

## **PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN METODE *TOURNAMENT SELECTION* UNTUK MENYELESAIKAN CVRP PADA OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI LKS CV. LARASSUKMA**

### ***APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM USING TOURNAMENT SELECTION METHOD TO SOLVE CVRP AT OPTIMIZATION ROUTE OF LKS CV. LARASSUKMA***

Oleh:

Muhammad Abdullah Mahasin<sup>1</sup> dan Nur Hadi Waryanto, M.Eng.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Pend. Matematika UNY dan <sup>2</sup>Dosen Jurusan Pend. Matematika UNY

Email: <sup>1</sup>[11305141018@student.uny.ac.id](mailto:11305141018@student.uny.ac.id) dan <sup>2</sup>[nur\\_hw@uny.ac.id](mailto:nur_hw@uny.ac.id)

#### **Abstrak**

CV. Larassukma merupakan salah satu percetakan yang melakukan distribusi LKS ke sekolah-sekolah dasar yang ada di daerah Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman. Jarak yang ditempuh untuk melakukan distribusi masih belum minimal. Tujuan penelitian ini adalah menemukan rute terpendek dalam pendistribusian LKS yang dilakukan. Penentuan rute termasuk dalam masalah VRP (*Vehicle Routing Problem*) yang melibatkan lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani pelanggan sesuai dengan permintaan masing-masing. Penelitian ini menggunakan model CVRP (*Capacitated Vehicle Routing Problem*) dengan kendala setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang terbatas dan sama. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah CVRP pada penelitian ini adalah algoritma genetika dengan metode *tournament selection*. Berdasarkan hasil uji coba ke-15 diperoleh nilai *fitness* terbaik yaitu sebesar 0,012763, dengan ukuran populasi 30 pada generasi ke-1000. Panjang jarak total terpendek yang diperoleh untuk proses distribusi pada uji coba ke-15 adalah sebesar 78,35 km.

Kata kunci: algoritma genetika, *tournament selection*

#### **Abstract**

*CV. Larassukma is one of the printing distributors of LKS to elementary schools in the District of Prambanan, Sleman. The distance used to perform the distribution is still not minimal. The purpose of this study is to find the shortest route in the distribution of LKS. Route determination is included in the VRP (Vehicle Routing Problem) problem that uses more than one vehicle with a certain capacity to serve customers according to their respective requests. This research uses CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem) model by searching every vehicle that has the same limited capacity. The method used to solve CVRP problems at the moment is the genetic algorithm with the selection of tournament methods. Based on the results of testing the 15<sup>th</sup>, the best fitness figures is 0.012763, with a population size of 30 in the 1000<sup>th</sup> generation. The shortest total distance obtained for the distribution process at 15<sup>th</sup> testing is 78.35 km.*

*Keywords: genetic algorithm, tournament selection*

#### **PENDAHULUAN**

Salah satu percetakan yang bernama CV. Larassukma melakukan distribusi buku LKS ke sekolah-sekolah yang ada di kecamatan Berbah, Kalasan dan Prambanan. Buku LKS yang

didistribusikan ke sekolah-sekolah adalah buku LKS untuk tingkat sekolah dasar. Buku LKS didistribusikan ke sekolah-sekolah hanya satu kali setiap semester baru akan dimulai. Selain melayani pesanan buku LKS di D.I. Yogyakarta, percetakan ini juga melayani berbagai produk pesanan di luar D.I. Yogyakarta seperti di Jawa Tengah dan sekitarnya. Selama ini dalam penentuan rute distribusi khususnya di daerah kecamatan Prambanan, percetakan CV. Larassukma masih menggunakan perkiraan dan pengalaman saja. Sehingga rute distribusi LKS yang dilakukan selalu berubah-ubah. Hal ini dikarenakan letak sekolah-sekolah dasar di kecamatan Prambanan tersebar lebih acak dibandingkan dengan sekolah di kecamatan Berbah dan Kalasan. Selain itu, sebagian besar sekolahnya terletak di daerah pedalaman yang sulit dijangkau. Sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang dikeluarkan pun belum minimum. Sehingga diperlukan rute tetap dengan jarak yang minimal untuk mengunjungi sekolah-sekolah yang ada di kecamatan Prambanan tersebut. Oleh karena itu, masalah yang harus diselesaikan oleh percetakan ini adalah menentukan rute distribusi yang benar-benar optimal atau minimum yang dapat meminimalkan jarak tempuh dan biaya distribusi. Permasalahan yang kerap terjadi dalam proses distribusi adalah ketika rute yang dipilih untuk distribusi tidak optimal, sehingga proses distribusi menjadi tidak efektif dan efisien. Jika rute yang dipilih tidak minimal, maka elemen-elemen yang melibatkan jarak

