

# **PENERAPAN LOGIKA FUZZY DAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENCARIAN RUTE TERCEPAT PADA PT. CIRCLEKA UTAMA INDONESIA CABANG YOGYAKARTA**

## ***APPLICATION OF FUZZY LOGICS AND GENETIC ALGORITHM IN SEARCH OF THE FASTEST ROUTE IN PT. CIRCLEKA UTAMA INDONESIA BRANCH OF YOGYAKARTA***

Oleh: Dewi Indra Nasukha Siti Masruroh<sup>1</sup>, Fitriana Yuli Saptanningtyas, S.Pd., M.Si<sup>2</sup>  
 Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA UNY  
[dewi\\_nasukha@gmail.com](mailto:dewi_nasukha@gmail.com)

### **Abstrak**

PT. Circleka Utama Indonesia adalah badan usaha yang membawahi toko ritel modern Circle K yang berada di Indonesia. Perusahaan ini memiliki beberapa tugas, dan salah satunya adalah mengatur pendistribusian barang dari gudang ke setiap gerai Circle K di berbagai Wilayah Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah 1) Menjelaskan model matematika CVRP untuk pendistribusian barang PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta, 2) Menyelesaikan masalah CVRP dengan menggunakan Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika yang selanjutnya dilakukan analisis perbandingan dengan rute yang diterapkan pada perusahaan. Logika fuzzy digunakan untuk mengolah nilai panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan lebar jalan di Provinsi Yogyakarta menjadi suatu bobot waktu tempuh. Selanjutnya bobot waktu tempuh tersebut digunakan untuk mencari rute tercepat PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta menggunakan Algoritma Genetika. Hasil penelitian rute tercepat distribusi PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan logika fuzzy dan algoritma genetika yang dilakukan dengan software Matlab R2013a adalah rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 4,468 jam dan pada mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 4,49 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 0,022 jam. Hasil tersebut lebih optimal daripada rute yang digunakan saat ini, rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 3,5 jam dan pada rute mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 6,72 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 3,22 jam. Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa perhitungan rute distribusi dengan logika fuzzy dan algoritma genetika lebih optimal daripada rute distribusi saat ini.

**Kata Kunci:** Optimasi, Rute Tercepat, Logika Fuzzy, Algoritma Genetika

### **Abstract**

*PT. Circleka Utama Indonesia is a business entity that oversees the modern retail store Circle K located in Indonesia. The company has several tasks, and one of them is arranging The purpose of this research is to 1) Explain the CVRP mathematical model for the distribution of goods PT the distribution of goods from the warehouse to every Circle K store in different areas of Yogyakarta.. Circleka Utama Indonesia Branch of Yogyakarta, 2) Solve CVRP problem by using Fuzzy Logic and Genetic Algorithm which then do comparison analysis with route applied to company. Fuzzy logic is used to process the length of the road, the degree of saturation of the road, and the width of the road in Yogyakarta Province becomes a tour time weight. Furthermore, the tour time weight is used to find the fastest route PT. Circleka Utama Indonesia Branch of Yogyakarta used Genetic Algorithm. The results distribution route fastest of PT Circleka Utama Indonesia Branch of Yogyakarta with fuzzy logic and genetic algorithm solve by Matlab R2013a software is the route time of the first car is 4,468 hours and the route time of second car is 4,49 hours, with the difference of tour time of 0,022 hours. The result is more optimal than the route used by company, the route time of the first car is 3,5 hours and the route time of second car is 6,72 hours, with the difference of tour time of 3,22 hours. Based on the calculation, it can be concluded that the calculation of the distribution route with fuzzy logic and genetic algorithm is more optimal than the current distribution route.*

**Keywords:** Optimization, Fastest Route, Fuzzy Logic, Genetic Algorithm.

## PENDAHULUAN

Permasalahan optimasi merupakan permasalahan yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Optimasi adalah proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimal (nilai efektif yang dicapai). Distribusi adalah proses penyaluran produk dari produsen sampai tangan masyarakat atau konsumen. Proses distribusi barang dari suatu tempat ke tempat lain merupakan bentuk optimasi biaya yang dikeluarkan sehingga proses tersebut menghemat pengeluaran.

PT. Circleka Utama Indonesia merupakan badan usaha yang membawahi toko ritel modern Circle K yang berada di Indonesia. PT Circleka Utama Indonesia sendiri memiliki kantor pusat yang terletak di Jakarta Timur, lebih tepatnya berada di Jalan Jatinegara Barat No.124. Sedangkan untuk Yogyakarta sendiri memiliki kantor di Jl. Magelang km. 7 No.09 Mlatijati, Sendangadi, Mlati, Sleman. Perusahaan ini memiliki beberapa tugas, dan salah satunya adalah mengatur pendistribusian barang dari gudang ke setiap gerai Circle K yang tersebar di berbagai wilayah Yogyakarta. Untuk kantor regional Yogyakarta sendiri terdapat 36 toko di Yogyakarta dan 2 lainnya masing-masing berada di kota Solo dan Semarang..

