

Penyelesaian Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP) Dengan Menggunakan Algoritme Genetika: Studi Kasus Pendistribusian Barang Di Kantor Pos Lumajang

Anang Hanafi¹, Randy Cahya Wihandika², Putra Pandu Adikara³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ananghanafi13@gmail.com, ²randycahya@ub.ac.id, ³adikara.putra@ub.ac.id

Abstrak

Jual beli *online* saat ini semakin banyak diminati oleh semua kalangan, para perusahaan penyedia aplikasi yang mempertemukan penjual dan pembeli juga tidak henti-hentinya mengeluarkan promosi pada setiap kesempatannya. Dengan meningkatnya pasar jual beli online mengakibatkan naiknya proses pengiriman barang. Perusahaan jasa pengiriman barang juga berupaya untuk memberikan pelayanan terbaik dalam proses pengirimannya. Perusahaan juga perlu untuk meminimalkan *cost* yang akan dilakukan saat proses pengiriman. Didalam perusahaan kantor pos khususnya di Lumajang memiliki 4 *sales* dan 16 tujuan pengirimannya, masalah tersebut biasa disebut *Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP)*. Dalam penelitian ini dibahas permasalahan yang dioptimasi jarak, berat dan volume barang yang akan dikirimkan dari titik awal ke beberapa titik tujuan. Dari penelitian yang sudah dilakukan untuk kasus ini dengan menggunakan algoritme genetika didapatkan parameter yang optimal yaitu dengan ukuran populasi 200, maksimum generasi 500, dengan kombinasi *crossover rate* 0,4 dan *mutation rate* 0,6 dan juga menggunakan metode seleksi *elitsm*, sehingga didapatkan hasil *fitness* sebesar 0,05288.

Kata kunci: *algoritme genetika, multiple salesman problem (M-TSP), pendistribusian barang.*

Abstract

Online buying and selling currently more and more in demand by all societies, the provider of application companies that bring together sellers and buyers also do not stop releasing promotions on every occasion. The increasing of online trading market it caused the rise of goods delivery process. The freight forwarding company also strives to provide the best service in delivery process. The company also need to minimize the cost to be made during the shipping process. In the post office company, especially in Lumajang had 4 sales and 16 delivery destinations, the problem is called Multiple Traveling Salesman Problem (M-TSP). This research discussed issues for optimized the distance, weight, and volume of goods to be delivered from the starting point to some point of destination. From the research that had been done in this case by using genetic algorithms optimal parameters were obtained with a population size of 200, the maximum generation of 500, with a combination of crossover rate 0.4 and mutation rate 0.6 and also uses elitism selection methods and the result of fitness was 0,05288.

Keywords: *genetic algorithm, multiple salesman problem (M-TSP), distribution.*

1. PENDAHULUAN

Kantor pos merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang pengiriman dan penerimaan surat maupun barang dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Sebaran kantor pos yang berada di Indonesia cukup merata, mulai dari bagian timur sampai kebagian barat Indonesia. Kantor pos juga termasuk perusahaan yang dinaungi oleh negara yang

biasa disebut dengan BUMN (Badan Usaha Milik Negara). Khususnya di Lumajang, kantor pos yang ada di Lumajang cukup banyak, karena hampir setiap kecamatan di Lumajang ada kantor pos. Di Lumajang sendiri ada 16 titik kantor pos dan tambah 2 kantor pos merupakan cabang pembantu dari kantor pos pusat yang ada di Lumajang.

Banyak faktor yang mempengaruhi proses pengiriman barang antaranya adalah faktor

jarak, *cost* (harga), volume barang, dsb. Dalam masalah perhitungan optimasi jika dilakukan dengan manual sangat kesulitan dan membutuhkan waktu yang lama (Hosseiniabadi et al., 2014). Maka dari itu diperlukan perhitungan otomatis untuk menyederhanakan masalah tersebut. Di kantor pos Lumajang sendiri memiliki 4 *sales* yang bekerja setiap harinya, dengan pembagian 2 kendaraan motor dan 2 lagi mobil *box*.