menjadi tidak minimal pula, seperti biaya transportasi, waktu tempuh, tingkat polusi yang dihasilkan, dan energi yang dikeluarkan. Pokok permasalahannya adalah menentukan rute suatu kendaraan yang harus mengunjungi banyak tempat, tidak boleh terjadi pengulangan dan harus kembali ke tempat semula. Permasalahan penentuan rute ini termasuk dalam *vehicle routing problem* (VRP) yaitu permasalahan penentuan rute kendaraan untuk melayani banyak pelanggan. Masalah VRP merupakan generalisasi dari *m-Travelling Salesman Problem* (*m-TSP*) dengan diberikan himpunan  $N$  kota dan  $m$  salesman yang ingin menemukan jalur terpendek untuk mengunjungi setiap kota tepat satu kali dan selesai di kota asal (Ho, Lim & Oon, 2001). Salah satu tipe VRP adalah CVRP. Menurut Gunawan dkk (2012), CVRP adalah masalah optimasi untuk menentukan rute dengan biaya minimal (*minimum cost*) banyaknya kendaraan (*vehicle*) dengan kapasitas tertentu yang homogen (*homogeneous fleet*), yang melayani sejumlah *customer* dengan jumlah permintaan yang telah diketahui sebelum proses pendistribusian berlangsung. Adapun metode yang digunakan untuk menyelesaikan model CVRP menggunakan metode metaheuristik. Metode metaheuristik merupakan prosedur pencarian solusi umum untuk melakukan eksplorasi yang lebih dalam pada daerah yang menjanjikan dari ruang solusi yang ada (Dreo, Petrowsky, dan Taillard, 2006). Salah satu metode huristik yang paling sering digunakan adalah algoritma genetika. Dalam

penelitian ini menggunakan algoritma genetika. Dipilih algoritma genetika karena tidak mempunyai kriteria khusus yang ditemukan seperti pada metode metaheuristik lainnya dalam menyaring kualitas solusi. Oleh karena itu, waktu komputasi relatif lebih singkat, serta dapat menghasilkan solusi yang mempunyai nilai obyektif yang sama. Salah satu tahapan yang sangat penting dalam algoritma genetika adalah seleksi. Seleksi adalah proses untuk memilih individu yang akan dijadikan sebagai induk. Seleksi sangat penting untuk tingkat konvergensi yang mendorong individu ke solusi yang lebih baik dan lebih fit (*fitter*). Dipilih metode ini karena berdasarkan penelitian yang berjudul “Analisa Perbandingan Metode *Roulette Wheel Selection*, *Rank Selection* dan *Tournament Selection* Pada Algoritma Genetika (Studi Kasus: *Travelling Salesman Problem* (TSP))” (Inayati, 2010), hasil penelitian yang dilakukan baik secara manual maupun sistem menunjukkan bahwa metode *tournament selection* memiliki *time complexity* dan *space complexity* yang lebih baik dibandingkan metode *roulette wheel selection* dan *rank selection*. Pemilihan individu terbaik yang akan dijadikan orang tua (*parent*) dalam metode *tournament selection* dipilih secara acak dari suatu kelompok populasi (Harmut Pohlheim, 2006).

## **METODE PENELITIAN**

### **Studi Lapangan**

Penelitian ini diawali dengan melakukan observasi ke tempat penelitian untuk

mengumpulkan informasi dan gambaran kondisi objek penelitian. Pada perusahaan CV. Larassukma dilakukan pengamatan proses distribusi perusahaan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi proses distribusi yang telah dilakukan oleh perusahaan. Perusahaan CV. Larassukma berlokasi di Jalan Karang Asem Gempol Nomor 93B, Condong Catur, Depok, Sleman.

### **Identifikasi Masalah**

Langkah berikutnya adalah melakukan identifikasi terhadap obyek yang akan diamati agar lebih memahami suatu permasalahan yang timbul. Pada tahap ini, akan dikaji permasalahan yang ada pada CV. Larassukma. Permasalahan yang akan diidentifikasi pada perusahaan ini adalah mengenai distribusi LKS.

### **Studi Pustaka**

Studi pustaka ini bertujuan untuk mempelajari teori-teori yang sesuai dengan masalah yang dibahas guna membantu memecahkan masalah yang ada pada objek penelitian. Teori-teori yang sudah ada sangat diperlukan sebagai referensi untuk mendukung penelitian ini.

### **Merumuskan Masalah Penelitian**

Setelah melakukan identifikasi masalah dan studi pustaka, selanjutnya menentukan rumusan masalah yang akan diuji pada penelitian ini. Tujuan perumusan masalah secara umum adalah untuk memfokuskan kegiatan penelitian supaya penelitian dapat diselesaikan sesuai dengan kebutuhan yang akan dicapai.

### Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini ditujukan supaya mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang diperlukan dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

### Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang relevan dengan permasalahan dalam penelitian yang nantinya akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Data yang dibutuhkan adalah data nama dan alamat agen, jumlah pesanan atau permintaan agen, jarak antar perusahaan ke agen, jarak antar agen, dan kapasitas dan jumlah kendaraan yang digunakan untuk distribusi.