Permasalahan yang ada pada perusahaan adalah memaksimalkan pembagian rute terbaik pada setiap mobil, dalam kasus ini perusahaan memperhatikan bobot waktu tempuh untuk setiap jalan yang dilalui dalam pendistribusian. Rute terbaik yang dimaksudkan merupakan rute perjalanan yang kemungkinan besar memiliki bobot waktu tempuh tercepat. Rute terbaik pada umumnya adalah berdasarkan jarak tempuh dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pada kenyataannya rute terbaik seharusnya memperhatikan kondisi jalan misalnya kapasitas jalan, banyak kendaraan yang melewati, jarak tempuh dan lain-lain. Hal ini karena bobot waktu tempuh dari suatu tempat asal ke tempat tujuan selain ditentukan oleh jarak juga dipengaruhi kepadatan jalan. Model *Logika Fuzzy* telah banyak diterapkan dalam penelitian-penelitian terdahulu sebagai solusi pemecahan masalah dalam pencarian rute tercepat. Imam Khairi, Erni Yudanningtyas, Harry Soekotjo Dachlan pada

tahun 2013 dengan judul "Optimasi Pencarian Jalur Lalu Lintas Antar Kota di Jawa Timur dengan Algoritma *Hybrid Fuzzy-Floyd Warshall*". Dalam penelitian tersebut, terdapat gabungan nilai panjang jalan, kondisi jalan, konsumsi bahan bakar, kecepatan rata-rata dan kepadatan lalu lintas jalan antar Kota di Jawa Timur, hasil keluaran dari logika *fuzzy* mamdani menjadi bobot dari tiap jalan. Selanjutnya bobot dari tiap jalan tersebut digunakan untuk mencari rute tercepat antar Kota di Jawa Timur dengan algoritma *floyd warshall*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa gabungan logika *fuzzy* mamdani dengan algoritma *floyd warshall* dapat digunakan untuk mencari rute tercepat.

Penelitian lainnya telah dilakukan oleh Rizka Nur Pratiwi pada tahun 2017 tentang optimasi pola distribusi dengan logika *fuzzy* pada PT. Sri Aneka Pangan Nusantara. Dalam penelitian tersebut, terdapat gabungan nilai panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan presentase tingkat kerusakan jalan di Kota Bantul diolah dengan logika *fuzzy* mamdani menjadi suatu nilai waktu tempuh. Selanjutnya nilai waktu tempuh tersebut digunakan untuk mencari rute tercepat pendistribusian barang dari PT. Sri Aneka Pangan Nusantara ke semua pelanggannya. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa gabungan logika *fuzzy* mamdani dengan algoritma semut dapat digunakan untuk mencari rute tercepat.

Berdasarkan uraian, penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah pencarian rute tercepat berdasarkan bobot waktu tempuh jalan yang diperoleh dari perhitungan logika fuzzy. Adapun sasaran yang ingin dicapai adalah dapat membantu dalam mencari jalur tercepat dalam pendistribusian barang. Sehingga pendistribusian barang ke setiap gerai Circle K dapat lebih efisien dan juga lebih membantu kurir dalam mencari rute.

## METODE PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta, yang beralamat di Jl. Magelang Km 7 No.09 Mlatijati, Sendangadi, Mlati, Sleman.. Sementara waktu

pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 15 Maret 2018.

## 2. Metode Pengumpulan Data

### Penelitian Kepustakaan

Pada penelitian menggunakan sumber yang relevan dengan permasalahan yang dibahas, baik jurnal, buku, serta karya tulis yang relevan dengan permasalahan yang dibahas.

### Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan yaitu penelitian yang dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan untuk memperoleh data melalui pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

## 3. Pengambilan Data

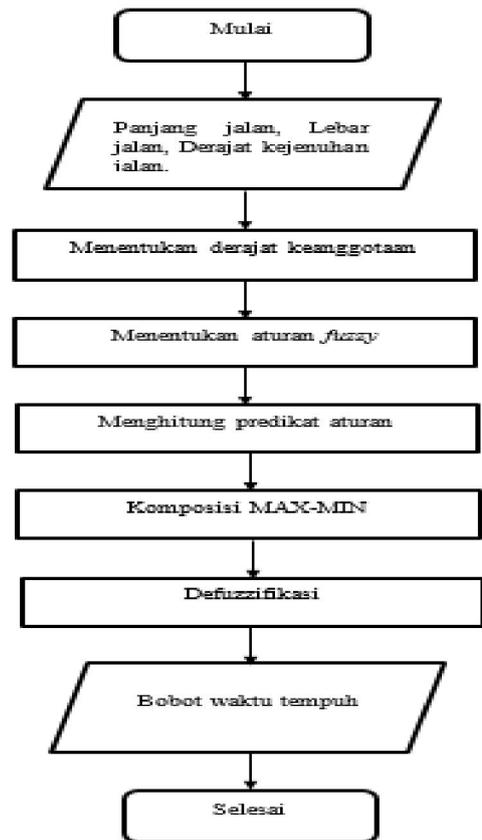
Pengambilan data dilakukan dengan wawancara yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung kepada responden. Serta menggunakan buku-buku terkait, jurnal-jurnal yang relevan dengan permasalahan yang dibahas.

## 4. Pengolahan Data

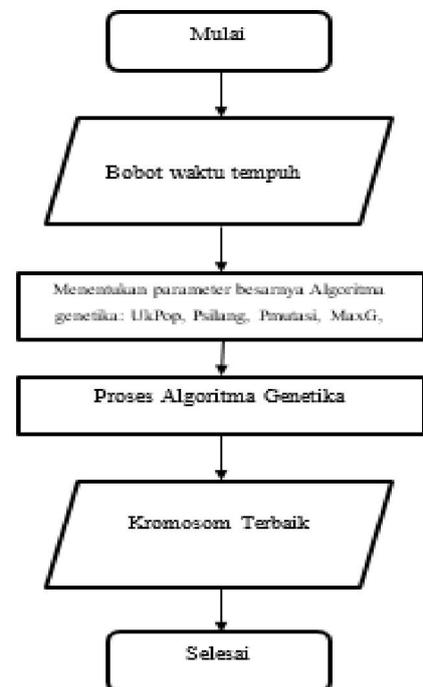
Pada penelitian ini akan menganalisis masalah yang berpedoman pada metode Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika.

