dapat dimodelkan kedalam *Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Time Window* (MDVRPTW).

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan GA dengan FLC untuk menyelesaikan

MDVRPTW serta menganalisis pengaruh penggunaan metode rekombinasi, metode mutasi, dan *Fuzzy Logic Controller* (FLC) pada kualitas solusi yang dihasilkan oleh GA.

GA dibuat berdasarkan mekanisme pencarian paralel yang terinspirasi dari alam. GA dipilih karena cocok untuk penyelesaian masalah stokastik dan dapat mencari nilai optimum global lebih cepat karena tidak semua kemungkinan nilai dihitung. GA dapat terjebak dalam optimum lokal. FLC adalah sistem yang digunakan untuk mengontrol sistem lain (GA). FLC digunakan untuk membuat parameter GA menjadi adaptif. GA yang adaptif dapat menghindari terjadinya konvergensi prematur.

Pada penelitian ini, *dataset* yang digunakan adalah *MDVRPTW library* oleh Cordeau (MDVRP, 2014). Jenis *Time Window* yang digunakan adalah *Soft Time Window*. Operator evolusi dibatasi sehingga tidak memungkinkan pelayanan pelanggan berpindah ke depot lain. Parameter GA yang diadaptasikan adalah probabilitas rekombinasi dan probabilitas mutasi.

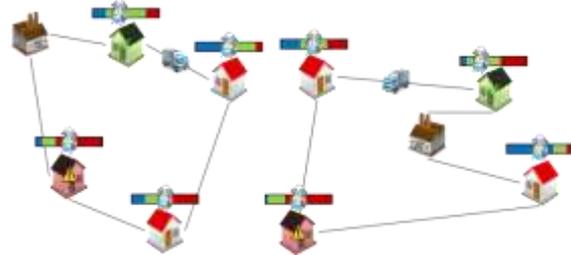
### Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian tentang *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada (Ombuki, 2006), VRP with *Time Window* (VRPTW) diselesaikan menggunakan *Genetic Algorithm* (GA). Penelitian (Ombuki, 2009), (Crevier, 2005), (Surekha, 2011), dan (Wei, 2013) membahas penyelesaian *Multi Depot* (MD) VRP menggunakan GA. Pada (Ombuki, 2009), operator mutasi pada GA bersifat *inter-depot*, sedangkan pada (Surekha, 2011) tidak. Pada (Crevier, 2005), kendaraan dapat mengunjungi depot untuk mengisi ulang stok barang dan melanjutkan perjalanannya.

Pada (Wei, 2013), pelanggan memiliki jenis permintaan yang berbeda-beda sehingga hanya dapat dilayani oleh depot tertentu. Pada (Liu, 2013), MDVRPTW diselesaikan menggunakan *Adaptive GA* dengan *Artificial Bee Colony*. Pada penelitian (Ombuki, 2009), (Ombuki, 2006), (Surekha, 2011), dan (Wei, 2013), parameter pada GA bersifat tetap. Hal ini dapat menyebabkan GA menjadi lebih rentan terjebak dalam optimum lokal (Herrera, n/a; Liu, 2013).

### Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Time Window

*Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Time Window* (MDVRPTW) pada dasarnya adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan berbagai tambahan ketentuan. MDVRPTW lebih mendekati dengan keadaan permasalahan pada dunia nyata yang dimodelkan, meskipun proses pencarian solusinya menjadi lebih rumit. Pada MDVRPTW, terdapat beberapa depot yang masing-masing mempunyai sejumlah kendaraan dengan kapasitas dan batas waktu penggunaan yang sama. Kendaraan-kendaraan tersebut melakukan pengiriman ke sejumlah pelanggan dalam rentang waktu pelayanan tertentu dan kembali lagi ke depotnya semula.