### Pengolahan dan Analisis Data

#### 1. Perancangan Model Matematika untuk Kasus CVRP

Berdasarkan data yang diperoleh pada tahap pengolahan data, pada tahap ini akan dirancang model matematika untuk menyelesaikan kasus CVRP pada distribusi LKS oleh CV. Larassukma.

#### 2. Pembuatan Program Menggunakan *Software* Matlab 2016

Pada tahap ini akan dibuat program menggunakan *software* Matlab. Pembuatan program ini disesuaikan dengan permasalahan dan algoritma yang digunakan yaitu algoritma

genetika. Ketika dalam pembuatan program, data yang akan diolah disertakan didalam program. Sehingga tidak ada input manual data ke program.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Model Matematika *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) Pendistribusian Buku LKS CV. Larassukma di Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman

Model CVRP merupakan salah satu tipe dari VRP dengan masalah batas kapasitas kendaraan yang homogen. Untuk merancang model matematika CVRP ini dibutuhkan beberapa asumsi yaitu:

1. Jumlah titik pendistribusian ( $n$ ) diketahui yaitu berjumlah 30 (29 titik pelanggan dan 1 titik depot).
2. Jumlah permintaan buku LKS setiap sekolah terpenuhi.
3. Jumlah permintaan buku LKS setiap sekolah tetap.
4. Kapasitas kendaraan ( $q$ ) yang dipakai untuk membawa buku LKS adalah sebanyak 3000 buku.

Setiap sekolah terhubung satu sama lain dengan jarak yang sama, artinya  $c_{ij} = c_{ji}$

Berdasarkan asumsi-asumsi diatas maka model matematika dalam

pendistribusian LKS di wilayah Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman adalah:

Didefinisikan:

Untuk setiap  $(i, j) \in E, i \neq 30, j \neq 0$  dan untuk setiap kendaraan  $k$  didefinisikan dengan variabel:

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

Model matematika CVRP untuk distribusi LKS di wilayah Kabupaten Sleman Kecamatan Prambanan adalah sebagai berikut:

$$\min z = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=0}^{29} \sum_{j=1}^{30} c_{ij} x_{ijk}$$

dengan kendala

- a. Setiap titik dikunjungi tepat satu kali oleh suatu kendaraan. Pada permasalahan ini terdapat 3 kendaraan dengan jumlah titik sebanyak 29 titik yang harus dikunjungi.

$$\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in V$$

- b. Total permintaan semua titik dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 3000 LKS.

$$\sum_{i=0}^{29} d_i \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} \leq 3000 \quad \forall k \in K$$

- c. Setiap rute berawal dari depot yaitu titik 0 ke sekolah-sekolah yang berjumlah 29 sekolah dan tujuan dimulai dari titik 1.

$$\sum_{j=1}^{30} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K$$

- d. Setiap kendaraan yang mengunjungi satu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut, artinya kendaraan hanya mengunjungi tepat satu kali.

$$\sum_{i=0}^{29} x_{ijk} - \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 0 \quad \forall k \in K$$

- e. Setiap rute yang berawal dari depot akan berakhir juga di depot:

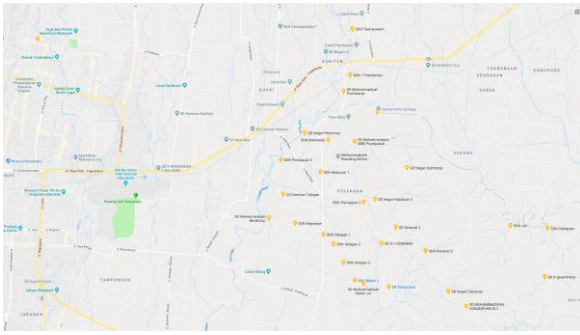
$$\sum_{i=0}^{29} x_{i0k} = 1 \quad \forall k \in K$$

- f. Variabel  $x_{ijk}$  merupakan variabel biner:

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

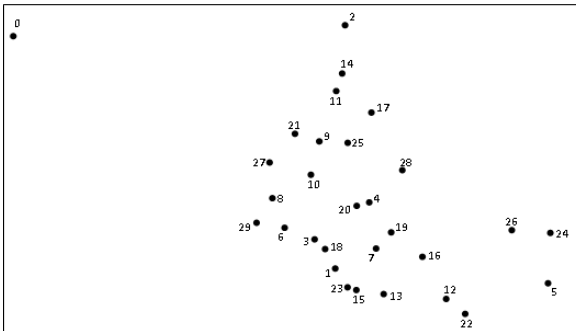
**Penyelesaian Model CVRP Pendistribusian LKS CV. Larassukma di Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman Menggunakan Algoritma Genetika dengan Metode Tournament Selection untuk Mencari Rute yang Optimal**

Tahap selanjutnya adalah menentukan rute pendistribusian buku LKS ke 29 sekolah yang ada di kecamatan Prambanan. Data nama sekolah yang menjadi tujuan pendistribusian beserta jumlah permintaannya terlampir. Berdasarkan data pada lampiran dan menggunakan bantuan *google maps* maka diperoleh hasil pemetaan letak sekolah (pelanggan) dan depot seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pemetaan Letak Sekolah Dan Depot**

