

# PENERAPAN ALGORITMA SWEEP DAN ALGORITMA GENETIKA PADA PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) UNTUK OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN GULA

## APPLICATION OF SWEEP ALGORITHM AND GENETIC ALGORITHM IN DETERMINING CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM (CVRP) FOR OPTIMIZING SUGAR DISTRIBUTION

Oleh: Septia Eva Fradina<sup>1)</sup>, Fitriana Yuli Saptaningtyas<sup>2)</sup>  
Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA UNY  
Septiaeva.sef@gmail.com<sup>1)</sup>, anamathuny@gmail.com<sup>2)</sup>

### Abstrak

*Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* merupakan suatu permasalahan yang berkaitan dengan penentuan rute yang optimal dengan memperhatikan kendala setiap kendaraan memiliki kapasitas tertentu dan setiap depot memiliki permintaan tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model CVRP untuk optimasi rute pendistribusian gula, menyelesaikan masalah CVRP dengan algoritma *sweep* dan algoritma genetika yang selanjutnya dilakukan analisis perbandingan untuk melihat algoritma yang lebih baik dalam menentukan rute optimum pendistribusian. Proses perhitungan algoritma *sweep* dilakukan dua tahap yaitu *clustering* dan tahap pembentukan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Langkah-langkah dalam proses algoritma genetika adalah mendefinisikan populasi, menentukan nilai *fitness*, melakukan proses seleksi menggunakan metode *Roulette Whell*, pindah silang dengan *order crossover*, melakukan mutasi dengan *swapping mutation*, dan memperoleh individu baru yang menuju ke penyelesaian optimum. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, algoritma genetika menghasilkan jarak tempuh 5,7 % lebih baik dibandingkan hasil yang diperoleh menggunakan algoritma *sweep*.

**Kata Kunci :** Algoritma Genetika, Algoritma *Sweep*, CVRP, Pendistribusian Gula

### Abstract

*Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* is a problem relating to the determining optimal route with the constraints of specific capacity of each vehicle and specific demand for every depot. The purpose of this research are to formulate the mathematical model CVRP on distributing sugar, to solve it using genetic algorithm and sweep algorithm, and to compare the model solution. Sweep algorithm calculations carried out two stages, clustering and formation stage route with Nearest Neighbour method. Process of genetic algorithm is to define the population of the genetic algorithm, to define the value of fitness, to define the selection process using the roulette wheel, to define crossovers using the order crossover, to define mutation using the swapping mutation, and obtaining new individual towards the completion of the optimum. Based on calculations carried out, the genetic algorithm generates mileage 5.7% better than the results obtained using sweep algorithm.

**Keywords :** Genetic Algorithm, Sweep Algorithm, CVRP, Sugar Distribution

## 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 (Hijri dkk, 2013). Permasalahan dalam penentuan rute, termasuk dalam *vehicle routing problem* (VRP) yaitu permasalahan penentuan rute kendaraan untuk melayani beberapa pelanggan.

Bentuk dasar VRP secara umum berkaitan dengan masalah penentuan suatu rute kendaraan (*vehicle*) yang melayani suatu pelanggan yang diasosiasikan dengan *node* dengan *demand* atau permintaan yang diketahui dan rute yang menghubungkan depot dengan pelanggan, dan antar pelanggan yang lainnya (Toth & Vigo, 2002). Beberapa jenis permasalahan VRP menurut Toth & Vigo (2002) salah satunya adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP adalah suatu permasalahan yang berkaitan dengan penentuan rute yang optimal dengan memperhatikan kendala setiap kendaraan memiliki kapasitas tertentu. Setiap kendaraan melakukan pendistribusian sebanyak satu kali pengiriman yaitu dari depot ke setiap wilayah pelayanan lalu kembali ke depot, sehingga suatu sistem pelayanan pada penentuan rute distribusi menjadi lebih efektif dan efisien sehingga bisa meningkatkan kemampuan perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan produk secara lebih cepat agar kepercayaan dan kepuasan konsumen meningkat.