Gambar 1 Ilustrasi MDVRPTW

### Adaptive Genetic Algorithm

*Adaptive Genetic Algorithm* (GA) adalah pengembangan dari GA dengan parameter yang dapat menyesuaikan diri dengan keadaan populasi. *Adaptive GA* pada penelitian ini terdiri dari GA dan FLC yang digunakan untuk mengontrol parameter pada GA. Keunggulan *Adaptive GA* dibandingkan dengan GA biasa adalah dapat menghindari konvergensi prematur yang sering terjadi pada GA biasa. Keadaan pada saat solusi yang dihasilkan terjebak pada optimum lokal mulai dari generasi awal sampai akhir disebut dengan konvergensi prematur.

*Genetic Algorithm* (GA) sendiri merupakan salah satu teknik *searching* pada kecerdasan buatan yang bersifat probabilistik. GA dapat menghasilkan solusi yang berbeda-beda setiap kali dijalankan dengan menggunakan persoalan dan pengaturan yang sama. Keunggulan GA adalah waktu komputasinya lebih cepat untuk permasalahan yang luas dibandingkan jika menggunakan teknik *searching* deterministik. Namun, GA

mempunyai kekurangan yaitu hasil dari pencarian seringkali bukan merupakan solusi yang optimal, hanya mendekati optimal. GA cocok digunakan pada ruang permasalahan yang sangat luas dan jika solusi yang diperlukan tidak harus yang paling optimal, cukup yang mendekati optimal.

**Representasi Individu**

Individu perlu direpresentasikan ke dalam kromosom dengan pengkodean yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi (Suyanto-EC, 2008). Terdapat beberapa pengkodean untuk representasi individu pada GA. Salah satunya adalah dengan pengkodean permutasi.

Pengkodean permutasi adalah pengkodean yang menghasilkan sebuah individu yang setiap gen pada kromosomnya menyatakan suatu urutan. Setiap gen pada kromosom merupakan bilangan *integer* dari 1 sampai *n* jumlah pelanggan yang muncul tepat satu kali. Pengkodean ini cocok untuk digunakan pada permasalahan penentuan urutan.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depot A					Depot B				

Gambar 2 Contoh Kromosom dengan Pengkodean Permutasi

**Evaluasi Individu**

Evaluasi individu menggunakan nilai *fitness* yang menunjukkan seberapa ideal suatu solusi bagi permasalahan yang sedang dihadapi. Untuk kasus minimasi, fungsi *fitness* yang digunakan adalah sebagai berikut (Suyanto-EC, 2008).

$$f = \frac{1}{(t+p_{tw}+p_{dpk})*(1+p_{ptt})} \quad (1)$$

Keterangan:

*f*: nilai *fitness*

*t*: jumlah waktu tempuh

*p<sub>tw</sub>*: penalti *time window*

*p<sub>dpk</sub>*: penalti durasi penggunaan kendaraan

*p<sub>ptt</sub>*: penalti pelanggan yang tidak terlayani

**Seleksi Orangtua**

Seleksi orangtua adalah proses pemilihan kromosom yang akan menjadi orangtua pada proses rekombinasi (Suyanto-EC, 2008). Salah satu metode seleksi orangtua adalah *roulette wheel*. Setiap kromosom diberikan nilai probabilitas untuk terpilih yang diperoleh dari hasil pembagian antara nilai *fitness* kromosom tersebut dengan jumlah nilai *fitness* dari semua kromosom pada populasi

tersebut. Untuk memilih *n* kromosom, dilakukan *n* kali pemilihan yang dilakukan layaknya memutar sebuah roda (*roulette wheel*) yang dilengkapi dengan satu anak panah. Pada saat putaran berhenti, kromosom yang ditunjuk oleh anak panah tersebut akan terpilih sebagai orangtua.

**Rekombinasi**

Rekombinasi atau *crossover* adalah proses pindah silang gen dari dua buah kromosom orangtua untuk menghasilkan dua buah kromosom anak yang semua gennya berasal dari kromosom orangtua (Suyanto-EC, 2008). Metode rekombinasi yang digunakan ada empat, yaitu *order crossover*, *partially mapped crossover*, *cycle crossover*, dan *edge recombination*.