## 5. Analisis Data

Secara umum, *flowchart* penelitian menggunakan logika fuzzy dan algoritma genetika dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 1 Flowchart Logika Fuzzy



Gambar 2 Flowchart Algoritma Genetika

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada bab ini adalah penentuan rute tercepat pendistribusian barang PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan

logika *fuzzy* dan algoritma *genetika*. Logika *fuzzy* digunakan untuk memodelkan karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh jalan yaitu panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan lebar jalan. Model logika *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy mamdani*. Hasil keluaran dari logika *fuzzy* yang merupakan bobot waktu tempuh diolah dengan algoritma *genetika* untuk menentukan rute tercepat.

### A. Mempresentasikan Data ke Dalam Notasi Simpul

Pendistribusian barang PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dilaksanakan pada hari senin s/d minggu dengan 2 mobil box yang masing-masing kapasitasnya mengangkut sebesar 5000 kg setiap angkut. PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta setiap harinya mendistribusikan barang ke 38 gerai Circle K yang tersebar di seluruh kota Yogyakarta. Data tersebut

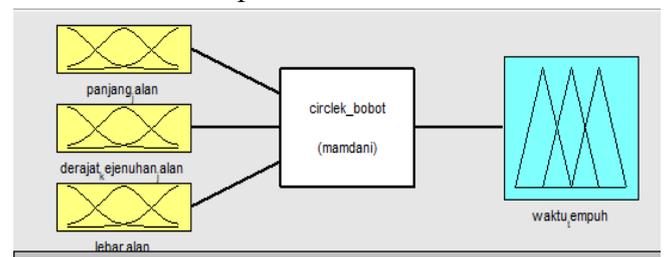
Simpul	Nama Gerai Circle K
$v_0$	YOG 0215 - CK 0215 Jombor
$v_1$	YOG 0217 - CK 0217 Kaliurang KM.8
$v_2$	YOG 0213 - CK 0213 Ring Road
$v_3$	YOG 0201 - CK 0201 Kaliurang
$v_4$	YOG 0207 - CK 0207 K. Bawah
$v_5$	YOG 0223 - CK 0223 Anggajaya
$v_6$	YOG 0224 - CK 0224 Nusa Indah
$v_7$	YOG 0209 - CK 0209 Magelang KM.5
$v_8$	YOG 0117 - CK 0117 AM Sangaji
$v_9$	YOG 0104 - CK 0104 Sudirman
$v_{10}$	YOG 0109 - CK 0109 Sudirman Tugu
$v_{11}$	YOG 0301 - CK 0301 Godean
$v_{12}$	YOG 0116 - CK 0116 Kota Baru
$v_{13}$	YOG 0101 - CK 0101 Sosrowijayan
$v_{14}$	YOG 0111 - CK 0111 Sosrowijayan II
$v_{15}$	YOG3101 - CK 3101 POP Mart Malioboro
$v_{16}$	YOG0119 - CK 0119 TOP Mart Malioboro
$v_{17}$	YOG 0102 - CK 0102 Parangtritis
$v_{18}$	YOG 0113 - CK 0113 Taman Siswa
$v_{19}$	YOG 0114 - CK 0114 Kusumanegara
$v_{20}$	YOG 0112 - CK 0112 Timoho
$v_{21}$	YOG 3201 - CK 3201 POPMART LA
$v_{22}$	YOG 0211 - CK 0211 Demangan
$v_{23}$	YOG 0230 - CK 0230 Affandi 17 C
$v_{24}$	YOG 0222 - CK 0222 Nologaten
$v_{25}$	YOG 0229 - CK 0229 Gatic
$v_{26}$	YOG 0227 - CK 0227 Seturan
$v_{27}$	YOG 0205 - CK 0205 Babarsari
$v_{28}$	YOG 0214 - CK 0214 Seturan Atas
$v_{29}$	YOG 0210 - CK 0210 Jl. Solo KM.8
$v_{30}$	YOG 0221 - CK 0221 Sorogonen I
$v_{31}$	YOG 0110- CK 0110 B. AdiSucipto

yang akan dijadikan objek penelitian ini, selanjutnya akan direpresentasikan ke dalam bentuk simpul-simpul. PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta menjadi lokasi awal dan akhir rute. Berdasarkan data alamat setiap gerai Circle K pada Tabel 1.

### B. Menentukan Panjang Jalan, Derajat Kejenuhan dan Lebar Jalan

Proses pertama dari proses pencarian jalur yaitu pemberian nilai dari parameter yang dimiliki, antara lain panjang jalan, derajat kejenuhan jalan dan lebar jalan. Perhitungan panjang jalan yang dilalui dari simpul-simpul terhubung dengan bantuan *google my maps* dari peta gerai Circle K.

Setiap ruas, memiliki tiga nilai parameter. Nilai tersebut sebagai nilai masukan dari algoritma *fuzzy*. Nilai untuk masing-masing simpul dapat dilihat pada lampiran 6. Setiap nilai panjang jalan, lebar jalan maupun derajat kejenuhan jalan, dimasukkan kedalam fungsi keanggotaan yang dimiliki oleh logika *fuzzy*. Tiap simpul dimasukkan satu persatu.



