

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA PENYELESAIAN  
*CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP)* UNTUK  
DISTRIBUSI SURAT KABAR KEDAULATAN RAKYAT DI  
KABUPATEN SLEMAN**

**Jurnal**

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh

Ikhsan Hidayat

12305141050

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2016**



**PERSETUJUAN**

Jurnal dengan Judul

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA PENYELESAIAN  
CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) UNTUK  
DISTRIBUSI SURAT KABAR KEDAULATAN RAKYAT DI  
KABUPATEN SLEMAN**

Yang disusun oleh,

Nama : Ikhsan Hidayat  
NIM : 12305141050  
Prodi : Matematika

Telah disetujui Dosen Pembimbing dan direview oleh Dosen Penguji untuk  
memenuhi sebagai persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana Sains



Yogyakarta, 23 September 2016

Direview  
Dosen Penguji

**Nur Insani, M.Sc**

NIP. 19810406 200501 2 005

Disetujui  
Dosen Pembimbing I

**Emut, M.Si**

NIP. 19621215 198812 1 001

Disetujui  
Dosen Pembimbing II

**Nurhadi Waryanto, M.Eng**

NIP. 19780119 200312 1 002

# PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) UNTUK DISTRIBUSI SURAT KABAR KEDAULATAN RAKYAT DI KABUPATEN SLEMAN

## IMPLEMENTATION OF GENETIC ALGORITHM TO SOLUTION CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) FOR DISTRIBUTION KEDAULATAN RAKYAT NEWSPAPER IN SLEMAN DISTRICT

Oleh: Ikhsan Hidayat<sup>1)</sup>, Emut<sup>2)</sup>, Nur Hadi Waryanto<sup>3)</sup>  
Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY  
[ikhsanhdyt@gmail.com](mailto:ikhsanhdyt@gmail.com)<sup>1)</sup>, [emut\\_kh@ymail.com](mailto:emut_kh@ymail.com)<sup>2)</sup>, [nurhadiw@gmail.com](mailto:nurhadiw@gmail.com)<sup>3)</sup>

### Abstrak

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian yang didasarkan atas mekanisme seleksi alam dan genetika alam. Algoritma ini dapat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks seperti *capacitated vehicle routing problem* (CVRP). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah CVRP dengan algoritma genetika dan melakukan analisis perbandingan dengan algoritma *sweep* pada penelitian sebelumnya untuk melihat kinerja algoritma mana yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah CVRP khususnya untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Langkah-langkah dalam menggunakan algoritma genetika yaitu membentuk populasi awal, evaluasi nilai *fitness* untuk proses seleksi individu dalam populasi, pindah silang atas individu terseleksi, mutasi genetik, dan pembentukan populasi baru. Dari hasil rute yang didapatkan, algoritma genetika menghasilkan rute yang lebih optimal dari segi jarak dan waktu tempuh dibandingkan algoritma *sweep*, yaitu 133,7 km dengan waktu tempuh 198 menit. Sedangkan algoritma *sweep* menghasilkan total jarak 142,9 km dengan waktu tempuh 210 menit. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kinerja algoritma genetika lebih baik dibandingkan algoritma *sweep* dalam menyelesaikan CVRP.

Kata kunci: algoritma genetika, algoritma *sweep*, nilai *fitness*, *capacitated vehicle routing problem* (CVRP)

### Abstract

*Genetic algorithm is searching technique based on the mechanism of natural selection and natural genetics. This algorithm can be used to solve complex optimization problems such as capacitated vehicle routing problem (CVRP). The purpose of this research is to solve the CVRP problem with genetic algorithm and comparative analysis with the previous research using sweep algorithm to see the best algorithm in solving CVRP problem especially for the distribution of the Kedaulatan Rakyat newspaper in Sleman District, Special Region of Yogyakarta. Steps used in the genetic algorithm that forming the initial population, the evaluating of the fitness value for the selection process of individuals in the population, the crossover on individual selected, mutating the genetics, and forming a new population. From the obtained results, the genetic algorithm produced more optimum route in terms of distance and travel time compared to the sweep algorithm, which was 133,7 km with a travel time of 198 minutes. While the sweep algorithm produced a total distance of 142.9 km with a travel time of 210 minutes. Thus it can be said that the performance of genetic algorithm is better than sweep algorithm in solving CVRP.*

Keywords: Genetic algorithm, sweep algorithm, fitness value, *capacitated vehicle routing problem* (CVRP)

### PENDAHULUAN

Distribusi merupakan proses penyaluran produk dari produsen sampai ke tangan masyarakat atau konsumen. Kemudahan konsumen dalam mendapatkan produk yang diinginkan menjadi prioritas utama dari setiap

perusahaan untuk memuaskan pelanggannya. Dalam sistem distribusi, rute yang dipilih merupakan elemen terpenting dalam menentukan jarak yang harus ditempuh dan biaya yang harus dikeluarkan. Jika rute yang dipilih optimal, maka sistem distribusi menjadi lebih efektif dan efisien.

karena akan melewati rute yang minimal jaraknya, sehingga elemen-elemen yang melibatkan jarak menjadi minimal pula, seperti biaya transportasi, waktu tempuh, tingkat polusi yang dihasilkan, dan energi yang dikeluarkan.