**Mutasi**

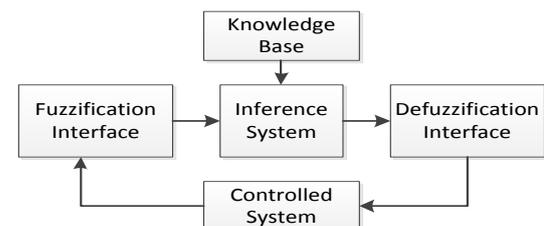
Mutasi adalah proses pengubahan gen pada kromosom untuk mendapatkan kromosom yang baru (Suyanto-EC, 2008). Metode mutasi yang digunakan ada empat, yaitu *insert mutation*, *swap mutation*, *inversion mutation*, dan *scramble mutation*.

**Seleksi Survivor**

Seleksi *survivor* adalah proses penyeleksian kromosom yang akan bertahan hidup pada generasi berikutnya (Suyanto-EC, 2008). Pada skema *generational replacement*, semua kromosom pada generasi yang lama akan digantikan oleh semua kromosom pada generasi yang baru. Untuk mempertahankan kromosom terbaik dari generasi lama, dilakukan *elitisme*, yaitu penyalinan kromosom terbaik pada generasi lama agar tetap dapat dipertahankan pada generasi yang mendatang.

**Fuzzy Logic Controller**

*Fuzzy Logic Controller* (FLC) berfungsi untuk mengatur parameter dari suatu sistem yang sedang dikontrol (dalam hal ini GA) berdasarkan keadaan sebelumnya dari sistem tersebut. FLC terdiri dari *fuzzification interface*, *rule base*, sistem inferensi, dan *defuzzification interface*.

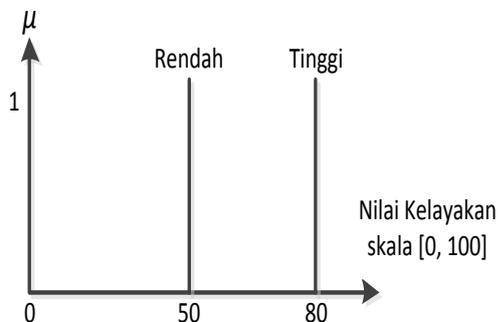


Gambar 3 Struktur Umum FLC (Herrera, n/a)

Proses yang terjadi pada FLC adalah sebagai berikut (Suyanto-SC, 2008):

1. *Fuzzification* adalah proses pengubahan *crisp input* (masukan dengan nilai kebenaran yang batasannya bersifat jelas), menjadi *fuzzy input* (masukan dengan nilai kebenaran yang bersifat samar) menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.
2. Inferensi adalah proses penalaran menggunakan *fuzzy rules* yang telah ditentukan berdasarkan *fuzzy input* yang ada dan menghasilkan *fuzzy output*
3. *Defuzzification* adalah proses pengubahan *fuzzy output* menjadi *crisp output* menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan untuk menentukan perubahan parameter GA.

Inferensi dengan Model Sugeno sering digunakan untuk membangun sistem kontrol (dalam hal ini pengontrolan parameter GA) yang membutuhkan respon cepat. Karena proses perhitungannya yang sederhana, model ini cocok untuk sistem kontrol (Suyanto-SC, 2008). Proses *defuzzification* pada model ini menggunakan fungsi keanggotaan *singleton*. Berikut ini adalah contoh grafik fungsi keanggotaan *singleton* (Suyanto-SC, 2008).