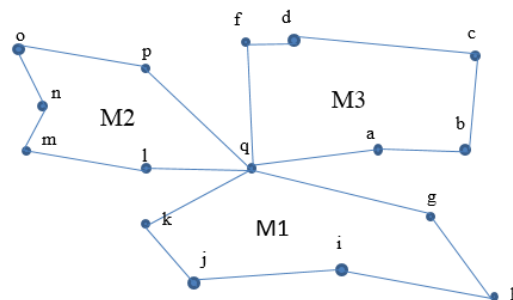
Dengan adanya beberapa *salesman* dan beberapa daerah yang harus dikunjungi, maka penulis akan menggunakan konsep Multiple travelling salesman problem (*M-TSP*) dalam merepresentasikan masalah seperti ini. Pada penelitian sebelumnya dengan konsep Multiple travelling salesman problem (*M-TSP*) dilakukan dengan menggunakan Algoritme genetika sehingga didapatkan hasil yang optimum dalam data berukuran kecil dan mendekati optimum pada data yang berukuran besar (Mahmudy, 2008). Hal serupa juga dibuktikan oleh penelitian yang sama dengan objek pengiriman air mineral didapatkan hasil yang maksimum pada kenyataan (Sari, 2015). Dengan demikian penulis yakin bahwa masalah Multiple travelling salesman problem (*M-TSP*) yang berada di kantor pos Lumajang dengan Algoritme genetika akan mendapatkan solusi yang optimum.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. Multiple Salesman Travelling Problem (*M-TSP*)

M-TSP membiacarkan tentang aturan optimasi dalam penyusunan rute dari *m salesman* dan *n* kota (Zhou and Li, 2010).

Misal suatu perusahaan mempunyai 3 *sales* dan ada 16 kota yang akan di lewati, maka akan didapatkan gambar seperti di bawah ini. M1, M2, dan M3 merupakan *sales* yang mengunjungi masing-masing 5 kota. Kota *q* merupakan pusat dari pengiriman dan yang lain merupakan kota-kota yang dikunjungi *sales*. Bisa lihat contoh penyelesaiannya pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Penyelesaian *M-TSP*

2.2. Algoritme Genetika

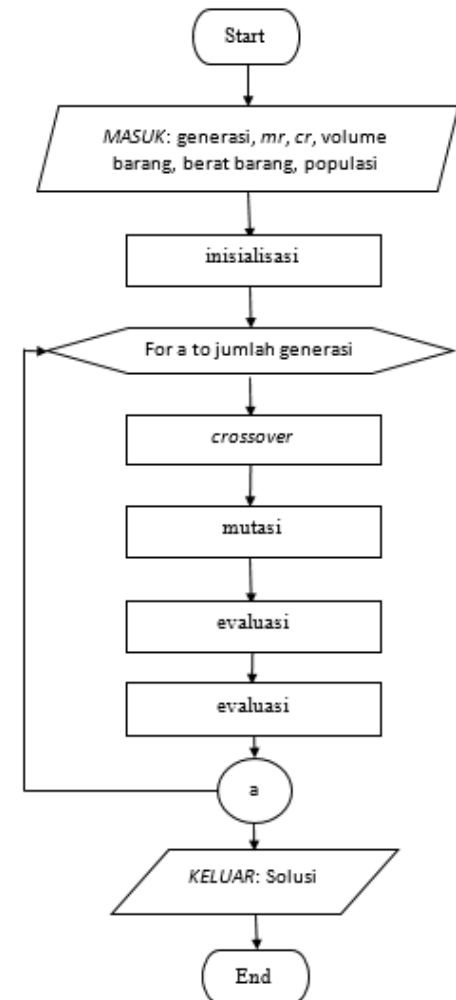
Dalam memulai algoritme genetika itu diawali dengan pembuatan himpunan solusi baru (inisialisasi). Setelah itu dilanjutkan ke proses reproduksi yang bertujuan untuk perkembangbiakan individu-individu baru. Didalam perkembangbiakannya ada beberapa operator genetik yang diterapkan seperti mutasi dan pindah silang (*crossover*) untuk mendapatkan keturunan ataupun individu-individu baru. Pada proses selanjutnya dilanjutkan proses evaluasi dengan menghitung nilai *fitness* yang akan berguna, pada saat proses selanjutnya. Pada proses yang terakhir adalah proses seleksi yang merupakan proses menyeleksi individu-individu baru terbaik.