Permasalahan yang kerap terjadi adalah jika *node* atau tempat yang harus dikunjungi dalam sistem distribusi itu banyak dan diharuskan tidak terjadi pengulangan, kemudian harus kembali ke titik semula, maka rute yang harus ditempuh akan menjadi banyak kemungkinannya. Permasalahan tersebut dikenal dengan istilah *vehicle routing problem* (VRP). VRP didefinisikan sebagai masalah penentuan rute pendistribusian barang/jasa ke pelanggan-pelanggan dengan lokasi yang berbeda dan dengan permintaan yang sudah diketahui, dari satu atau lebih depot dan memenuhi beberapa kendala (Yeun dkk, 2008).

Salah satu variasi dari VRP yaitu *capacitated vehicle routing problem* (CVRP). CVRP adalah masalah optimasi untuk menentukan rute dengan biaya minimal (*minimum cost*), banyaknya kendaraan (*vehicles*) dengan kapasitas tertentu yang homogen (*homogeneous fleet*), yang melayani sejumlah *customer* dengan jumlah permintaan telah diketahui sebelum proses pendistribusian berlangsung. Pendistribusian dalam setiap kendaraan hanya dapat dilaksanakan sebanyak satu kali yaitu dari depot ke setiap *customer* kemudian kembali lagi ke depot. Tujuan dari CVRP yaitu meminimalkan banyak kendaraan dan total waktu perjalanan (Gunawan dkk, 2012).

Banyaknya aplikasi dari CVRP yang sesuai dengan permasalahan di dunia nyata mengakibatkan CVRP menjadi salah satu bidang

ilmu yang banyak diteliti. Penelitian-penelitian untuk menyelesaikan CVRP tersebut dilakukan dengan metode-metode yang berbeda. Salah satunya adalah dengan metode Metaheuristik. metode metaheuristik lebih sering digunakan karena dapat menyelesaikan CVRP dengan hasil yang cukup baik dan waktu komputasi yang lebih singkat (Utomo dkk, 2015).

Penyelesaian CVRP dalam penelitian ini menggunakan salah satu metode metaheuristik yaitu algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan suatu urutan langkah-langkah untuk memecahkan masalah optimasi berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetika alam (Kusumadewi, 2003: 279).

Dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan algoritma *sweep* untuk optimasi rute distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat” oleh Wahyu Kartika Cahyaningsih tahun 2015, Pada penelitian tersebut CVRP diselesaikan dengan menggunakan algoritma *sweep* yang sangat sederhana dalam perhitungannya yaitu dengan melakukan tahap *clustering* (pengelompokkan) kemudian menentukan urutan rute dari setiap kelompok yang telah diperoleh dari tahap *clustering* untuk mencari solusi optimalnya. Sedangkan dalam penelitian ini CVRP akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika yang mencari solusi terbaik dengan mekanisme berupa kombinasi dari pencarian acak secara terstruktur. Kemudian hasil penelitian dibandingkan untuk melihat kinerja algoritma mana yang lebih baik dalam menyelesaikan CVRP.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder dari skripsi Wahyu Kartika Cahyaningsih yang berjudul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* Menggunakan Algoritma *Sweep* untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat” tahun 2015. Yang berupa data lokasi agen pelanggan beserta permintaannya, data jarak tempuh dan waktu tempuh pendistribusian surat kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman. Permasalahan pendistribusian surat kabar Kedaulatan Rakyat tersebut dimodelkan dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* kemudian model tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Permasalahan CVRP pada pendistribusian surat kabar Kedaulatan Rakyat dapat didefinisikan sebagai suatu graf  $G = (V, E)$ . Dimana  $V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$  merupakan himpunan simpul yang merepresentasikan agen-agen yang akan dilayani dengan permintaan yang sudah diketahui dan depot berada di simpul 0. Jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan dinyatakan sebagai himpunan rusuk berarah  $E$  yaitu penghubung depot dengan agen dan juga penghubung antar agen.  $E = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$ . Semua rute dimulai dan berakhir di 0. Himpunan kendaraan  $K$  merupakan kumpulan kendaraan yang homogen dengan kapasitas  $q$ . Setiap agen  $i$  untuk setiap  $i \in V$  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 juga bahwa  $c_{ii} = c_{jj} = 0$ . Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Setiap pesanan agen dapat dipenuhi oleh perusahaan,
2. Jumlah permintaan setiap agen tetap,
3. Kendaraan yang digunakan mempunyai kapasitas yang sama yaitu 350 Kg, dimana 1 Kg = 9 eksemplar,
4. Setiap agen terhubung satu sama lain dan jarak antar agen simetris, artinya  $c_{ij} = c_{ji}$ ,
5. Waktu pengiriman pada setiap agen dilakukan pada selang waktu pukul 02.30-05.00 WIB.
6. Kecepatan kendaraan konstan yaitu 80 km/jam (data perusahaan) dan juga tidak terjadi kemacetan, kondisi jalan tidak rusak serta kendaraan dalam kondisi bagus.
7. Waktu tempuh antara agen  $i$  dan  $j$ , yaitu  $t_{ij}$ , sudah termasuk lama pelayanan di agen  $i$  dimana waktu lama pelayanannya yaitu 5 menit.