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 metode heuristik. Metode heuristik merupakan metode yang tidak mengeksplorasi solusi dan solusi yang didapatkan kualitasnya cukup baik dengan waktu perhitungan yang singkat. Beberapa metode heuristik yang dapat digunakan antara lain *saving algorithm* dan *sweep algorithm*. Penyelesaian CVRP juga dapat dilakukan dengan 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). Kelebihan metode metaheuristik dibanding metode heuristik adalah kemampuannya untuk menghasilkan solusi mendekati optimal (*near-optimum*) dalam waktu singkat. Beberapa metode metaheuristik yang dapat digunakan antara lain adalah *variable neighborhood search*, *greedy randomized adaptive search procedure*, *stochastic local search*, *iterated local search*, *particle swarm optimization*, *scatter search*, *differential evolution*, *ant colony system*, *simulated annealing*, *tabu search*, dan *genetic algorithm* (Utomo dkk, 2015).

Penyelesaian CVRP pada penelitian ini akan diselesaikan menggunakan algoritma genetika dan algoritma *sweep*. Algoritma genetika dipilih karena algoritma genetika tidak mempunyai kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma metaheuristik lainnya dalam menyaring kualitas solusi, oleh karena itu waktu komputasi juga relatif lebih singkat, serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai obyektif yang sama. Algoritma *sweep* dipilih karena algoritma *sweep* menghasilkan solusi yang sesuai dengan keadaan nyata di lapangan untuk masalah optimasi pendistribusian gula. Penelitian yang terkait algoritma genetika telah dilakukan oleh Fitriana Yuli (2012) yaitu mengenai masalah MTSP dengan hasil yang cukup baik ditinjau dari solusi optimal yang diperoleh. Penelitian yang terkait algoritma *sweep* juga telah dilakukan oleh Cahyaningsih (2015) yaitu dengan melakukan

tahap *clustering* (pengelompokan) kemudian menentukan urutan rute dari setiap kelompok yang telah diperoleh dari tahap *clustering* untuk mencari solusi optimalnya. Penyelesaian CVRP pada penelitian ini menggunakan data primer yang diambil dari studi kasus di salah satu Pabrik Gula yang berada di Yogyakarta. Data yang diambil adalah data pendistribusian selama satu hari yang terdiri dari 25 toko yang berada di Yogyakarta. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan selama ini sering mengalami keterlambatan, karena perusahaan belum mempunyai rute yang tetap untuk pendistribusian gula. Pendistribusian yang selama ini dilakukan hanya berdasarkan perkiraan saja tanpa mengetahui rute yang dipilih minimal atau belum. Pada kajian ini akan dibahas mengenai pembentukan model CVRP untuk pendistribusian gula, menyelesaikan CVRP menggunakan algoritma genetika, dan menyelesaikan CVRP menggunakan algoritma *sweep*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk mencari solusi yang optimum untuk masalah pendistribusian gula, sehingga diharapkan pendistribusian gula tidak mengalami keterlambatan waktu pengiriman, serta jarak tempuh yang dihasilkan tidak terlalu jauh.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Model CVRP untuk Optimasi Rute Distribusi Gula di Yogyakarta

Permasalahan CVRP pada distribusi gula dimodelkan sebagai suatu graf  $G = (V, E)$ . Himpunan  $V$  terdiri atas gabungan himpunan agen  $C$  dan depot,  $V = \{0, 1, 2, \dots, 26\}$ . Himpunan  $C$  berupa agen 1 sampai dengan 25,  $C = \{1, 2, \dots, 25\}$  dan depot

yang digunakan oleh kendaraan dinyatakan sebagai himpunan rusuk  $E$  yaitu 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  $i \in C$  memiliki permintaan  $d_i$  sehingga 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 dalam penelitian ini adalah :

1. Setiap pesanan agen dapat dipenuhi oleh perusahaan,
2. Kendaraan yang digunakan mempunyai kapasitas yang sama yaitu 6.000kg,
3. Setiap agen terhubung satu sama lain dan jarak antar agen simetris, artinya  $c_{ij} = c_{ji}$ ,
4. Waktu pengiriman pada setiap agen dapat dilakukan pada selang waktu pukul 08.00-15.00 WIB.