Pada Gambar 1 ditunjukkan letak sekolah yang disuplai dan depotnya dengan tanda yang berwarna kuning. Diasumsikan bahwa pada Gambar 1 setiap jalan memiliki kondisi yang sama kemudian dilakukan pengambilan setiap lokasi (sekolah dan depot) sebagai simpul dan dapat dibuat graf kosong seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2. Graf Kosong Pendistribusian LKS**

Selanjutnya dibuat tabel jarak CV. Larassukma ke sekolah-sekolah dan jarak antar sekolah menggunakan bantuan *google maps*. Jarak asal-tujuan pada Tabel 2. Jarak antara titik yang sama adalah nol dan jarak antar titik bersifat simetris atau jarak titik 1 ke titik 2 sama dengan jarak titik 2 ke titik 1. Setelah diketahui tabel jarak maka proses penentuan rute distribusi

menggunakan algoritma genetika dapat dilakukan. Proses algoritma sebagai berikut:

1. Penyandian Gen (Pengkodean)

Gen dalam hal ini merupakan representasi dari percetakan yang merupakan tempat awal pendistribusian dan sekolah-sekolah yang memesan LKS. Teknik representasi gen ini berdasarkan urutan peringkat sekolah. Urutan peringkat sekolah ini didapatkan berdasarkan data yang diperoleh dari CV. Larassukma. Percetakan CV. Larassukma direpresentasikan dengan gen 0. Representasi gen ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Representasi Gen**

Gen	Depot dan Sekolah	Gen	Depot dan Sekolah
0	CV. LARASSUKMA	15	SD MUH. BLEBER LOR
1	SDN DELEGAN 3	16	SDN KENARAN 3
2	SD IT BAITUSSALAM	17	SDN SUMBERWATU
3	SDN DELEGAN 1	18	SDN DELEGAN 2
4	SDN MADUSARI 3	19	SDN KENARAN 2
5	SD N GAYAM HARJO	20	SDN POTROJAYAN 2
6	SDN REJONDANI	21	SDN PELEMSARI
7	SDN KENARAN 1	22	SD MUH. GUNUNGHARJO 2
8	SD KANISIUS TOTOGAN	23	SDN BLEBER 1
9	SDN BOKOHARJO	24	SDN DADAPSARI
10	SDN MADUSARI 1	25	SD MUH MBS PRAMBANAN
11	SD MUH. PRAMBANAN	26	SDN JALI
12	SDN CANDISARI	27	SDN POTROJAYAN 3
13	SDN TEMPURSARI	28	SDN SAMBIREJO
14	SDN PRAMBANAN	29	SD MUH. BENDOSARI

Tabel 2. Matriks jarak Tempuh Awal Dan Tujuan Distribusi LKS di Kecamatan Prambanan