Berdasarkan asumsi-asumsi diatas maka model matematika dalam pendistribusian surat kabar Kedaulatan Rakyat di wilayah Kabupaten Sleman adalah:

Didefinisikan :

Untuk setiap  $(i, j) \in E, i \neq 0, j \neq 0$  dan untuk setiap kendaraan  $k$  didefinisikan dengan variabel :

$x_{ijk} = 1$ , jika ada perjalanan dari  $i$  ke  $j$

dengan kendaraan  $k$

$x_{ijk} = 0$ , jika tidak ada perjalanan dari  $i$  ke  $j$

dengan kendaraan  $k$

Model CVRP untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di wilayah Kabupaten Sleman adalah sebagai berikut :

$$\text{Meminimumkan } z = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^{20} c_{ij} x_{ijk}$$

Dengan kendala

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{20} d_i \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} \leq 350 \quad \forall k \in K \quad (2)$$

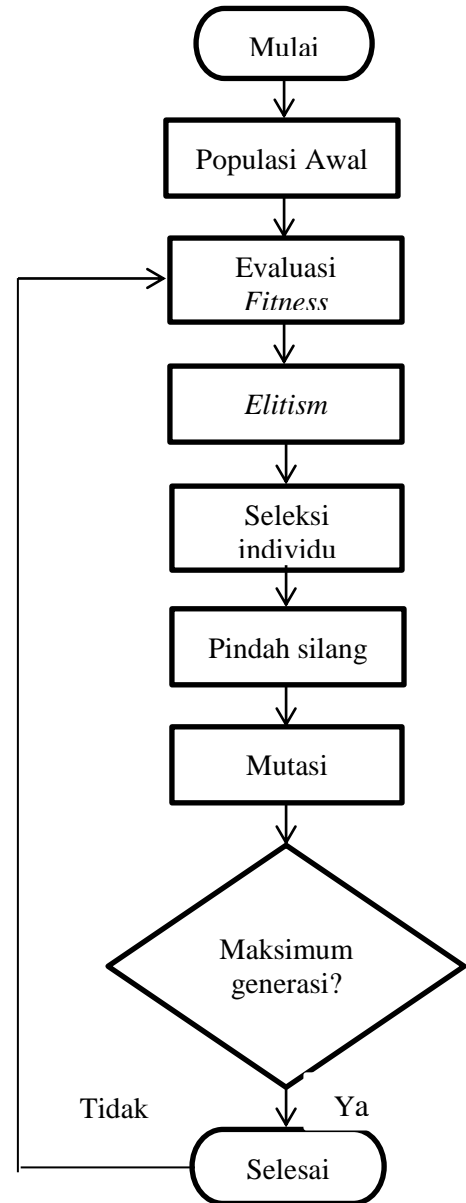
$$\sum_{j=1}^{20} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^{20} x_{ijk} - \sum_{j=0}^{20} x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{20} x_{i0k} = 1 \quad \forall k \in K \quad (5)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V, \forall k \in K \quad (6)$$

Model CVRP merupakan model pemrograman bilangan bulat biner yang bertujuan meminimumkan total jarak tempuh perjalanan. Kendala (1) memastikan bahwa setiap agen hanya dikunjungi tepat satu kali oleh suatu kendaraan, kendala (2) menyatakan permintaan semua agen dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 350 kg, kendala (3) menyatakan setiap rute berawal dari depot, kendala (4) menyatakan bahwa setiap kendaraan yang mengunjungi satu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut, kendala (5) menyatakan setiap rute berakhir di depot dan kendala (6) menyatakan variabel keputusan merupakan variabel biner. Selanjutnya model CVRP akan diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Berikut tahap-tahap algoritma genetika



Gambar 1. Diagram Alir Algoritma Genetika

Dari gambar 1 terdapat beberapa komponen algoritma genetika yaitu sebagai berikut.

#### 1. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean adalah bagaimana mengkodekan gen dari kromosom, dimana gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. (Kusumadewi, 2003: 280). Pada penelitian ini, representasi gen menggunakan teknik pengkodean permutasi.

#### 2. Membangkitkan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal adalah membangkitkan sejumlah individu secara acak

atau melalui prosedur tertentu. Terdapat berbagai teknik dalam pembangkitan populasi awal diantaranya adalah random generator, pendekatan tertentu, dan permutasi gen. Pada penelitian ini pembangkitan populasi awal dilakukan dengan menggunakan random generator.

### 3. Evaluasi Nilai *Fitness*

Evaluasi nilai *fitness* berfungsi untuk mengukur kualitas dari sebuah solusi dan memungkinkan tiap solusi untuk dibandingkan (Michalewicz, 1996: 72). Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Pada masalah optimasi, maka nilai *fitness* yang digunakan adalah

$$f = \frac{1}{h} \quad (7)$$

dengan  $h$  merupakan nilai dari sebuah individu.