Didefinisikan :

Untuk setiap kendaraan  $k$  didefinisikan variabel :

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

dengan kendaraan  $k$ , atau

$x_{ijk} = 0$ , jika tidak terdapat perjalanan dari  $i$

ke  $j$  dengan kendaraan  $k$

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

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=0}^{25} \sum_{j=1}^{26} c_{ij} x_{ijk}$$

Dengan kendala

1. Untuk setiap agen hanya akan dikunjungi tepat satu kali oleh 1 kendaraan, pada permasalahan ini terdapat 3 unit kendaraan dengan jumlah titik sebanyak 25 yang harus dikunjungi. Permasalahan ini dapat diilustrasikan sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^{27} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in V - \{27\}$$

2. Total permintaan dari semua agen yang berjumlah 25 dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang berjumlah 3, masing-masing dengan kapasitas yaitu 6000 kg,

$$\sum_{i=0}^{25} d_i \sum_{j=1}^{26} x_{ijk} \leq 6000 \text{ kg}, \quad k = \{1,2,3\}$$

3. Kekontinuan rute, yang artinya setiap kendaraan yang mengunjungi suatu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut :

$$\sum_{i=0}^{25} x_{ijk} - \sum_{j=1}^{26} x_{ijk} = 0, \quad k = \{1,2,3\}$$

4. Setiap rute dimulai dari depot 0 dan akan berakhir di depot 26 yang juga merupakan depot asal :

$$\sum_{i=0}^{25} x_{i26k} = 1, \quad k = \{1,2,3\}$$

5. Variabel  $x_{ijk}$  merupakan variabel biner :

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, i = \{0, 1, \dots, 25\}, j = \{1, \dots, 26\}, k = \{1,2,3\}$$

## B. Penyelesaian Model CVRP Menggunakan Algoritma Sweep

Langkah-langkah penyelesaian Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan Algoritma *Sweep* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung matriks jarak dan matriks waktu
  - a. Matriks Jarak  
Data jarak tempuh setiap agen diperoleh dengan bantuan *Google Maps*.
  - b. Matriks Waktu Tempuh  
Untuk menghitung waktu tempuh (menit) menggunakan cara membagi jarak tempuh dengan rata-rata kecepatan kendaraan.

$$\text{Waktu Tempuh} = \left( \frac{\text{jarak (km)}}{\text{kecepatan rata-rata}} \right) \times 60 \text{ (satuan dalam menit)}$$

2. Langkah-langkah penyelesaian algoritma *sweep* adalah sebagai berikut :
  - a. Tahap pengelompokkan (*clustering*)
    - i. Menggambar masing-masing agen (yang selanjutnya disebut sebagai titik) dalam koordinat kartesius dan menetapkan titik depot sebagai pusat koordinat
    - ii. Menentukan semua koordinat polar dari masing-masing titik yang berhubungan dengan depot.
    - iii. Melakukan pengelompokan (*clustering*) dimulai dari titik yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya berurutan sampai titik yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan
    - iv. Memastikan semua titik tersapu dalam *cluster* saat ini

- v. Pengelompokan dihentikan ketika dalam satu *cluster* akan melebihi kapasitas maksimal kendaraan
- vi. Membuat *cluster* baru dengan langkah yang sama seperti langkah c dimulai dari titik yang memiliki sudut polar terkecil yang belum termasuk dalam *cluster* sebelumnya (titik yang terakhir ditinggalkan)
- vii. Mengulangi langkah c-f, sampai semua titik telah dimasukkan dalam sebuah *cluster*

b. Tahap Pembentukan Rute

Membentuk rute-rute berdasarkan *cluster* yang telah diperoleh pada tahapan *clustering*. Pembentukan rute dilakukan menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Langkah-langkah metode *Nearest Neighbour* sebagai berikut:

- i. Langkah 0 : Inisialisasi
  - a) menentukan satu titik yang akan menjadi titik awal (depot) perjalanan
  - b) menentukan  $C=\{1,2,3,4,\dots,n\}$  sebagai himpunan titik yang akan dikunjungi
  - c) menentukan urutan rute perjalanan saat ini( sementara)(R)
- ii. Langkah 1 : memilih titik yang selanjutnya akan dikunjungi

Jika  $n_1$  adalah titik yang berada di urutan terakhir dari rute R maka akan ditemukan titik berikutnya  $n_2$  yang memiliki jarak paling minimum dengan  $n_1$ , dimana  $n_2$  merupakan anggota dari C. Apabila terdapat banyak pilihan optimal artinya terdapat lebih dari satu titik yang memiliki jarak yang sama dari titik terakhir dalam rute R dan jarak tersebut merupakan jarak yang paling minimum maka pilih secara acak.