Gambar 3 Proses Logika *Fuzzy*

### C. Pembentukan Bobot Waktu Tempuh dengan Logika *Fuzzy*

#### 1. Penentuan *Variable Input* dan *Output*

Dalam membentuk bobot waktu tempuh, diperlukan beberapa *variable*, yaitu *variable input* dan *output*, yaitu

##### a. *Variable Input*

*Variable* kebutuhan *input* merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kemacetan jalan, yaitu panjang jalan, derajat kejenuhan, dan lebar jalan.

##### b. *Variable Output*

*Output* yang dihasilkan adalah bobot waktu tempuh dari tiap jalan.

**2. Penentuan Himpunan Universal**

Himpunan *universal* merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

**a. Himpunan Universal pada Variable Input**

**1) Variable Panjang Jalan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis diketahui bahwa panjang jalan terpendek yang dilalui dari ke gerai Circle K lainnya adalah 150 m dan panjang jalan terpanjang adalah 10400 m, sehingga himpunan *universal* untuk panjang jalan adalah [150, 10400].

**2) Variable Derajat Kejenuhan**

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di Dinas Perhubungan D.I.Yogyakarta diketahui bahwa derajat kejenuhan terendah adalah 0,3 dan derajat kejenuhan terbesar adalah 1,48; sedangkan dari penelitian yang dilakukan penulis diketahui bahwa derajat kejenuhan terendah adalah 0,46 dan derajat kejenuhan tertinggi adalah 1,36. Dan berdasarkan MKJI No.36/T/BM/1997 kriteria kemacetan berdasarkan derajat kejenuhan pada lampiran 5, sehingga himpunan *universal* untuk derajat kejenuhan adalah [0, 1].

**3) Variable Persentase Lebar Jalan**

Berdasarkan data lebar jalan yang diperoleh dari Dinas Perhubungan D.I.Yogyakarta diketahui bahwa lebar jalan terkecil adalah 2 meter dan lebar jalan terbesar 28 meter. Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis diketahui bahwa lebar jalan terkecil yang dilalui dari gerai CK ke gerai CK lainnya adalah 5,7 m dan lebar jalan terbesar adalah 28 m. Sehingga himpunan *universal* untuk lebar jalan adalah [2, 28]

**b. Himpunan Universal pada Variable Output**

*Output* pada penelitian ini adalah bobot waktu tempuh yang dimiliki oleh tiap ruas jalan. Bobot waktu tempuh terendah adalah 0 dan bobot waktu tempuh tertinggi adalah 1 sehingga himpunan *universal* untuk bobot waktu tempuh adalah [0,1].

**3. Penentuan Himpunan Fuzzy**

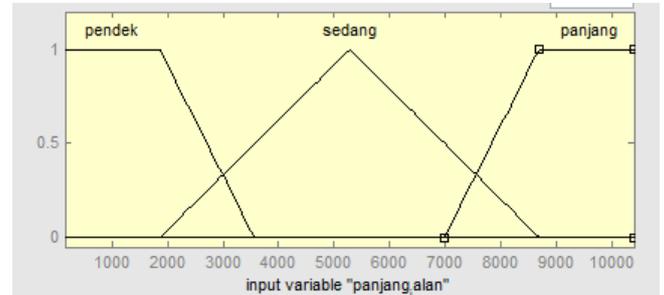
**a. Himpunan Fuzzy pada Input**

Fungsi keanggotaan panjang jalan, derajat kejenuhan jalan dan lebar jalan dibagi menjadi tiga variabel parameter. Data yang diperoleh dari penelitian merupakan data tegas yang kemudian

akan diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan menentukan fungsi keanggotaannya.

**1) Fungsi Keanggotaan Panjang Jalan**

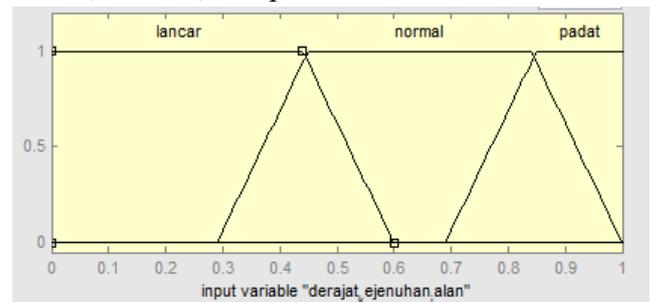
Panjang jalan dilambangkan dengan notasi *P*. Fungsi keanggotaan panjang jalan menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh panjang jalan dengan tiga derajat keanggotaan, yaitu pendek, sedang dan panjang.



**Gambar 4** Fungsi keanggotaan untuk panjang jalan.

**2) Fungsi Keanggotaan Derajat Kejenuhan lalu-lintas**

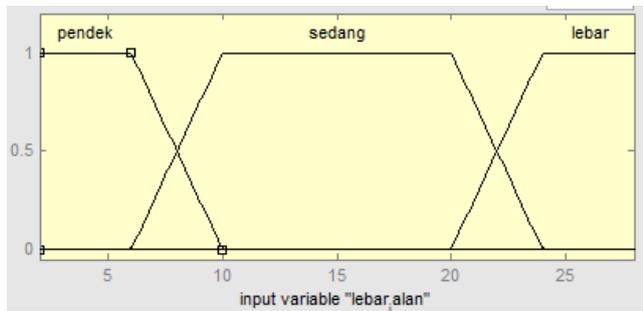
Derajat kejenuhan lalu-lintas dilambangkan dengan notasi *D*. Fungsi keanggotaan derajat kejenuhan jalan berdasarkan ketentuan dari Dinas Perhubungan DIY seperti yang tertera dalam lampiran 5 menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh derajat kejenuhan jalan yaitu lancar, normal, dan padat.