Gambar 4 Grafik Fungsi Keanggotaan dengan Model Sugeno (Suyanto-SC, 2008)

Adapun pengontrolan GA dilakukan pada setiap kali kondisi pengontrolan terpenuhi. Pengontrolan GA dilakukan pada probabilitas rekombinasi dan probabilitas mutasi. Parameter yang menjadi masukan adalah jumlah generasi yang sudah berjalan dan

*Phenotypic Diversity* (PD). PD adalah ukuran keragaman fenotip dari semua individu pada populasi GA dengan rentang nilai [0,1). PD dapat dihitung dengan rumus berikut (Herrera, n/a).

$$PD = 1 - \left\{ \left( \frac{f_r}{f_b} + \frac{f_w}{f_r} \right) \left( \frac{1}{2} \right) \right\} \quad (2)$$

Keterangan:

PD : *Phenotypic Diversity*

$f_r$  : *fitness* rata-rata

$f_b$  : *fitness* terbaik

$f_w$  : *fitness* terburuk

## HASIL DAN PEMBAHASAN

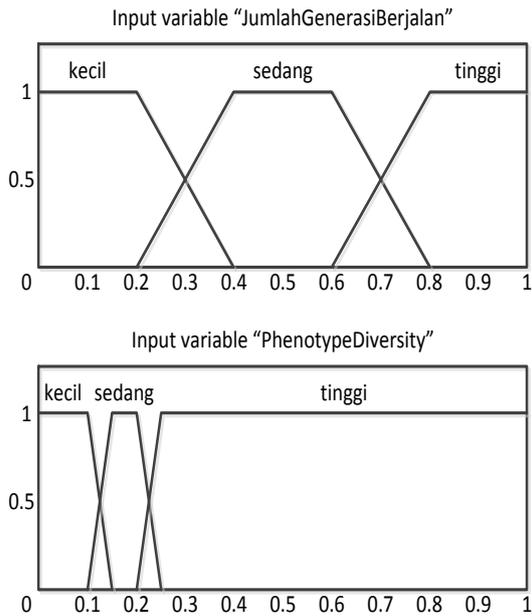
### Perancangan Sistem

Spesifikasi sistem yang digunakan adalah sebagai berikut.

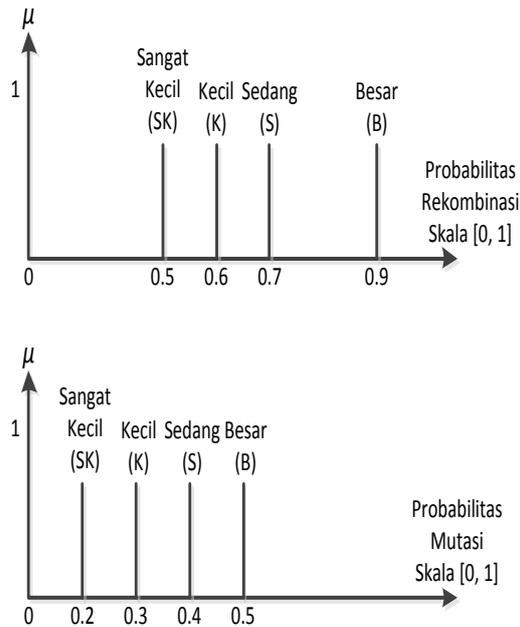
Tabel 1 Spesifikasi Sistem

<b>Genetic Algorithm (GA)</b>	
Representasi	Pengkodean permutasi
Seleksi orangtua	<i>Roulette Wheel</i>
Rekombinasi	Empat metode rekombinasi
Mutasi	Empat metode mutasi
Seleksi survivor	<i>Generational replacement</i>
<b>Fuzzy Logic Controller (FLC)</b>	
Fungsi keanggotaan	Trapesium
Model inferensi	Sugeno