- iii. Langkah 2 : menambah titik yang terpilih pada langkah 1 pada urutan rute berikutnya. Menambahkan titik  $n_2$  di urutan terakhir dari rute sementara dan mengeluarkan yang terpilih tersebut dari daftar titik yang belum dikunjungi.
  - iv. Langkah 3 : jika semua titik yang harus dikunjungi telah dimasukkan dalam rute atau  $C=\emptyset$ , maka tidak ada lagi titik yang ada di C. Selanjutnya, menutup rute dengan menambahkan titik inisialisasi atau titik awal perjalanan diakhir rute. Dengan kata lain, rute ditutup dengan kembali lagi ke titik asal. Jika sebaliknya, kembali melakukan langkah 1.
3. Hasil yang diperoleh menggunakan Algoritma *Sweep* dapat dilihat di Tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1. Rute yang Diperoleh Menggunakan Algoritma *Sweep***

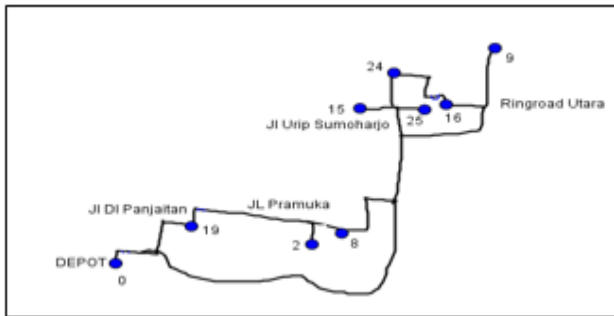
Kendaraan	Rute	Jarak Tempuh
1	0 19 2 8 25 15 24 16 9 0	46,6 km
2	0 18 17 13 7 10 20 4 23 0	34,9 km
3	0 14 12 1 1 6 21 5 22 3 0	74,9 km
Total		156,4 km

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 maka dapat ditentukan rute sebagai berikut :

- i. Rute kendaraan 1  
 Depot → Jalan DI Panjaitan → Jalan Pramuka  
 → Jalan Ngeksigondo → Jalan Yogya-Solo  
 KM 7 → Plaza Ambarukmo → Jalan Raya

Seturan, → Jalan Raya Solo → Jalan Ringroad Utara → Depot.

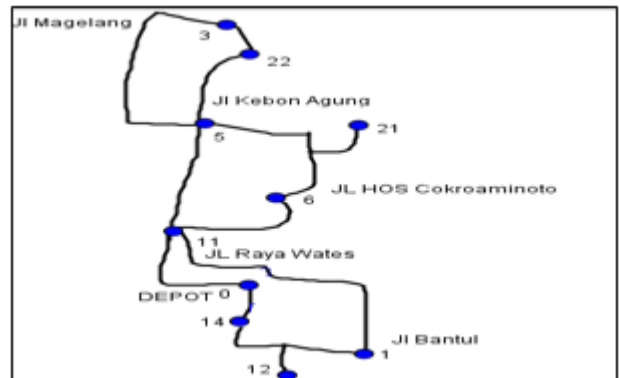
Gambar 1 menunjukkan hasil pembentukan rute *cluster 1*.



**Gambar 1. Hasil Pembentukan Rute Cluster 1**

Pelajar → Jalan Kebon Agung → Triharjo, Sleman → Jalan Magelang → Depot.

Gambar 3 menunjukkan hasil pembentukan rute *cluster 3*.



**Gambar 3. Hasil Pembentukan Rute Cluster 3**

ii. Rute kendaraan 2

Depot → Jalan Sultan Agung → Jalan Mayor Sutomo → Jalan Madukismo → Jalan Urip Sumoharjo → Jalan Urip Sumoharjo → Jalan C. Simanjutak → Jalan Colombo → Jalan Kaliurang → Depot.