**Gambar 5** Fungsi keanggotaan untuk derajat kejenuhan lalu-lintas

**3) Fungsi Keanggotaan Lebar Jalan**

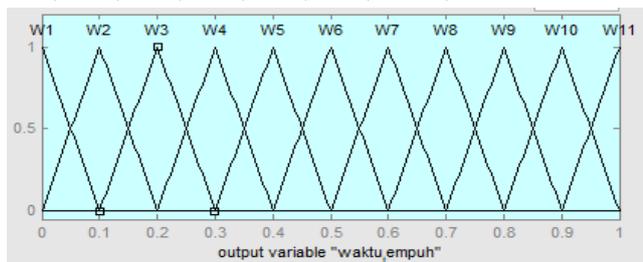
Fungsi keanggotaan lebar jalan dilambangkan dengan notasi *L*. Fungsi keanggotaan lebar jalan menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh lebar jalan yaitu pendek, sedang, lebar.



**Gambar 6** Fungsi keanggotaan untuk lebar jalan

### b. Himpunan Fuzzy pada Output

Himpunan *fuzzy* pada *output* merupakan bobot waktu tempuh dilambangkan dengan notasi  $W$ . Banyaknya himpunan *fuzzy* ditentukan dengan cara *trial and error* agar mendapatkan bobot waktu tempuh yang optimal. Dari hasil *trial and error* bobot waktu tempuh dibagi menjadi 11 himpunan, yaitu  $W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10$ , dan  $W11$ .



## 4. Penentuan Rule

Pada tiap fungsi keanggotaan himpunan *input* memiliki masing - masing parameter, yaitu panjang jalan, derajat kejenuhan jalan, dan lebar jalan memiliki tiga variabel parameter, maka *rule evaluation* yang dimiliki oleh proses ini ada 27.

## 5. Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah metode mamdani. Pada metode ini, aturan yang digunakan pada fungsi implikasi adalah aturan MIN

## 6. Defuzzifikasi

Proses terakhir dari pencarian nilai *output* dengan logika *fuzzy* adalah proses defuzzifikasi. Tujuan dari defuzzifikasi adalah mengkonversi setiap hasil dari *FIS* yang diekspresikan dalam bentuk himpunan *fuzzy* ke suatu bilangan *real*. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *centroid*. Untuk memperoleh hasil *output* nilai waktu tempuh adalah sebagai berikut:

## D. Model Matematika Rute Pendistribusian Barang di Kota Yogyakarta

Permasalahan CVRP pada distribusi barang didefinisikan sebagai suatu graf  $G = (V, E)$ . Himpunan  $V$  terdiri atas gabungan himpunan agen  $C$  dari 1 sampai 31 dengan penambahan depot sebagai titik 0 dan 32,  $V = \{0,1,2, \dots, 32\}$ . Jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan dinyatakan sebagai himpunan rusuk berarah  $E$  yaitu penghubung antar agen,  $E = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$ . Semua rute dimulai dan berakhir di depot. Himpunan kendaraan  $k$  merupakan kumpulan kendaraan yang homogen dengan kapasitas  $q$ . Setiap agen  $i$  untuk setiap  $i \in C$  memiliki permintaan  $d_i$  sehingga panjang rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Setiap rusuk  $(i, j) \in E$  memiliki jarak tempuh  $c_{ij}$ , waktu tempuh  $t_{ij}$  dan jarak tempuh diasumsikan simetris, contoh  $c_{ij} = c_{ji}$ , dan juga bahwa  $c_{ii} = c_{jj} = 0$ . Satu-satunya variabel keputusan adalah  $x_{ijk}$  yang memodelkan ada tidaknya perjalanan dari simpul  $i$  ke simpul  $j$  dalam rute  $k$ .

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah permintaan barang di setiap titik distribusi diketahui.
2. Setiap titik pendistribusian hanya dikunjungi satu kali dalam satu hari.
3. Data yang digunakan adalah data permintaan barang dan data rute yang diterapkan perusahaan pada setiap hari Selasa.
4. Jumlah kendaraan pengangkut yang tersedia ( $K$ ) adalah 2 mobil box.
5. Seluruh kendaraan pengangkut memiliki kapasitas ( $Q$ ) yang homogen yaitu 5.000 kg.
6. Setiap titik distribusi yang terhubung memiliki jarak yang simetris atau tidak ada jalan yang searah  $c_{ij} = c_{ji}$ .
7. Jarak antara dua titik diperoleh dari jarak terpendek yang ditunjukkan oleh *google maps*.
8. *Time windows* setiap titik distribusi yaitu pada pukul 08.00 – 11.30 sampai dengan pukul 12.30 - 17.00 (480 menit untuk kedua truk).

9. Diasumsikan terjadi kemacetan, kondisi jalan tidak rusak serta kendaraan dalam kondisi bagus.
10. Jumlah permintaan setiap rute diasumsikan sama dengan kapasitas mobil yang dimiliki oleh setiap kendaraan yaitu 5000kg.
11. Kapasitas kendaraan terbatas dan kapasitas permintaan berbeda antar CK,
12. Banyak titik lokasi (N) adalah 31.