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0	0	16.7	12	14.6	15.5	23.8	14.5	14.4	13.1	13.2	13.8	14.3	19.5	17.7	13.9	17	19.2	15.5	14.2	14.6	14.2	12.5	20.3	16.7	24.1	14.5	22.8	12.3	16.2	14.1
1	16.7	0	10.2	1.4	2.5	8.6	2.6	1.8	4.1	4.9	3.9	4.7	4.2	1.9	7.3	1.1	4.7	7.5	0.9	2.1	2.2	4.7	5	0.85	10	4.7	11.1	5.3	5.4	4
2	12	10.2	0	3.9	9.8	15.1	9	10.4	7.6	6.2	6.9	4.2	13.9	11.8	2.8	11	13.2	5.5	9.2	10.9	9.2	5.9	14.6	10.7	13.6	7	10.3	6.8	10.5	8.6
3	14.6	1.4	3.9	0	2.5	9.8	1.2	1.8	2	2.9	1.9	0.7	5.4	2.1	5.2	2.3	5.7	5.5	0.55	2.1	2.2	2.3	4.3	2	11.2	5.6	12.2	2.3	4.4	2.9
4	15.5	2.5	9.8	2.5	0	9.2	2	2	2.8	2.2	2.7	5	4.9	2.3	5.6	2.9	2.7	4.4	2.4	1.4	0.5	4	5.7	2.6	10.7	2.6	11.7	4	2.3	2.8
5	23.8	8.6	15.1	9.8	9.2	0	10.4	7.4	11.1	12	11	13	4.1	6.5	11.6	7.3	5.3	14.4	9.3	7.5	8.9	12.3	2.2	7.6	1.8	9.7	2.8	12.3	7	11.5
6	14.5	2.6	9	1.2	2	10.8	0	3	1.4	3.4	2.6	3.2	4.4	4.1	5.8	2.3	4.7	5	1.8	4.2	2.8	2.5	7.2	2	12.2	4.1	12.2	2.7	5.4	2
7	14.4	1.8	10.4	1.8	2	7.4	3	0	3.8	4.4	2.6	6.7	2.2	1.7	7.2	2.2	2.7	4.1	1.7	1.3	1.8	4.9	4	1.9	9	4.2	10	4.9	4.9	4.7
8	13.1	4.1	7.6	2	2.8	11.1	1.4	2.8	0	2.5	2.2	2.8	4.9	5.1	4.4	4.2	8.5	4.8	2.5	4	2.6	1.9	7.7	4	12.7	2.8	13.7	13.4	4.8	6.2
9	13.2	4.9	6.2	2.9	2.2	12	2.4	4.8	2.5	0	1.2	2.2	7.8	6	2.7	5.1	7.4	2.8	2.4	4.7	2.5	1.1	8.6	4.9	12.5	0.75	12.3	2	3.4	2.5
10	13.8	3.9	6.9	1.9	2.7	11	2.4	2.8	2.2	1.2	0	2	6.8	4.9	2.4	4.2	6.4	2.8	2.4	2.8	2.4	1.4	7.5	2.9	12.5	1.9	13	2.2	2.1	2.2
11	14.3	4.7	4.2	4.7	5	12	2.2	4.7	2.8	2.1	2	0	9.6	7.8	0.85	7	9.2	1.9	2.2	4.4	4.3	2	10.4	4.7	11.6	2.4	10.2	2.3	5.2	4.8
12	19.5	4.2	12.9	5.4	4.9	4.1	4.4	2.2	4.9	7.8	6.8	9.6	0	2.2	10.1	2.1	2	10.4	5.1	2.4	4.7	4.1	0.8	2.4	5.3	7.1	2.9	3.2	5.8	7.3
13	17.7	1.9	11.8	2.1	2.3	4.5	4.1	1.7	5.1	6	4.9	7.8	2.3	0	8.2	0.75	2.8	7.6	2.8	1.9	2.2	4.3	2.1	1.1	8.1	5.7	9.1	4.3	4.4	5
14	12.9	7.5	2.8	5.2	5.6	11.6	2.8	7.2	4.4	2.7	2.4	0.85	10.1	8.2	0	7.6	9.8	1.8	2.8	7.2	5.7	2.5	10.9	7.3	10.1	2.9	8.9	2.8	5.7	5.4
15	17	1.1	11	2.3	2.9	7.3	3.3	2.2	4.2	4.2	7	2.1	0.75	7.4	0	2.8	8.6	2.8	1.9	3.2	4.3	2.1	1.1	8.1	5.7	9	4.3	4.4	5	
16	19.2	4.7	12.2	5.7	2.7	5.2	4.7	2.7	4.5	7.4	6.4	9.2	2	2.8	9.8	2.8	0	8.6	8.6	2.5	4.2	7.7	2.8	2.9	4.9	8.8	2.2	7.7	5	7.5
17	15.5	7.5	5.5	5.5	4.4	14.4	4	6.1	8.6	2.4	2.8	1.9	10.4	7.6	1.8	2.6	1.6	0	6	6.1	4.2	2.7	9.8	7.5	12.9	2.3	9.2	4	2.1	5.4
18	15.2	0.9	9.2	0.55	2.4	9.2	1.8	1.7	2.5	2.4	2.4	5.2	5.1	2.8	2.8	2.8	5.4	4	0	2	2.2	2.7	5.9	1.7	10.9	4.1	11.9	2.7	5	2.5
19	14.6	2.1	10.9	2.1	1.4	7.5	4.2	1.2	4	4.7	2.5	6.8	2.4	1.9	7.2	1.9	2.2	4.1	2	0	1.5	5.1	2.7	3	6.1	4.2	4.5	5.1	2.9	4.6
20	15.2	2.2	9.2	2.2	0.5	8.9	2.8	1.8	2.6	2.4	2.4	4.2	4.7	2.2	4.3	4.2	2.2	1.5	0	2.7	5.5	2.3	10.4	2.3	11.4	2.8	2.1	2.4		
21	12.5	4.7	5.9	2.2	4	12.2	3.3	4.9	1.9	1.1	1.4	2	3.1	4.2	2.8	4.2	7.7	2.7	2.7	5.1	2.7	0	8.9	4.2	13.2	1.9	12.1	1.2	4.2	2.9
22	20.3	5	14.6	4.2	2.7	2.2	7.2	4	7.7	4.4	7.5	10.4	0.8	2.1	10.9	2.1	2.8	9.8	9.9	2.7	5.5	4.9	0	4.2	5.1	7.9	4.1	9	4.8	8.1
23	14.7	0.85	10.7	2	2.6	7.6	3	1.9	4	4.9	2.9	4.7	2.4	1.1	7.2	1.1	2.9	7.5	1.7	2	2.3	5.2	4.2	0	8.9	4.8	10.2	5.2	5.5	2.9
24	24.1	10	12.4	11.2	10.7	1.8	12.2	9	12.7	12.5	12.5	11.4	5.2	3.1	10.1	3.1	4.9	12.9	10.9	4.1	10.4	12.2	5.1	4.9	0	12.9	1.4	14	11.8	12.1
25	14.5	4.7	7	2.6	2.4	9.7	4.1	4.2	2.8	0.75	1.9	2.4	7.1	5.7	2.9	5.7	4.8	2.3	4.1	4.2	2.3	1.9	7.9	4.8	12.9	0	12.1	2.2	2.8	4.8
26	22.6	11.1	12.2	12.2	11.7	2.8	12.2	10	12.7	12.9	12	10.2	2.9	9.1	8.9	9	2.5	9.2	11.9	4.5	11.4	12.1	4.1	10.2	1.4	12.1	0	12.9	12.8	14.1
27	12.3	5.2	6.8	2.3	4	12.3	2.7	4.9	11.4	2	2.2	2.2	4.2	4.2	4.2	4.3	7.7	4	2.7	5.1	3.8	1.2	9	4.2	14	2.2	12.9	0	4.8	2.1
28	14.2	5.4	10.5	4.4	2.8	7	5.4	4.9	4.8	2.4	2.1	5.2	5.8	4.4	5.7	4.4	5	2.1	5	2.9	2.1	4.2	4.9	5.5	11.8	2.8	12.8	4.8	0	6.2
29	14.1	4	8.5	2.9	2.8	11.5	2	4.7	4.2	2.5	2.2	4.8	7.2	5	5.4	5	7.5	5.6	2.5	4.8	2.6	2.9	8.1	2.9	12.1	4.8	14.1	2.1	4.2	0