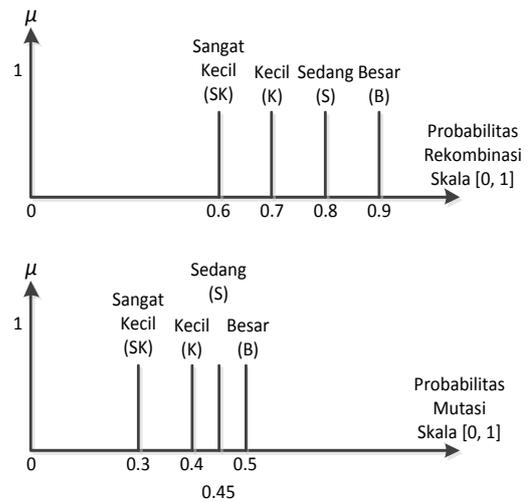
Parameter masukan pada sistem adalah nama *dataset*, kromosom awal, ukuran populasi, jumlah generasi maksimal pada GA, probabilitas rekombinasi ( $p_r$ ), probabilitas mutasi ( $p_m$ ), metode rekombinasi yang akan digunakan, metode mutasi yang akan digunakan, dan penggunaan FLC pada GA. Adapun parameter kontrol pada sistem antara lain fungsi *fitness*, fungsi keanggotaan yang berperan dalam proses *fuzzification* dan *defuzzification*, *fuzzy rules*, kondisi pengontrolan, dan kondisi berhenti. Parameter keluaran dari sistem adalah rute yang perlu ditempuh oleh setiap kendaraan pada setiap depot dan jumlah waktu tempuh dari semua rute. Spesifikasi fungsi keanggotaan untuk variabel input dan output dari FLC adalah sebagai berikut.



Gambar 5 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan



Gambar 6 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Keluaran Skema 1



Gambar 7 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Keluaran Skema 2

Spesifikasi dari *fuzzy rules* yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Daftar *Fuzzy Rules*

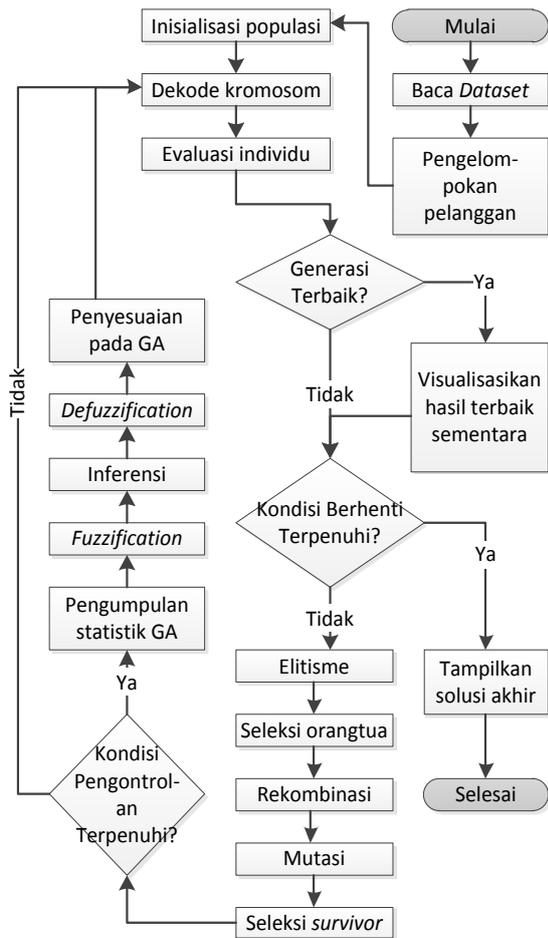
$p_r$	PD		
JGB	K	S	B
K	B	B	S
S	B	S	K
B	S	K	SK

$p_m$	PD		
JGB	K	S	B
K	B	S	K
S	S	K	SK
B	K	SK	SK

Keterangan:

JGB: jumlah generasi yang sudah berjalan  
 PD: *phenotypic diversity*

Secara umum, sistem yang dibangun merupakan sistem *hybrid* antara GA dan FLC. GA melakukan pencarian susunan kromosom terbaik yang merepresentasikan jalur yang akan dilalui MDVRPTW, sedangkan FLC merupakan sistem kendali yang dapat mengoptimalkan proses pencarian yang dilakukan oleh GA. Berikut adalah *flow chart* dari proses yang terjadi pada sistem.