### 4. Seleksi

Seleksi merupakan pemilihan dua buah kromosom untuk dijadikan sebagai induk yang dilakukan secara proposional sesuai dengan nilai *fitness*nya (Michalewicz, 1996: 75). Dalam penelitian ini menggunakan *roulette wheel selection*.

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

Pindah Silang (*crossover*) adalah operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru. Dalam penelitian ini menggunakan teknik *order crossover*. Pada *order crossover* dilakukan pertukaran bagian gen dari kedua bagian induk yang telah ditandai sebelumnya. Sementara gen selain bagian tersebut tetap dijaga.

### 6. Mutasi

Mutasi merupakan proses untuk mengubah nilai dari satu atau beberapa gen dalam suatu kromosom. Teknik mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *swapping mutation*. Teknik ini diawali dengan memilih dua bilangan acak kemudian gen yang berada pada posisi bilangan acak pertama ditukar dengan gen yang berada pada bilangan acak kedua dalam probabilitas tertentu (Suyanto, 2005: 67).

### 7. *Elitism*

*Elitism* merupakan proses untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi (Suyanto, 2005: 14).

### 8. Pembentukan Populasi Baru

Proses membangkitkan populasi baru bertujuan untuk membentuk populasi baru yang berbeda dengan populasi awal. Pembentukan populasi baru ini didasarkan pada keturunan-keturunan baru hasil mutasi ditambah dengan individu terbaik setelah dipertahankan dengan proses *elitism*. Setelah populasi baru terbentuk, kemudian mengulangi langkah-langkah evaluasi nilai *fitness*, proses seleksi, proses pindah silang, proses mutasi pada populasi baru untuk membentuk populasi baru selanjutnya.

## **Penyelesaian Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) Pendistribusian Surat Kabar Kedaulatan Rakyat di Kabupaten Sleman dengan Menggunakan Algoritma Genetika.**

### 1. Penyandian Gen

Gen dalam hal ini merupakan representasi dari kantor agen yang merupakan tempat awal pendistribusian dan agen pelanggan.

Gen 0 = DEPOT (Jalan Solo Km 11, Kalitirto, DIY)

Gen 1 = Jalan Besi KM 14 (Depan Kampus UII)



Gen 2 = Palem Kecut CT 10/41 Sleman

Gen 3 = Jalan Magelang Km 5,2

Gen 4 = Jalan Tluki I 169 CONCAT

Gen 5 = Jombor Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman

Gen 6 = Karangnggeneng, Pakem, Sleman

Gen 7 = Jalan Gurameh Raya, Minomartani

Gen 8 = Karanganyar, Sinduadi, Mlati (Yogya Utara)

Gen 9 = Jalan Bhayangkara Km 13 Morangan

Gen 10 = Pasar Gentan, Ngaglik, Sleman

Gen 11 = Hargo Binangun, Pakem

Gen 12 = Jalan Gejayan Gang Guru Mrican

Gen 13 = Jalan Merapi Km 4 Beran

Gen 14 = Perempatan Tugu Yogya

Gen 15 = Rumah Sakit Panti Nugroho

Gen 16 = Jalan Tegalorejo, Sardonoarjo, Sleman

Gen 17 = Lumbungrejo, Tempel, Sleman

Gen 18 = Pasar Terban

Gen 19 = Donokerto, Turi, Sleman

Gen 20 = Wadas, Tridadi, Sleman

## 2. Membangkitkan populasi awal (*Spanning*)

Membangkitkan populasi awal dengan membangkitkan sejumlah individu secara acak sehingga membentuk satuan populasi. Satu individu terdapat 20 gen yang berisi gen dari 1 sampai 20 yang membentuk rute pendistribusian surat kabar kedaulatan rakyat di wilayah kabupaten sleman.