Gambar 2 menunjukkan hasil pembentukan rute *cluster 2*



**Gambar 2. Hasil Pembentukan Rute Cluster 2**

iii. Rute kendaraan 3

Depot → Jalan Bantul → Jalan Parangtritis → Pacar, Sewon → Jalan Raya Wates → Jalan HOS Cokroaminoto → Jalan Palagan Tentara

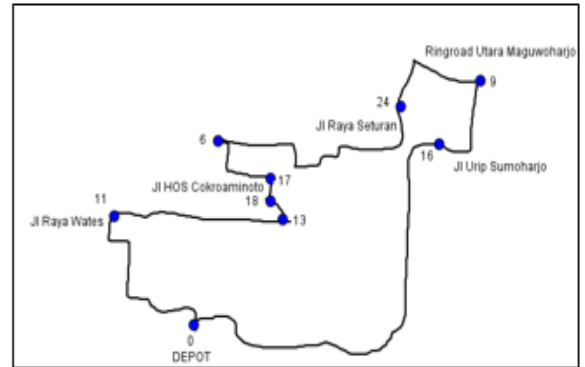
**C. Penyelesaian model CVRP menggunakan Algoritma Genetika**

Langkah-langkah penyelesaian Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan Algoritma Genetika adalah sebagai berikut :

1. Alur penyelesaian algoritma genetika :
  - a. Mendefinisikan individu dengan *permutation encoding*.
  - b. Membentuk populasi awal secara acak.
  - c. Membangkitkan matriks permintaan berdasarkan populasi.
  - d. Membagi tiap individu menjadi 3 rute dengan syarat jumlah permintaan gula 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.

*Penerapan Algoritma Genetika (Septia Eva Fradina) 69*  
 Suryotomo No.29 Ngupasan - Jl. HOS Cokroaminoto No.176 Tegalrejo – Jl Raya Seturan Kav.IV Depok Sports Centre – Jl Ringroad Utara Maguwoharjo – Jl Raya Solo Km 8 No.234 Maguwoharjo – Depot.

Gambar 4 menunjukkan hasil pembentukan rute 1 menggunakan Algoritma Genetika.



**Gambar 4. Hasil Penentuan Rute 1 Menggunakan Algoritma Genetika**

- 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. Hasil yang diperoleh menggunakan algoritma genetika dapat dilihat di Tabel 2 berikut ini :

**Tabel 2. Rute yang Diperoleh Menggunakan Algoritma Genetika**

Kendaraan	Rute	Jarak Tempuh
1	0 11 13 18 17 6 24 9 16 0	52,95 km
2	0 25 5 3 22 21 23 4 20 7 10 0	56,40 km
3	0 15 2 8 19 1 12 14 0	38,6 km
Total		147,95 km

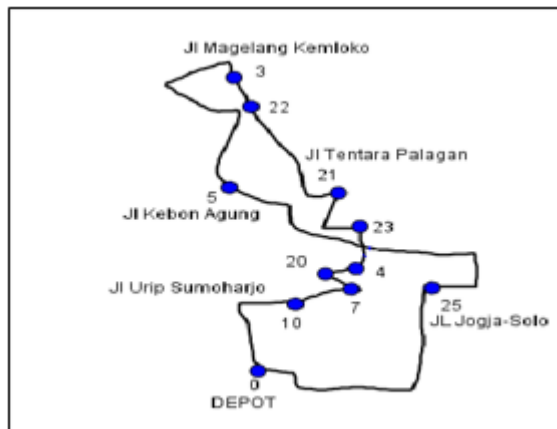
Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 maka dapat ditentukan rute sebagai berikut :

- i. Rute kendaraan 1  
 Depot - Jalan Raya Wates No.256 - Jl. Madukismo Ngupasan - Jl. Sultan Agung No.10 Wirogunan Mergangsan - Jl. Mayor

- ii. Rute kendaraan 2  
 Depot– Jl Yogya Solo KM 7 Babarsari – Jl Kebon Agung No 88 Tlogodadi – Jl Magelang Km 15,5 Kemloko – Triharjo Sleman – Jalan Palagan Tentara pelajar No 31 – Jl Kaliurang Km 6,2 No 51 – Jl Colombo No.26 – Jl C. Simanjutak No.70 Terban – Jl Urip Sumoharjo No.38A Klitren - Jl Urip Sumoharjo Klitren – Depot.

Gambar 5 menunjukkan hasil pembentukan rute 2 menggunakan Algoritma Genetika.