Dari Gambar 2 bisa dilihat penjelasannya sebagai berikut:

1. Masukkan data generasi, *mutation rate* (*mr*), *crossover rate* (*cr*), berat dan volume barang yang akan dikirim.
2. Inisialisasi: gen yang dibangkitkan secara random dalam *n* kromosom.
3. Proses perulangan dengan mengetahui nilai generasi yang dimasukkan
4. *Crossover*: Dengan mengambil dua *parent* atau lebih untuk dikawinkan gen nya, sehingga mendapatkan individu baru.
5. Mutasi: Dengan mengambil salah satu atau lebih individu dan langsung di gantikan salah satu gen nya, sehingga mendapatkan individu baru.
6. Evaluasi: Perhitungan nilai *fitness* dari semua kromosom.
7. Seleksi: Proses ini menyeleksi mulai individu lama sampai individu baru, setelah itu akan di hasilkan individu yang optimal
8. a: Banyak perulangan yang mana akan mengatur, jika proses generasi sudah mencapai generasi maksimum, maka akan ditampilkan hasil dari solusianya. Sebaliknya jika belum mencapai generasi

maksimum maka individu yang di hasilkan sebelumnya akan di proses lagi mulai ke proses no 3.

9. Solusi: Tampilan ke *user* untuk menampilkan hasil yang optimal.



Gambar 2. Flowchart penyelesaian masalah pada algoritme genetika

3. PENYELESAIAN

3.1. Representasi Kromosom

Segmen 1 (titik tujuan)																
p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
p1	3	6	4	2	14	15	1	9	12	13	10	11	5	16	7	8
p2	13	10	12	5	16	7	8	11	3	6	4	2	14	15	1	9
p3	1	9	12	13	10	15	5	16	7	8	11	3	6	4	2	14
p4	12	13	10	6	1	9	4	2	14	15	5	16	7	8	11	3
p5	4	2	14	15	5	16	12	13	10	8	1	9	11	3	6	7
p6	16	12	13	10	7	4	2	14	15	5	8	1	9	11	3	6

Segmen 2 (sales)				
1	2	3	4	
3	2	5	5	
5	6	3	1	
10	1	3	2	
6	2	4	4	
7	6	1	2	
2	3	3	8	

Gambar 3. Representasi Kromosom

Dalam menentukan representasi kromosom, sebelumnya harus mengetahui kromosom, individu dan gen. Jika ada 16 tujuan dan 4 *sales* maka panjang kromosom nya adalah 21. Karena ada *sales* dan tujuan yang memiliki perilaku yang berbeda, maka terlebih dibagi dua segmen, segmen pertama yaitu titik tujuan dan segmen kedua adalah banyaknya *sales*. Gambar 3 merupakan tampilan representasi kromosomnya.

3.2. Inisialisasi

Inisialisasi dalam hal ini merupakan pembentukan nilai awal dengan cara mengacak nilai id titik tujuan dan juga mengacak banyaknya kunjungan yang dilakukan *sales*.

3.3. Crossover

Langkah–langkah *single point crossover* sebagai berikut:

1. Pada bagian *parents* 1, Potong menjadi dua bagian gen *parents* secara acak.
2. Pada bagian gen *parents* 1, gen–gen tersebut diambil dan di taruh pada *child* 1 dan bagian yang lain di taruh gen dari *parents* yang lain. Gambar 4 merupakan hasil dari *single point crossover*.

Segmen 1 (titik tujuan)																
p4	12	13	10	6	1	9	4	2	14	15	5	16	7	8	11	3
p5	4	2	14	15	5	16	12	13	10	8	1	9	11	3	6	7
c3	12	13	10	8	1	9	4	2	14	15	5	16	11	3	6	7

Gambar 4. Single Point Crossover

3.4. Mutation

langkah–langkah *swap mutation* sebagai berikut:

1. Ambil semua isi pada gen di *parents*.
2. Ubah salah satu bit dari gen *parents* ke *bit* yang lain untuk dijadikan *child*. Gambar 5 merupakan hasil dari *swap mutation*.

Segmen 1 (titik tujuan)																
p4	12	13	10	6	1	9	4	2	14	15	5	16	7	8	11	3
c4	12	13	15	6	1	9	4	2	14	10	5	16	7	8	11	3