Individu 1 = 14 18 19 1 17 3 13 7  
8 16 9 5 15 2 11 6 4  
12 10 20

Individu 2 = 14 17 9 13 19 11 1 20  
6 7 8 15 10 2 5 3 18  
16 12 4

Individu 3 = 13 11 20 12 8 1 19 10  
18 3 14 17 2 5 16 7  
9 4 6 15

Individu 4 = 19 16 11 14 9 13 15 6  
20 5 2 4 18 1 12 17  
3 7 8 10

Individu 5 = 17 19 3 9 5 16 10 20  
2 12 8 13 14 7 1 18  
15 11 6 4

Individu 6 = 11 16 18 12 14 4 3 1  
19 8 13 6 2 5 15 17  
7 9 10 20

Individu 7 = 19 13 4 8 18 10 5 7  
17 11 15 16 6 2 12 1  
14 9 20 3

Individu 8 = 17 2 14 1 9 3 10 20  
16 6 12 8 5 19 15 7  
4 13 11 18

Individu 9 = 9 7 6 15 17 4 1 2 13  
14 10 19 5 11 3 18 20  
16 8 12

Individu10 = 15 3 4 8 20 11 9 1  
6 2 10 17 14 18 13 12  
5 7 19 16

Individu 11 = 11 15 2 5 6 14 8 4  
12 16 9 1 13 10 20 3  
7 18 19 17

Individu 12 = 18 1 4 5 17 2 10 20  
7 12 8 6 15 13 11 3  
9 19 16 14

Individu 13 = 11 5 4 13 20 15 6 17  
16 3 1 10 7 18 2 14  
19 9 8 12

Individu 14 = 15 8 11 19 10 17 6 18  
4 7 13 16 1 5 20 9  
12 14 2 3

Individu 15 = 18 16 20 6 2 14 3 5  
12 7 11 10 13 9 17 1  
8 4 15 19

Individu 16 = 1 4 15 20 2 7 11 14  
6 17 18 19 16 3 12 13  
9 8 10 5

Individu 17 = 18 5 11 10 13 1 20 3  
19 12 2 14 15 17 7 6  
8 16 9 4

Individu 18 = 14 17 12 2 9 13 8 19



	20	2	12	8	13	14	7				3	20	11	10	17	18
	1	18	11	3	19	15					13	7				
6) Anak 1 =	19	13	4	8	18	10	5	2)	Individu	baru	16	11	9	13	19	14
	7	17	11	15	16	6	2		anak 1 =		17	12	2	8	3	15
	12	1	14	9	20	3					18	5	4	6	<b>7</b>	10
Anak 2 =	1	4	15	20	2	7	11				<b>1</b>	20				
	14	6	17	18	19	16	3		Individu	baru	16	4	12	2	9	14
	12	13	9	8	10	5			anak 2 =		17	13	19	11	1	20
7) Anak 1 =	19	16	11	14	9	13	15				6	7	8	15	10	5
	6	20	5	2	4	18	1				3	18				
	12	17	3	7	8	10		3)	Individu	baru	10	<b>17</b>	14	1	19	16
Anak 2 =	18	5	11	10	13	1	20		anak 1 =		11	9	13	15	6	20
	3	19	12	2	14	15	17				5	4	18	12	<b>2</b>	3
	7	6	8	16	9	4					7	8				
8) Anak 1 =	14	3	5	12	7	11	10		Individu	baru	18	16	11	<b>12</b>	17	2
	13	9	17	1	8	4	19		anak 2 =		1	9	3	10	20	6
	15	18	16	20	6	2					<b>5</b>	8	<b>14</b>	19	15	7
Anak 2 =	20	16	6	12	8	5	19				4	13				
	15	7	4	13	11	18	9	4)	Individu	baru	10	5	18	16	<b>11</b>	1
	17	2	14	1	3	10			anak 1 =		20	3	19	12	2	14
9) Anak 1 =	13	8	19	3	18	4	6				15	17	7	6	8	9
	1	10	7	20	16	11	5				13	<b>4</b>				
	15	14	17	12	2	9			Individu	baru	14	17	16	9	4	11
Anak 2 =	4	3	19	8	13	2	5		anak 2 =		1	20	6	<b>15</b>	8	<b>7</b>
	15	17	7	9	10	20	6				10	2	5	3	18	13
	1	11	16	18	12	14					19	12				
5. Mutasi								5)	Individu	baru	18	11	6	<b>13</b>	<b>4</b>	1
									anak 1 =		20	3	19	12	2	14
											15	17	7	9	5	16
											10	8				
									Individu	baru	17	6	9	4	5	16
									anak 2 =		10	20	2	12	8	13
											14	<b>19</b>	1	18	11	3
											<b>7</b>	15				
1) Individu	baru	<b>11</b>	3	4	8	20	<b>19</b>	6)	Individu	baru	19	13	4	8	18	10
anak 1 =		9	1	6	2	10	<b>18</b>		anak 1 =		<b>6</b>	7	17	<b>20</b>	15	16
		<b>17</b>	5	14	12	16	13				<b>5</b>	2	12	1	14	9
		<b>15</b>	<b>7</b>								<b>11</b>	3				
Individu	baru	19	15	2	5	6	14		Individu	baru	<b>3</b>	4	15	20	2	7
anak 2 =		8	4	12	16	9	1		anak 2 =		11	14	6	<b>18</b>	<b>17</b>	19

			16	<b>1</b>	12	13	9	8
			10	5				
7)	Individu baru		19	16	11	14	9	<b>7</b>
	anak 1 =		<b>3</b>	<b>1</b>	20	5	<b>6</b>	4
			18	<b>2</b>	12	17	<b>15</b>	<b>13</b>
			8	10				
	Individu baru		18	5	11	10	13	1
	anak 2 =		20	3	19	12	2	14
			<b>4</b>	17	7	6	8	16
			9	<b>15</b>				
8)	Individu baru		14	3	5	12	7	11
	anak 1 =		10	13	9	17	1	<b>15</b>
			4	19	<b>2</b>	18	16	20
			6	<b>8</b>				
	Individu baru		<b>12</b>	16	6	<b>20</b>	8	5
	anak 2 =		19	15	7	4	13	<b>17</b>
			18	9	<b>11</b>	2	14	1
			3	10				
9)	Individu baru		13	8	19	3	18	4
	anak 1 =		6	1	10	7	<b>9</b>	16
			11	5	15	14	17	12
			2	<b>20</b>				
	Individu baru		4	3	19	8	<b>6</b>	<b>16</b>
	anak 2 =		5	15	17	7	9	10
			20	<b>13</b>	1	11	<b>2</b>	18
			12	14				