2. Membangkitkan Populasi Awal (*Spanning*)

176 88 648 272 240 152 96  
144 264

Proses untuk membangkitkan populasi awal dilakukan dengan membangkitkan sejumlah individu secara acak, sehingga membentuk satuan populasi. Satu individu terdapat 29 gen yang berisi gen dari 1 sampai 29 yang membentuk rute pendistribusian LKS oleh CV. Larassukma di wilayah kecamatan Prambanan, kabupaten Sleman. Contoh salah satu individu dalam populasi awal adalah sebagai berikut.

Individu 1 = 29 18 7 9 8 4 24 16 28 23 25  
6 14 3 10 15 1 5 12 19 13  
21 27 11 2 20 26 22 17

Permintaan 1 = 64 72 168 280 192 192 176  
40 520 200 152 352 440 224  
168 200 216 216 512 224

3. Evaluasi Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* menyatakan bagus atau tidaknya kromosom atau individu. Semakin besar nilai *fitness* suatu kromosom menyatakan semakin baik kromosom tersebut. Dengan bantuan *software* Matlab ditentukan nilai *fitness* dari setiap individu. Nilai *fitness* dari generasi awal disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan nilai *fitness* terbaik yaitu pada individu ke-30 dengan nilai *fitness* 0.0062. Nilai *fitness* terbesar tersebut menyatakan bahwa individu tersebut memiliki rute terpendek dibandingkan dengan individu yang lain. Individu yang memiliki nilai *fitness* terbaik dari individu pada generasi awal akan

dipertahankan dan dibawa ke generasi selanjutnya.

Tabel 3. Nilai *Fitness* Generasi Awal

<i>Fitness</i>	Nilai <i>Fitness</i>	<i>Fitness</i>	Nilai <i>Fitness</i>
<i>Fitness</i> 1	0.0060	<i>Fitness</i> 16	0.0052
<i>Fitness</i> 2	0.0061	<i>Fitness</i> 17	0.0046
<i>Fitness</i> 3	0.0048	<i>Fitness</i> 18	0.0056
<i>Fitness</i> 4	0.0049	<i>Fitness</i> 19	0.0052
<i>Fitness</i> 5	0.0049	<i>Fitness</i> 20	0.0057
<i>Fitness</i> 6	0.0051	<i>Fitness</i> 21	0.0054
<i>Fitness</i> 7	0.0050	<i>Fitness</i> 22	0.0053
<i>Fitness</i> 8	0.0053	<i>Fitness</i> 23	0.0047
<i>Fitness</i> 9	0.0050	<i>Fitness</i> 24	0.0046
<i>Fitness</i> 10	0.0057	<i>Fitness</i> 25	0.0051
<i>Fitness</i> 11	0.0050	<i>Fitness</i> 26	0.0054
<i>Fitness</i> 12	0.0054	<i>Fitness</i> 27	0.0046
<i>Fitness</i> 13	0.0048	<i>Fitness</i> 28	0.0049
<i>Fitness</i> 14	0.0050	<i>Fitness</i> 29	0.0052
<i>Fitness</i> 15	0.0052	<i>Fitness</i> 30	0.0062

4. Seleksi

Metode seleksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *tournament selection*. Metode ini dapat dianalogikan seperti sebuah turnamen yang diikuti oleh *n* peserta/individu. Dari *n* peserta tersebut saling berlomba dan bersaing sehingga didapatkan satu peserta/individu yang terkuat yang akan menjadi induk. Berdasarkan penelitian yang berjudul “Analisa Perbandingan Metode *Roulette Wheel Selection*, *Rank Selection* dan *Tournament Selection* Pada Algoritma Genetika (Studi Kasus: *Travelling Salesman Problem (TSP)*)” (Inayati, 2010), *tournament size (n)* pada metode *tournament selection* yang digunakan sebesar 5. Berikut adalah individu yang telah berhasil dipilih pada proses seleksi.