Untuk setiap kendaraan  $k$  didefinisikan variabel

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika ada perjalanan dari titik } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k. \\ 0, & \text{jika tidak ada perjalanan dari titik } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k. \end{cases}$$

Formula matematis CVRP untuk optimasi rute distribusi barang di wilayah Yogyakarta adalah sebagai berikut:

Meminimumkan:  $Z = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=0}^{31} \sum_{j=1}^{32} c_{ij} x_{ijk}$

dengan  $Z$  merupakan fungsi tujuan dan  $c_{ij}$  merupakan kapasitas titik distribusi  $i$  ke titik distribusi  $j$  dan  $x_{ijk}$  mempresentasikan ada atau tidaknya perjalanan dari titik  $i$  ke titik  $j$ .

Dengan kendala

1. Untuk setiap agen hanya akan dikunjungi tepat satu kali oleh 1 kendaraan, pada permasalahan ini terdapat 2 unit kendaraan dengan jumlah titik sebanyak 31 yang harus dikunjungi. Permasalahan ini dapat diilustrasikan sebagai berikut:

Untuk  $j = \{1, 2, \dots, 32\}$

$$\sum_{i=0}^{31} \sum_{k=1}^2 x_{i1k} = 1$$

⋮

$$\sum_{i=0}^{31} \sum_{k=1}^2 x_{i32k} = 1$$

Untuk  $i = \{0, 1, 2, \dots, 31\}$

$$\sum_{j=1}^{32} \sum_{k=1}^2 x_{0jk} = 1$$

⋮

$$\sum_{j=1}^{32} \sum_{k=1}^2 x_{31jk} = 1, \quad k = \{1, 2\}$$

2. Total permintaan dari semua agen yang berjumlah 31 dalam satu rute tidak melebihi kapasitas setiap kendaraan yaitu 5000 kg :  $\sum_{i=0}^{31} (d_i \sum_{j=1}^{32} x_{ijk} \leq 5.000, \quad k = \{1, 2\})$

3. Setiap rute berawal dari depot yaitu titik 0 ke agen yang berjumlah 31 dan setiap titik hanya dikunjungi tepat satu kali :

$$\sum_{j=1}^{32} x_{0jk} = 1, \quad k = \{1, 2\}$$

4. Setiap kendaraan yang mengunjungi suatu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut,

artinya kendaraan hanya mengunjungi tepat satu kali :

$$\sum_{i=0}^{31} x_{ijk} - \sum_{j=1}^{32} x_{ijk} = 0, \quad k = \{1, 2\}$$

5. Setiap rute dimulai dari depot 0 dan akan berakhir di depot 32 yang juga merupakan depot asal :

$$\sum_{i=0}^{31} x_{i(32)k} = 0, \quad k = \{1, 2\}$$

6. Variabel  $x_{ijk}$  merupakan variabel biner :  $x_{ijk} \in \{0, 1\}, \quad i = \{0, 1, 2, \dots, 31\}, \quad j = \{1, 2, \dots, 32\}, \quad k = \{1, 2\}$

## E. Perhitungan Rute Tercepat dengan Algoritma Genetika

Langkah selanjutnya adalah menentukan rute tercepat distribusi. Bobot waktu tempuh hasil defuzzifikasi terdapat pada lampiran 8, masing-masing sisi antar dua simpul telah memiliki bobot nilai waktu tempuh hasil defuzzifikasi dari tiga karakteristik jalan yang diproses dengan Logika Fuzzy. Bobot setiap dua simpul yang terhubung ini selanjutnya akan dipergunakan sebagai *input* dalam pemilihan rute tercepat distribusi PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan Algoritma Genetika. Berikut langkah-langkahnya:

### 1. Penyandian Gen (Pengkodean)

Teknik penyandian adalah proses penyandian gen dari kromosom. Masing-masing kromosom berisi sejumlah gen yang menyandikan informasi yang disimpan di dalam kromosom. Pada penelitian ini gen merupakan representasi dari PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta yang merupakan tempat awal pendistribusian dan gerai-gerai CK, dengan kata lain gen adalah simpul suatu graf.

### 2. Membangkitkan Populasi Awal (Spanning)

Membangkitkan populasi awal adalah membangkitkan sejumlah individu atau membangkitkan rute awal secara acak sehingga membentuk suatu populasi Pada CVRP populasi awal dimulai dengan membangkitkan semua individu secara acak. Satu individu terdapat 31 gen yang berisi gen dari 1 sampai 31 yang membentuk rute pendistribusian barang di wilayah Yogyakarta Hasil pengambilan secara acak rute perjalanan yang membentuk populasi pada generasi awal adalah sebagai berikut dan selengkapnya terdapat pada lampiran 10.

Individu 1	22	6	3	16	11	30	7
	28	17	14	8	5	29	21
	25	31	27	26	19	15	1
	23	2	4	18	24	13	9
	20	10	12				
Permintaan	158	315	231	456	184	192	314
	177	282	218	271	167	250	242
	342	563	288	260	187	248	77
	199	81	315	224	202	513	165
	227	191	236				

### 3. Evaluasi Nilai Fitness (*Fitness Value*)

Setelah dilakukan pembangkitan populasi awal, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *fitness* dari setiap individu. Langkah ini bertujuan untuk menghitung nilai *fitness* dari suatu individu  $x$ . Nilai *fitness* digunakan untuk menentukan rute terpendek. Setiap individu dihitung jarak totalnya, kemudian dihitung nilai *fitness*nya dengan menggunakan Rumus 2.20 pada bab sebelumnya. Dengan bantuan *software* matlab ditentukan nilai *fitness* dari setiap individu (prosedur dan perhitungannya terdapat pada lampiran 11).