			1	6	2	10	18	17	5
			14	12	16	13	15	7	
Individu 4 =			19	15	2	5	6	14	8
			4	12	16	9	1	3	20
			11	10	17	18	13	7	
Individu 5 =			16	11	9	13	19	14	17
			12	2	8	3	15	18	5
			4	6	7	10	1	20	
Individu 6 =			16	4	12	2	9	14	17
			13	19	11	1	20	6	7
			8	15	10	5	3	18	
Individu 7 =			10	17	14	1	19	16	11
			9	13	15	6	20	5	4
			18	12	2	3	7	8	
Individu 8 =			18	16	11	12	17	2	1
			9	3	10	20	6	5	8
			14	19	15	7	4	13	
Individu 9 =			10	5	18	16	11	1	20
			3	19	12	2	14	15	17
			7	6	8	9	13	4	
Individu 10 =			14	17	16	9	4	11	1
			20	6	15	8	7	10	2
			5	3	18	13	19	12	
Individu 11 =			18	11	6	13	4	1	20
			3	19	12	2	14	15	17
			7	9	5	16	10	8	
Individu 12 =			17	6	9	4	5	16	10
			20	2	12	8	13	14	19
			1	18	11	3	7	15	
Individu 13 =			19	13	4	8	18	10	6
			7	17	20	15	16	5	2
			12	1	14	9	11	3	
Individu 14 =			3	4	15	20	2	7	11
			14	6	18	17	19	16	1
			12	13	9	8	10	5	
Individu 15 =			19	16	11	14	9	7	3
			1	20	5	6	4	18	2
			12	17	15	13	8	10	
Individu 16 =			18	5	11	10	13	1	20
			3	19	12	2	14	4	17

## 6. Pembentukan Populasi Baru

Populasi baru di generasi kedua dibentuk penggabungan dari semua individu baru hasil mutasi dan dengan individu terbaik dari populasi awal. Populasi baru di generasi kedua sebagai berikut.

Individu 1 =		17	19	3	9	5	16	10	20
		2	12	8	13	14	7	1	
		18	15	11	6	4			
Individu 2 =		17	19	3	9	5	16	10	20
		2	12	8	13	14	7	1	
		18	15	11	6	4			
Individu 3 =		11	3	4	8	20	19	9	

	7	6	8	16	9	15	
Individu 17 =	14	3	5	12	7	11	10
	13	9	17	1	15	4	19
	2	18	16	20	6	8	
Individu 18 =	12	16	6	20	8	5	19
	15	7	4	13	17	18	9
	11	2	14	1	3	10	
Individu 19 =	13	8	19	3	18	4	6
	1	10	7	9	16	11	5
	15	14	17	12	2	20	
Individu 20 =	4	3	19	8	6	16	5
	15	17	7	9	10	20	13
	1	11	2	18	12	14	

Iterasi dilakukan hingga mendapatkan nilai *fitness* yang konvergen di generasi tertentu. Algoritma genetika bersifat *random generator*, sehingga setiap melakukan proses seleksi maka akan selalu menghasilkan solusi yang berbeda. Dalam hal ini diperlukan beberapa kali percobaan dalam mengaplikasikan algoritma genetika dengan *software* Matlab agar didapatkan solusi yang optimum, yaitu dengan mencoba beberapa nilai ukuran populasi dan jumlah generasi. Berikut tabel percobaan dengan menggunakan beberapa nilai ukuran populasi dan jumlah generasi yang berbeda :

Tabel 2. Percobaan Algoritma Genetika

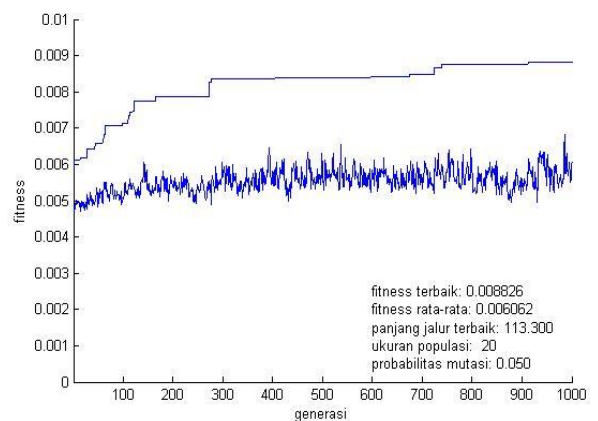
Percobaan Ke-	Ukuran Populasi	Jumlah Generasi	Nilai <i>Fitness</i>	Total Jarak
1	15	100	0,006627	150,900
2		150	0,007418	134,800
3		200	0,006868	145,600
4		500	0,007616	131,300
5		1000	0,007886	126,800
6	20	100	0,007380	135,500
7		150	0,007032	142,200
8		200	0,007593	131,700
9		500	0,007599	131,600
<b>10</b>		<b>1000</b>	<b>0,008826</b>	<b>113,300</b>