Induk 1 = Individu 20 = 25 22 5 20 27 9  
11 2 17 6 14 28 13 12 18 7

3 24 15 8 4 23 16 1 26 29  
19 21 10

Induk 2 = Individu 30 = 6 7 1 2 11 14 21  
8 24 27 10 4 26 19 18 16 23  
5 12 22 29 17 25 13 15 20  
3 9 28

5. Pindah Silang

Pindah silang ini diimplementasikan dengan skema *order crossover*. Setiap pasang induk menghasilkan sepasang anak agar proses seleksi pada generasi selanjutnya mendapatkan jumlah populasi yang sama. Berikut adalah contoh hasil pindah silang.

a. Induk

Induk 1 = **25** 22 5 20 27 9 11  
2 17 6 14 28 13 12  
18 7 3 24 15 8 4 23  
16 1 26 29 19 21 10

Induk 2 = **6** 7 1 2 11 14 21 8  
24 27 10 4 26 19 18  
16 23 5 12 22 29 17  
25 13 15 20 3 9 **28**

b. Anak

Anak 1 = **5** 22 **25** 20 27 9 11 2  
17 6 14 28 13 12 18  
7 3 24 15 8 4 23 16  
1 26 29 19 21 10

Anak 2 = **28** 7 1 2 11 14 21 8  
24 27 10 4 26 19 18



16 23 5 12 22 29 17  
25 13 15 20 3 9 6

6. Mutasi

Langkah berikutnya setelah dihasilkan anak dari hasil proses pindah silang, anak tersebut akan diproses ke tahap mutasi. Skema mutasi yang digunakan adalah *swapping mutation*. 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, dan lama-kelamaan menuju solusi optimum yang diinginkan. Berikut adalah contoh individu hasil mutasi.

a. Sebelum dimutasi

Anak 1 = 5 22 25 20 27 9 11 2  
17 6 14 28 13 12 18  
7 3 24 15 8 4 23 16  
1 26 29 19 21 10  
Anak 2 = 28 7 1 2 11 14 21 8  
24 27 10 4 26 19 18  
16 23 5 12 22 29 17  
25 13 15 20 3 9 6

b. Setelah dimutasi

Anak 1 = 5 22 25 20 27 9 11 2  
17 6 14 28 13 12 18  
7 3 24 15 8 4 23 16  
1 26 29 19 21 10  
Anak 2 = 28 7 1 2 11 14 21 4  
10 27 24 8 26 19 18  
16 23 5 12 29 17 25  
13 15 20 3 9 6

7. Pembentukan Populasi Baru

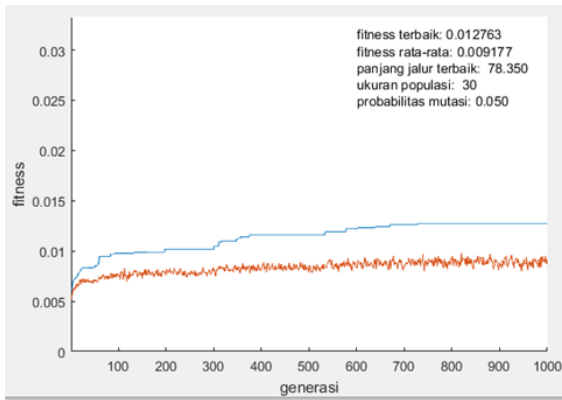
Setelah proses penyandian gen, membangkitkan populasi awal, evaluasi nilai *fitness*, seleksi, pindah silang dan mutasi, maka akan dibentuk populasi selanjutnya di generasi kedua. Individu terbaik dengan nilai fitness tertinggi pada populasi awal dibawa ke populasi selanjutnya, proses ini dinamakan sebagai *elitism*. Proses *elitism* bertujuan untuk menjaga agar individu yang bernilai fitness tertinggi tersebut tidak hilang selama proses evolusi.

Pada penelitian ini dilakukan hingga percobaan ke-15 yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Percobaan Algoritma Genetika

Percobaan Ke-	Ukuran Populasi	Jumlah Generasi	Nilai Fitness	Total Jarak
1	10	100	0.008850	113,000
2		200	0.008857	112,900
3		400	0.010225	97,800
4		800	0.011123	89,000
5		1000	0.011299	88,500
6	20	100	0.009766	102,400
7		200	0.009926	100,750
8		400	0.010373	96,400
9		800	0.010823	92,400
10		1000	0.011521	86,800
11	30	100	0.009709	103,000
12		200	0.010537	94,900
13		400	0.011167	89,550
14		800	0.011293	88,550
15		1000	0.012763	78,350

Berdasarkan pada Tabel 4, uji coba dengan ukuran populasi 30 didapatkan nilai *fitness* terbaik pada iterasi ke-1000 dengan nilai *fitness* sebesar 0,012763. Dapat dilihat bahwa setiap percobaan dengan semakin bertambah ukuran populasi dan jumlah generasinya maka nilai *fitness* yang dihasilkan juga akan semakin baik. Pada Gambar 3 ditampilkan pergerakan nilai *fitness*.