Tabel 2. Evaluasi Nilai *Fitness*

<i>Fitness</i>	Nilai <i>Fitness</i>	<i>Fitness</i>	Nilai <i>Fitness</i>
Fitness 1	0,0162	Fitness 11	0,0130
Fitness 2	0,0164	Fitness 12	0,0131
Fitness 3	0,0158	Fitness 13	0,0153
Fitness 4	0,0152	Fitness 14	0,0157
Fitness 5	0,0146	Fitness 15	0,0151
Fitness 6	0,0140	Fitness 16	0,0139
Fitness 7	0,0152	Fitness 17	0,0158
Fitness 8	0,0130	Fitness 18	0,0153
Fitness 9	0,0144	Fitness 19	0,0141
Fitness 10	0,0134	Fitness 20	0,0136

### 4. Seleksi (*Selection*)

Langkah selanjutnya adalah melakukan seleksi, fungsi seleksi adalah memilih secara acak individu dari populasi untuk dijadikan sebagai induk. Induk tersebut akan dilakukan proses pindah silang dengan individu lain yang terpilih. Metode yang digunakan dalam proses seleksi ini adalah metode *roulette wheel selection*. Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan roda putar dimana masing-masing kromosom menempati

potongan lingkaran pada *roulette* secara proporsional sesuai dengan nilai *fitness*nya.

### 5. Pindah Silang (*Crossover*)

Setelah terpilih induk-induk dari proses seleksi, selanjutnya induk-induk tersebut akan dilakukan proses pindah silang. Pindah silang akan menghasilkan individu baru hasil dari 2 induk yang disebut anak. Setiap pasang induk menghasilkan sepasang anak agar proses seleksi pada generasi selanjutnya mendapatkan jumlah populasi yang sama. Pindah silang ini diimplementasikan dengan skema *order crossover*.

### 6. Mutasi

Setelah dilakukannya proses pindah silang, anak yang dihasilkan dari proses tersebut selanjutnya akan diproses ke tahap mutasi.

Skema mutasi yang digunakan dalam skripsi adalah *swapping mutation*, karena teknik mutasi ini sangat mudah dan sederhana untuk diimplementasikan. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan  $[0,1]$  kurang dari probabilitas mutasi yang ditentukan, maka nilai gen tersebut akan ditukarkan dengan nilai gen lain yang dipilih secara acak. Proses mutasi dilakukan pada anak hasil pindah silang dengan tujuan untuk memperoleh individu baru sebagai kandidat solusi pada generasi selanjutnya dengan *fitness* yang lebih baik,

### 7. Pembentukan Populasi Baru

Setelah langkah-langkah di atas dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah membentuk populasi selanjutnya di generasi kedua. Individu terbaik dengan nilai *fitness* tertinggi pada populasi awal dibawa ke populasi selanjutnya, proses ini dinamakan sebagai *elitism*. Proses *elitism* bertujuan untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama proses evolusi

Berikut tabel percobaan dengan menggunakan beberapa nilai ukuran populasi dan jumlah generasi yang berbeda.

Ke-	Uk Pop	JumlahGenerasi	Fitness	Waktu tempuh
1	15	100	0.019378	51.604
2		200	0.021914	45.633

3		400	0.023404	42.727
4		800	0.023274	42.966
5		1000	0.022360	44.722
6	20	100	0.021790	48.764
7		200	0.022615	42.895
8		400	0.025033	43.504
9		800	0.025485	42.258
10		1000	0.026529	39.241
11	25	100	0.019354	51.669
12		200	0.020405	49.007
13		400	0.022785	43.889
14		800	0.023676	42.237
15		1000	0.0230084	43.320

Berdasarkan Tabel 4.5 dilakukan uji coba dengan beberapa ukuran populasi *random* yaitu 15, 20 dan 25. Jumlah iterasi yang digunakan adalah 100, 200, 400, 800 dan 1000 dan parameter yang digunakan dibuat sama yaitu dengan *crossover rate* 0,8 dan *mutation rate* 0,01. Berdasarkan tabel ukuran populasi percobaan dengan 15 populasi menghasilkan nilai *fitness* terbaik yaitu sebesar 0.023404 pada iterasi ke-800, dengan ukuran 20 populasi nilai *fitness* yang dihasilkan sebesar 0.026529 pada iterasi ke 1000, sedangkan dengan ukuran 25 populasi nilai *fitness* terbaik sebesar 0.023676 juga pada iterasi ke-800. Dapat terlihat dari setiap percobaan semakin bertambah ukuran populasi dan jumlah generasinya maka nilai *fitness* yang dihasilkan juga akan semakin baik.