Gambar 8 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Keluaran Skema 2

Untuk mengukur keoptimalan solusi yang dihasilkan oleh sistem, fitness dari solusi terbaik sistem dibandingkan dengan fitness dari best known solution yang disertakan pada dataset. Keoptimalan solusi yang dihasilkan oleh sistem dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Keoptimalan} = \frac{\text{fitness}_{\text{solusi terbaik}}}{\text{fitness}_{\text{BKS}}} * 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

BKS: *Best Known Solution*

### Implementasi dan Analisis

Rancangan sistem yang telah dibuat kemudian diimplementasikan, dilakukan pengujian, dan dianalisis hasilnya. Pengujian yang dilakukan menggunakan *dataset* pr01 dan pr07 dari *MDVRPTW library* (MDVRP, 2014).

Tabel di bawah ini menyatakan spesifikasi permasalahan pada setiap *dataset*.

Tabel 3 Spesifikasi *Dataset* yang Digunakan

Nama <i>Dataset</i>	Jumlah Kendaraan Setiap Depot	Jumlah Pelanggan	Jumlah Depot	Batasan Kendaraan	
				Durasi	Beban
pr01	2	48	4	500	200
pr07	2	72	6	500	200

Nilai parameter GA yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 4 Daftar Nilai Parameter yang Digunakan

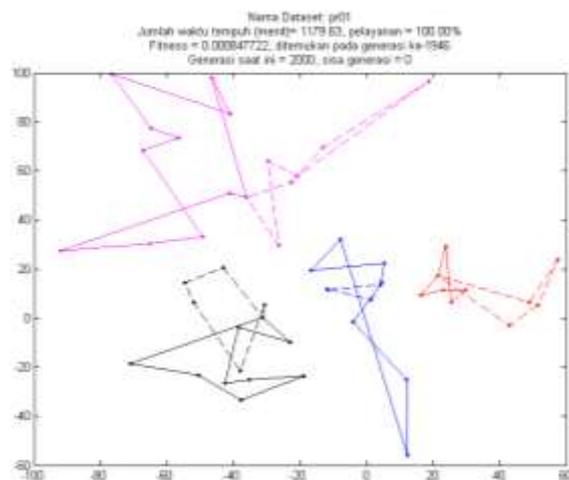
Parameter	Nilai
Ukuran Populasi	50
Generasi Maksimal	2000
Probabilitas Rekombinasi	0,6;0,7;0,9
Probabilitas Mutasi	0,3;0,4;0,5

Kode pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut.

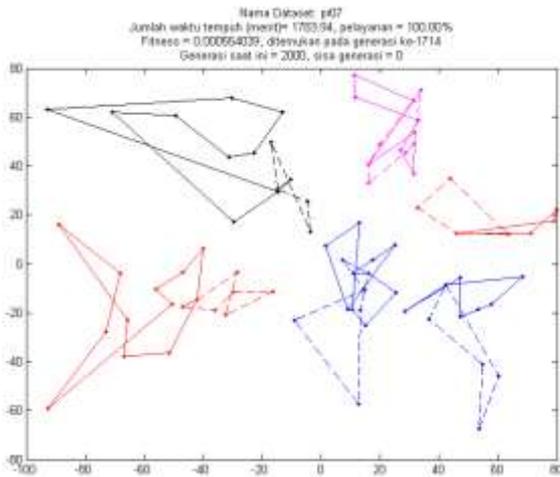
Tabel 5 Kode Pengujian Berdasarkan Metode

Kode	Rekombinasi	Mutasi	Dengan FLC
0	-	-	Tidak
1	<i>Order</i>	<i>Insert</i>	Ya
2	<i>Partially Mapped</i>	<i>Swap</i>	-
3	<i>Cycle</i>	<i>Inversion</i>	-
4	<i>Edge Recombination</i>	<i>Scramble</i>	-

Berikut ini adalah hasil *running* terbaik oleh sistem untuk setiap *dataset*.