11	30	100	0,006761	147,900
12		150	0,007479	133,700
13		200	0,007680	130,200
14		500	0,007893	126,700
15		1000	0,007974	125,400

Hasil *fitness* paling optimum terdapat pada percobaan ke-10 yaitu dengan ukuran populasi 20 dan jumlah iterasi ke-1000 didapatkan nilai *fitness* sebesar 0,008826. Individu yang memiliki *fitness* yang sudah optimum adalah

Individu 1 =	7	4	1	10	16	15	11	6
	19	17	20	3	5	8	13	9
	14	18	2	12				

Berikut grafik pergerakan nilai *fitness* pada percobaan ke-10.

Gambar 2. Pergerakan nilai *fitness* percobaan ke-10

Grafik pada gambar 2 menunjukkan pergerakan nilai *fitness* yang sudah konvergen. Kurva yang berada diatas merupakan nilai *fitness* pada generasi ke-1000. Dan kurva yang berada dibawah merupakan nilai *fitness* rata-rata dari 1000 generasi.

sehingga didapatkan solusi optimal rute terpendek. Berikut rute yang dihasilkan pada percobaan ke-10 seperti pada tabel 3.

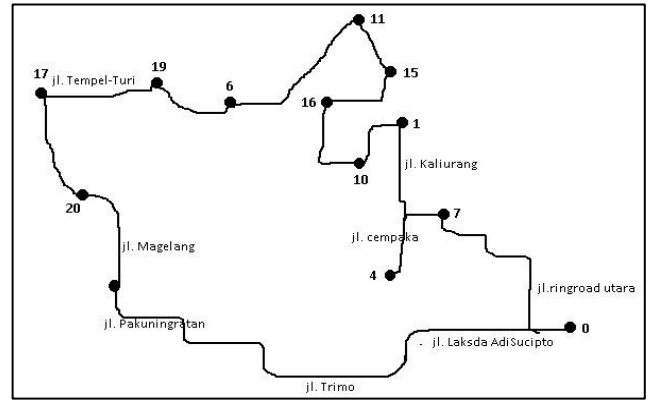
Tabel 3. Pembagian rute pada percobaan ke-10

Kendaraan	Rute	Permintaan	Jarak tempuh (Km)
1	0 7 4 1 10 16 15 11 6 19 17 20 3 0	336,2 kg	89,7
2	0 5 8 13 9 14 18 2 12 0	319,1 kg	44

Jadi telah diketahui solusi dari CVRP pada pendistribusian surat kabar kedaulatan rakyat di Kabupaten Sleman diperoleh 2 rute optimal sebagai berikut :

Rute 1 (Kapasitas Kendaraan = 336,2 kg dan Total Jarak Tempuh = 89,7 km) :

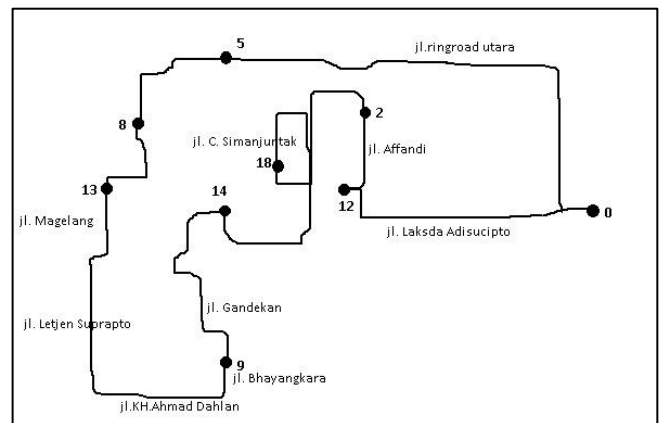
Depot (Jalan Solo km. 11, kalitirto, DIY)  
 → Jalan Gurameh Raya, Minomartani (Warnet Luna) → Jalan Tluki I 169 CONCAT → Jalan Besi KM 14 (Depan Kampus UII) → Pasar Gentan, Ngagklik Sleman → Jalan Tegalrejo, Sardonoarjo, Sleman → Rumah Sakit Panti Nugroho → Hargo Binangun, Pakem → Karangnggeneng, Pakem, Sleman → Donokerto, Turi, Sleman → Lumbungrejo, Tempel, Sleman → Wadas, Tridadi, Sleman → Jalan Magelang KM 5,2 → Depot (Jalan Solo km. 11, kalitirto, DIY).



Gambar 3. Rute 1 dengan Algoritma Genetika

Rute 2 (Kapasitas Kendaraan = 319,1 kg dan Total Jarak Tempuh = 44 km) :

Depot (Jalan Solo km.11, kalitirto, DIY)  
 → Jombor Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman → Karanganyar, Sinduadi, Mlati (Yogya Utara) → Jalan Merapi Km 4 Beran → Jalan Bhayangkara Km 13 Morangan → Perempatan Tugu Yogya → Pasar Terban → Palem Kecut CT 10/41 Sleman → Jalan Gejayan Gang Guru Mrican → Depot (Jalan Solo km.11, kalitirto, DIY).