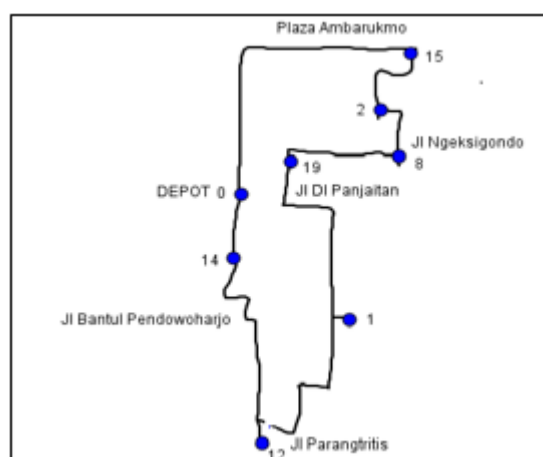


**Gambar 5. Hasil Penentuan Rute 2 Menggunakan Algoritma Genetika**

iii. Rute kendaraan 3

Depot– Plaza Ambarukmo LG – Jl Pramuka No.84 Giwangan – Jl Ngeksigondo No.7 Prenggan – Jl Panjaitan No.54 Suryodiningratan – Pacar Sewon Trimulyo – Jl Parangtritis Km 11 Sabdodadi – Jl Bantul Pendowoharjo – Depot.

Gambar 6 menunjukkan hasil pembentukan rute 3 menggunakan Algoritma Genetika.



**Gambar 6. Hasil Penentuan Rute 3 Menggunakan Algoritma Genetika**

**D. Perbandingan hasil yang diperoleh menggunakan algoritma genetika dan algoritma sweep**

Secara keseluruhan algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh 5,7 % lebih baik dibandingkan dengan metode algoritma *sweep* dengan selisih jarak tempuh sepanjang 8,45 km.

**SIMPULAN DAN SARAN**

**Simpulan**

Berdasarkan perhitungan, algoritma genetika menghasilkan total jarak tempuh 5,7% lebih baik dibandingkan dengan Algoritma *Sweep* dengan selisih jarak tempuh sepanjang 8,45 km. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa solusi yang dihasilkan algoritma genetika lebih baik jika dibandingkan algoritma *sweep* dalam menyelesaikan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*.

**Saran**

Pada penelitian skripsi ini, baru dilakukan pembahasan mengenai algoritma genetika dan algoritma *Sweep* sebagai metode penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, maka perlu dilakukan penyelesaian dengan algoritma lainnya seperti algoritma semut, *tabu search*, *stochastic local search*, algoritma *dijkstra*, *simulated annealing*, dan lain-lain. Dengan demikian akan terlihat *performance* algoritma mana yang paling mendekati optimal untuk *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar melakukan pengembangan algoritma genetika dan algoritma *Sweep*, seperti algoritma



genetika ganda dan algoritma sweep dengan *clustering* menggunakan *fuzzy*.

Dalam penelitian selanjutnya juga diharapkan penulis memperhatikan analisis biaya yang dikeluarkan dalam proses distribusi. Sehingga solusi yang dihasilkan dapat membantu perusahaan dalam mengurangi biaya distribusi yang harus dikeluarkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Cahyaningsih, W. K. (2015). *Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) menggunakan algoritma sweep untuk optimasi rute distribusi surat kabar kedaulatan rakyat*.

Dreo, J., Petrowski, A., & Taillard, E. (2006). *Metaheuristic for Hard Optimization*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

N.,Suthikarnnarunai. (2008). A Sweep Algorithm for the Mix Fleet Vehicle. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Vol 2 IMECS 2008*.

Saptaningtyas, F. Y. (2012). Multi Travelling Salesman Problem (MTSP) dengan Algoritma Genetika untuk Menentukan rute Loper Koran di Agen Surat Kabar. *Journal phitagoras, Vol 7 No2*.

Satriyanto. (2009). *Kecerdasan Buatan*. Surabaya:PENS-ITS.

Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.

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

Utomo, D., Shahab, M. L., & Irawan, M. I. (2015). Algoritma Genetika Ganda untuk Capacitated Vehicle Routing Problem. *Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol 4 No 2, 19-24*.

Virgiawan, H., Wahyuda, & isharyani, M. E. (2013). Aplikasi Vehicle Routing Problem pada Penentuan Distribusi Air Mineral Club di Kota Balikpapan(Studi Kasus : PT Tirta Makmur Perkara Balikpapan).