**Gambar 3 Pergerakan Nilai Fitness**

Berikut ditampilkan rute yang diperoleh pada percobaan ke-15 seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5. Pembagian Rute Pada Hasil Percobaan Ke-15**

Kendaraan	Rute	Permintaan (LKS)
1	0 8 18 3 6 29 27 10 20 4 19 7 1 23 0	2.872
2	0 15 13 12 22 16 26 24 5 28 17 25 9 21 0	2.864
3	0 11 14 2 0	952

Berdasarkan Tabel 5 telah diketahui solusi dari CVRP pada pendistribusian LKS oleh CV. Larassukma di Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman. Solusinya yaitu diperoleh 3 rute optimal sebagai berikut:

Rute 1: Depot (CV. Larassukma) → SD KANISIUS TOTOGAN → SDN DELEGAN 2 → SDN DELEGAN 1 → SDN REJONDANI → SD MUHAMMADIYAH BENDOSARI → SDN POTROJAYAN 3 → SDN MADUSARI 1 → SDN POTROJAYAN 2 → SDN MADUSARI 3 → SDN KENARAN 2 → SDN KENARAN 1 → SDN DELEGAN 3 → SDN BLEBER 1 → Depot (CV. Larassukma).

Rute 2: Depot (CV. Larassukma) → SD MUHAMMADIYAH BLEBER LOR → SDN TEMPURSARI → SDN CANDISARI → SD

MUHAMMADIYAH GUNUNGHARJO 2 → SDN KENARAN 3 → SDN JALI → SDN DADAPSARI → SDN GAYAM HARJO → SDN SAMBIREJO → SDN SUMBERWATU → SD MUHAMMADIYAH MBS PRAMBANAN → SDN BOKOHARJO → SDN PELEMSARI → Depot (CV. Larassukma).

Rute 3: Depot (CV. Larassukma) → SD MUHAMMADIYAH PRAMBANAN → SDN PRAMBANAN → SDIT BAITUSSALAM → Depot (CV. Larassukma).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Metode algoritma genetika dapat diterapkan dalam penyelesaian CVRP dengan mengambil studi kasus distribusi LKS oleh CV. Larassukma di kecamatan Prambanan kabupaten Sleman. Simulasi dilakukan dengan mencari solusi rute minimal dari depot (CV. Larassukma ke lokasi pelanggan (sekolah-sekolah tingkat SD). Solusi diperoleh dalam bentuk pembagian rute dengan memenuhi kendala kapasitas setiap kendaraan, jumlah kendaraan dan permintaan. Percobaan dilakukan 15 kali dengan parameter *crossover rate* dan *mutation rate* yang digunakan dibuat sama yaitu 0,8 dan 0,05. Ukuran populasi yang digunakan yaitu 10, 20 dan 30. Jumlah generasi yang digunakan pada percobaan adalah 100, 200, 400, 800 dan 1000. Dapat dilihat bahwa setiap percobaan dengan semakin bertambah ukuran populasi dan jumlah generasinya maka nilai *fitness* yang dihasilkan juga akan semakin baik. Ukuran populasi dan

jumlah generasi mempengaruhi kinerja dan efektivitas algoritma genetika.

### Saran

Diharapkan pada penelitian berikutnya menggunakan metode seleksi induk lain yang masih jarang digunakan seperti *Stochastic Universal Sampling* (SUS), *Exponential Rank Selection* (ERS) dan *Truncation Selection* (ERS) dan memperhatikan analisis biaya dan waktu yang dilakukan selama proses distribusi. Sehingga solusi yang dihasilkan dapat membantu perusahaan dalam mengurangi biaya yang dikeluarkan dan lama waktu distribusi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dreo, J., Petrowsky, A., & Taillard, E.D. (2006). *Metaheuristics for hard optimization*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Gunawan, Maryati, I., dan Kurniawan, H. 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.
- Ho, W.-K., Lim, A., & Oon, W.-C. (2001). *Maximizing Paper Spread in Examination Timetabling Using a Vehicle Routing Method*. Singapore: School of Computing, National University of Singapore.
- Inayati. (2010). Analisis Perbandingan Metode Roulette Wheel Selection, Rank Selection Dan Tournament Selection Pada Algoritma Genetika (Studi Kasus: Travelling Salesman Problem (TSP)). *Skripsi*: UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Pohlheim, H.. 2006. *Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with Matlab*. Diunduh pada tanggal 4 Februari 2018. dari <http://www.geatbx.com/docu/algindex-02.html>.