Gambar 4. Rute 2 dengan Algoritma Genetika

## Perbandingan Rute yang diperoleh menggunakan Algoritma Sweep dengan Algoritma Genetika.

Tabel 4. Perbandingan Rute yang diperoleh menggunakan Algoritma Sweep dengan Algoritma Genetika

Rute dengan algoritma sweep			
	Rute 1	Rute 2	Total
	0 → 4 → 7 → 10 → 1 → 16 → 20 → 19 → 15 → 6 → 11 → 17 → 0	0 → 12 → 2 → 18 → 14 → 8 → 3 → 5 → 13 → 9 → 0	
Jarak	101,6 km	41,3 km	142,9 km
Waktu	134 menit	76 menit	210 menit
Rute dengan algoritma genetika			
	Rute 1	Rute 2	Total
	0 → 7 → 4 → 1 → 10 → 16 → 15 → 11 → 6 → 19 → 17 → 20 → 3 → 0	0 → 5 → 8 → 13 → 9 → 14 → 18 → 2 → 12 → 0	
Jarak	89,7 km	44 km	133,7 km
waktu	128 menit	70 menit	198 menit

Pada tabel 4 secara keseluruhan, algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh dan total waktu tempuh yang lebih baik dibandingkan dengan Algoritma Sweep pada penelitian sebelumnya. Algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh 133,7 km dan waktu tempuh 198 menit. Algoritma sweep menghasilkan total jarak tempuh 142,9 km dan waktu tempuh 210 menit. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa solusi yang dihasilkan algoritma genetika lebih baik dalam segi jarak maupun waktu jika dibandingkan algoritma sweep pada penelitian sebelumnya dalam menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1) Model CVRP untuk distribusi surat kabar Kedaulatan Rakyat di wilayah Kabupaten Sleman adalah sebagai berikut :

$$\text{Meminimumkan } z = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^{20} c_{ij} x_{ijk}$$

Dengan kendala

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{20} d_i \sum_{j=1}^{20} x_{ijk} \leq 350 \quad \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{20} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^{20} x_{ijk} - \sum_{j=0}^{20} x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{20} x_{i0k} = 1 \quad \forall k \in K \quad (5)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V, \forall k \in K \quad (6)$$

2) Langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah CVRP menggunakan algoritma genetika adalah mendefinisikan individu dengan *permutation encoding*, membentuk populasi awal secara acak, membangkitkan matriks permintaan berdasarkan populasi, membagi tiap individu menjadi 2 rute dengan syarat jumlah permintaan tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan, menghitung nilai *fitness* dari masing-masing individu, memilih individu terbaik yaitu individu dengan nilai *fitness* tertinggi, melakukan seleksi dengan metode *roulette wheel selection*, melakukan pindah silang dengan teknik *order crossover*, melakukan mutasi dengan *swapping mutation*,

melakukan pengembangan algoritma genetika, seperti algoritma genetika ganda dan algoritma genetika yang dikombinasikan dengan *fuzzy logic*.

membentuk populasi baru di generasi selanjutnya dengan membawa individu terbaik yang dipertahankan dari populasi (*elitism*), dan membentuk populasi baru pada generasi ke-1000.

3) Berdasarkan perhitungan, algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh dan total waktu tempuh yang lebih baik dibandingkan dengan Algoritma *Sweep* pada penelitian sebelumnya. Algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh 133,7 km dan waktu tempuh 198 menit. Algoritma *sweep* menghasilkan total jarak tempuh 142,9 km dan waktu tempuh 210 menit. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa solusi yang dihasilkan algoritma genetika lebih baik jika dibandingkan algoritma *sweep* pada penelitian sebelumnya dalam menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP).

### Saran

Pada penelitian skripsi ini, baru dilakukan pembahasan mengenai algoritma genetika sebagai metode penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), maka perlu dilakukan penyelesaian dengan algoritma metaheuristik lainnya seperti *variable neighborhood search*, *particle swarm optimization*, *scatter search*, *differential evolution*, *tabu search*, *stochastic local search*, dan *simulated annealing*. Dengan demikian akan terlihat *performance* algoritma metaheuristik mana yang paling mendekati optimal untuk *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar

### DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, Indra Maryati, dan Henry Kurniawan. W. (2012). *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization*. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya.
- Michalewicz, Z. (1996). *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, 3rd, revised and extended edition*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Sri Kusumadewi. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Utomo, D.B., Mohammad, I.I., Muhammad, L.S. (2015). *Algoritma Genetika Ganda untuk Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 4, No. 2, 19-24.
- Wahyu Kartika. C. (2015). *Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) menggunakan algoritma sweep untuk optimasi rute distribusi surat kabar ke daulatan rakyat*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yeun, L.C., Ismail, W.R., Omar, K., & Zirour, M. (2008). *Vehicle Routing Problem: Model and Solution*. *Journal of Measurement and Analysis*, 4(1). 1-26.