Gambar 9 Screenshot Hasil *Running Dataset* pr01

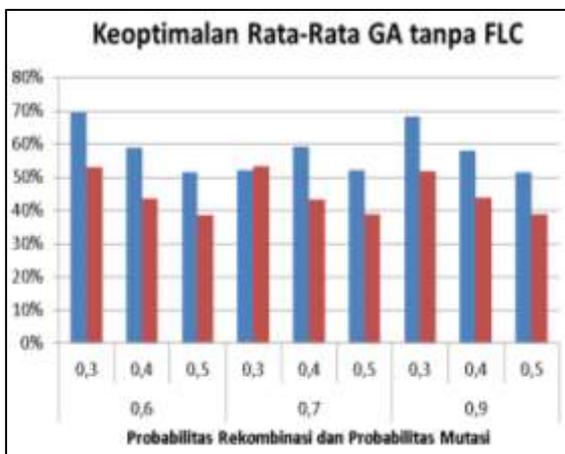


Gambar 10 Screenshot Hasil Running Dataset pr07

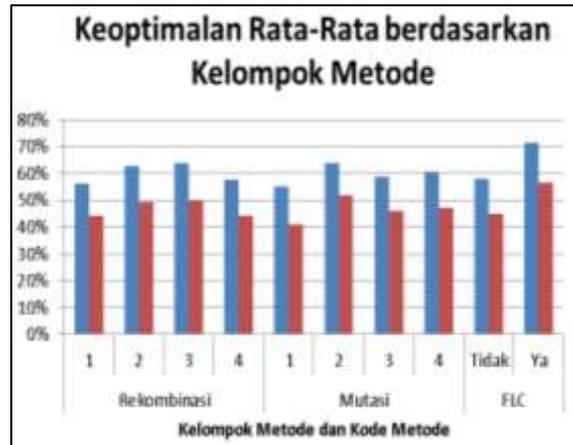
Pada Gambar 9 dan 10 di atas, sumbu horizontal menyatakan koordinat x dan sumbu vertikal menyatakan koordinat y. Pada kedua gambar tersebut terlihat bahwa hasil rute yang dipilihkan oleh sistem sudah cukup baik karena telah mengelompok sesuai kedekatan posisi antar node (pelanggan) dalam satu rute (satu kendaraan).

Pada sistem, penentuan depot mana yang akan melayani setiap pelanggan dilakukan dengan mengusahakan agar jumlah beban permintaan barang yang dilayani oleh setiap depot tidak terlalu berbeda satu sama lain. Hal yang sama juga dilakukan dalam pembagian kendaraan.

Hasil pengujian yang telah dilakukan dikelompokkan berdasarkan metode yang digunakan, sehingga menghasilkan data sebagai berikut. Untuk setiap pasangan batang, diberikan hasil keoptimalan untuk dataset pr01 (kiri) dan pr07 (kanan).



Gambar 11 Hasil Pengujian untuk GA tanpa FLC



Gambar 12 Hasil Pengujian berdasarkan Kelompok Metode

Pada Gambar 11 dan 12 di atas, sumbu horizontal menyatakan setting parameter untuk metode yang digunakan pada rekombinasi, mutasi, dan FLC. Adapun sumbu vertikal menyatakan persentase keoptimalan hasil sistem. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, kombinasi nilai probabilitas rekombinasi sebesar 0,6 dan nilai probabilitas sebesar 0,3 serta penggunaan metode *cycle crossover*, metode *swap mutation*, dan FLC menghasilkan solusi dengan nilai rata-rata keoptimalan yang tertinggi.

Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil terbaik sebagai berikut.

Tabel 6 Best Known Solution

Dataset	Jumlah Waktu Tempuh (menit)	Fitness ( $\times 10^{-4}$ )
pr01	1083,98	9,2253
pr07	1423,35	7,0257

Tabel 7 Solusi Terbaik Sistem

Dataset	Kode	Jumlah Waktu Tempuh (menit)	Fitness ( $\times 10^{-4}$ )	Ke-optimal-an
pr01	141	1179,63	8,4472	91,89%
pr07	441	1783,94	5,5404	78,86%

Solusi terbaik yang dihasilkan oleh sistem mempunyai nilai keoptimalan terhadap *best known solution* untuk pr01 dan pr07 berturut-turut sebesar 91,89% dan 78,86%. Hasil terbaik untuk pr01 diperoleh dengan menggunakan metode *order crossover*, metode *scramble mutation*, dan menggunakan FLC. Sedangkan untuk pr07, diperoleh dengan metode *edge recombination*, metode *scramble mutation*, dan menggunakan FLC.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan beberapa hal. *Genetic Algorithm* biasa dapat digunakan untuk menyelesaikan MDVRPTW dengan keoptimalan solusi yang terbaik mencapai 87,72%. Sedangkan, GA yang menggunakan FLC dapat menghasilkan keoptimalan solusi yang terbaik mencapai 91,89%. Kombinasi metode *cycle crossover* dan metode *swap mutation* menghasilkan solusi dengan kualitas yang lebih baik dari kombinasi metode yang lainnya. Penggunaan FLC pada GA membuat GA menjadi lebih baik karena GA menjadi dapat menyesuaikan diri dengan keadaan populasi. FLC mengadaptasikan parameter-parameter pada GA agar dapat menghindari konvergensi prematur dan menghindari solusi yang terjebak pada optimum lokal.

Saran untuk penelitian berikutnya adalah perlu adanya penelitian terhadap beberapa hal, yaitu proses penentuan depot mana yang akan melayani setiap pelanggan, pengaturan nilai parameter pada GA dan FLC, dan penggunaan kombinasi metode rekombinasi dan metode mutasi lain yang belum digunakan pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Crevier, Benoit et al. 2005. "The Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Inter-Depot Routes". HEC Montréreal. Kanada.  
Herrera, Fransisco dan Lozano, Manuel. (tanpa tahun). "Adaptation of Genetic Algorithm Parameters Based on Fuzzy

Logic Controllers". University of Granada. Spanyol.

Liu, Chun-Ying. 2013. "An Improved Adaptive Genetic Algorithm for the Multi-depot Vehicle Routing Problem with Time Window". Department of Computer and Information Engineering. Heze University. Cina.

MDVRP Dataset.  
<http://neo.lcc.uma.es/vrp/vrp-instances/multiple-depot-vrp-with-time-windows-instances/>. Diakses pada 22 Oktober 2014.

Ombuki, Beatrice dkk. 2006. "Multi-Objective Genetic Algorithms for Vehicle Routing Problem with Time Windows". Brock University. Kanada.

Ombuki-Berman dan F. Hanshar. 2009. "Using Genetic Algorithms for Multi-Depot Vehicle Routing". Brock University. Kanada.

Surekha P. dan Sumathi S. 2011. "Solution To Multi-Depot Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithms". Department of EEE. PSG College of Technology. India.

Suyanto. 2008. *Evolutionary Computation: Komputasi Berbasis "Evolusi" dan "Genetika"*. Penerbit Informatika. Bandung, Indonesia.

Suyanto. 2008. *Soft Computing: Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi*. Penerbit Informatika. Bandung, Indonesia.

Wei, Liao dkk. 2013. "The Modeling and Algorithm for a Multi-Depot Vehicle Routing Problem Based on the Difference of Customer Demands". School of Transportation and Logistics. Southwest Jiaotong University. Cina.