#### F. Perbandingan Rute Distribusi Saat Ini dengan Hasil Penelitian

Dengan rute pada mobil pertama tersebut, diperoleh hasil bobot waktu tempuh sebesar 19,879. Dan pada rute mobil kedua diperoleh hasil bobot waktu tempuh sebesar 33,431. Terlihat dari bobot waktu tempuh kedua mobil tersebut terdapat perbedaan yang sangat signifikan karena memiliki selisih bobot waktu tempuh sebesar 13,552. Nilai tersebut lebih besar daripada hasil perhitungan dengan algoritma genetika yaitu rute pada mobil pertama diperoleh hasil bobot waktu tempuh sebesar 25,382. Dan pada rute mobil kedua diperoleh hasil bobot waktu tempuh sebesar 25,461, dengan selisih bobot waktu tempuh sebesar 0,079. Dengan rute yang diterapkan dari perusahaan, dapat diketahui bahwa mobil pertama selesai dalam pendistribusian barang pukul 16.00, sedangkan untuk mobil kedua selesai dalam

pendistribusian barang pukul 18.23. Dari jam selesai pendistribusian barang yang diterapkan perusahaan yang telah diketahui, dapat dihitung waktu real selesai dalam pendistribusian barang untuk perhitungan algoritma genetika, pada rute mobil diperoleh pukul 16.58, sedangkan untuk mobil kedua diperoleh pukul 16.59. Penyelesaian rute tercepat distribusi PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan logika *fuzzy* dan algoritma genetika adalah rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 4,468 jam dan pada rute mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 4,49 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 0,022 jam. Hasil tersebut lebih optimal daripada rute yang digunakan saat ini, rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 3,5 jam dan pada rute mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 6,72 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 3, 22 jam.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas mengenai pencarian rute terbaik distribusi PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan logika *fuzzy* mamdani dan algoritma genetika pada penyelesaian *capacitated vehicle routing problem* (CVRP) untuk pendistribusian barang Cabang Yogyakarta, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan Algoritma Genetika pada Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) untuk Pendistribusian Barang di Yogyakarta diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut :
  - a) Mendefinisikan individu dengan *permutation encoding*.
  - b) Membentuk populasi awal secara acak.
  - c) Membangkitkan matriks permintaan berdasarkan populasi.
  - d) Membagi tiap individu menjadi 2 rute dengan syarat jumlah permintaan barang tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan.
  - e) Menghitung nilai *fitness* dari masing-masing individu yaitu dengan cara menginvers jumlah semua jarak tempuh

- kendaraan yang melakukan pendistribusian.
- f) Memilih individu terbaik yaitu individu dengan nilai *fitness* tertinggi.
  - g) Melakukan seleksi dengan metode *Roulette Wheel Selection*.
  - h) Menghasilkan keturunan baru dengan operator pindah silang *order crossover*.
  - i) Melakukan operator mutasi dengan *swapping mutation*.
  - j) Membentuk populasi baru di generasi selanjutnya dengan membawa individu terbaik yang dipertahankan dari populasi (*elitism*).
  - k) Mengulang langkah langkah c,d,e,f,g,h,i,j sampai generasi yang diinginkan.
2. Penyelesaian menggunakan Algoritma Genetika

Penyelesaian rute tercepat distribusi PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dengan logika *fuzzy* dan algoritma genetika adalah rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 4,468 jam dan pada rute mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 4,49 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 0,022 jam. Hasil tersebut lebih optimal daripada rute yang digunakan saat ini, rute pada mobil pertama diperoleh waktu tempuh sebesar 3,5 jam dan pada rute mobil kedua diperoleh waktu tempuh sebesar 6,72 jam, dengan selisih waktu tempuh sebesar 3,22 jam.

Hasil pencarian jalur tercepat menggunakan logika *fuzzy* dan algoritma genetika menghasilkan rute yang lebih sesuai dengan kondisi nyata karena mempertimbangkan variabel derajat kejenuhan jalan. Dengan metode ini, maka bisa dimasukkan beberapa parameter yang lain, misalkan kecepatan rata-rata pengguna kendaraan, volume jalan yang dimiliki ataupun tingkat kerusakan jalan. Atau beberapa parameter lain yang mempengaruhi tingkat laju kendaraan.

## Saran

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan PT. Circleka Utama Indonesia Cabang Yogyakarta dalam

melakukan pendistribusian barang. Melihat metode yang digunakan tidak terlalu rumit dan fleksibel dalam penerapannya. Pengembangan dan perbaikan yang hendaknya dilakukan guna memperoleh hasil yang lebih baik lagi dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Pencarian jalur terbaik dapat dilakukan dengan gabungan Logika *Fuzzy* dan algoritma pencarian jalur terpendek lainnya.
2. Dengan metode ini, maka bisa dimasukkan beberapa parameter yang lain, misalkan kecepatan rata-rata pengguna kendaraan, volume jalan yang dimiliki ataupun tingkat kerusakan jalan. Atau beberapa parameter lain yang mempengaruhi tingkat laju kendaraan, sehingga dapat diperoleh model yang lebih mendekati keadaan sebenarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brogan, W. (1991). *Modern Control Theory*. New Jersey: Prentice Hall. Inc.
- Coley, D. (1999). *An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Greco, F. (2008). *Travelling Salesman Problem*. Austria: In-Teh.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lovaz, L., Pelikan, J., & Vesztegombi, K. (2010). *Discrete Mathematics Elementary and Beyond*. USA: Springer.
- Mahmudy, W. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Universitas Brawijaya Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.
- Manullang, M. (2002). *Pengantar Bisnis*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mardiyono, S. (1996). *Matematika Diskrit*. Bandung: IKIP Bandung Press.
- Munir, R. (2009). *Matematika Diskrit Edisi 3*. Bandung: Informatika Bandung.

Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.

Rosen, K. H. (2007). *Discrete Mathematics and It's Application*. 7rd. ed. New York: McGraw-Hill Companies Inc.

Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.