Gambar 5. Swap Mutation

3.5. Evaluasi

Dalam tahap evaluasi disini peneliti mengevaluasi individu-individu terbaik, dengan cara menghitung nilai *fitness*. Semua individu akan dihitung *fitness*nya. Adapun rumus *fitness* dalam kasus ini ada di persamaan 1

$$fitness = \frac{1}{f(x)} \quad (1)$$

Dimana

$$f(x) = \left(\left((\sum_{k=1} x_{ijk}) + v_{ijk} + b_{ijk} \right) + \left((\sum_{k=2} x_{ijk}) + v_{ijk} + b_{ijk} \right) + \left((\sum_{k=3} x_{ijk}) + v_{ijk} + b_{ijk} \right) \times 1.5 \right) + \left((\sum_{k=4} x_{ijk}) + v_{ijk} + b_{ijk} \right) \times 1.5 \quad (2)$$

Keterangan

i = titik awal

j = titik tujuan

k = kendaraan

v = volume barang

b = berat barang

Arti dari 1,5 diatas merupakan nilai penalty jika menggunakan kendaraan ke tiga dan ke empat yaitu mobil. Dan muatan tersebut adalah penjumlahan dari berat dan volume barang yang akan dikirim.

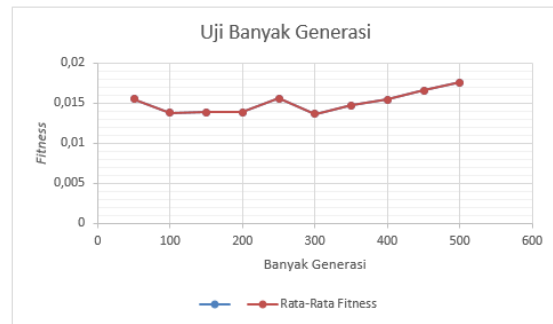
3.6. Seleksi

Dalam tahap ini adalah tahap seleksi, dalam tahap ini semua individu akan di seleksi dengan metode *elitism selection* yaitu mengurutkan besaran nilai *fitness* dari nilai tertinggi ke terendah. Selanjutnya akan didaotkan individu-individu terbaik dari proses selaksi ini. Individu-individu terbaik tersebut akan diambil sebanyak popsize (sesuai masukan di awal) sesuai dengan urutan nilai *fitness* tertinggi. Individu terbaik tersebut akan berulang ke tahap reproduksi, evaluasi, dan seleksi sampai dengan generasi maksimum.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1. Pengujian Banyak Generasi

Pengujian banyak generasi ini bertujuan melihat pengaruh terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan oleh sistem. Pada pengujian banyak generasi ini dilakukan 10 kali percobaan dengan menggunakan parameter ukuran populasi 100, *crossover rate* 0.4 dan *mutation rate* 0.6, banyak tujuan 16 dengan berat barang masing-masing (4 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg, 3 kg, 2 kg, 1 kg, 2 kg, 4 kg, 2 kg, 12 kg, 3 kg, 4 kg, 3 kg, 2 kg, 3 kg) dan juga volume barang masing-masing (20 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 240 cm³, 40 cm³, 250 cm³, 80 cm³, 28 cm³, 20 cm³, 450 cm³, 100 cm³, 240 cm³, 480 cm³, 40 cm³, 50 cm³, 22 cm³), menggunakan 4 *sales* dan juga memakai metode seleksi *elitism*. Hasil uji dapat dilihat dalam Gambar 6.

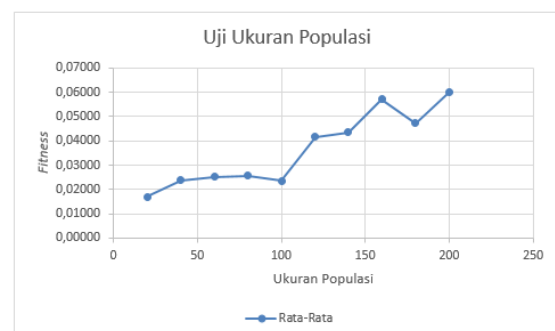


Gambar 6. Uji Banyak Generasi

Di dalam Gambar 6 terlihat jumlah *fitness* terbesar berada pada banyak generasi ke 500 dengan besar nilai rata-rata *fitness* sebesar 0,01760 dan nilai *fitness* terendah terletak pada generasi ke 300 dengan nilai rata-rata sebesar 0,01364. Secara keseluruhan terjadi peningkatan atau penurunan pada jumlah rata-rata masing-masing banyak generasi itu disebabkan karena inisialisasi kromosom awal pada algoritme genetika ini diperoleh secara acak jadi hasil *fitness* juga bisa berubah karena hal itu.

4.2. Pengujian Ukuran Populasi

Pada pengujian ukuran populasi ini bertujuan melihat pengaruh seberapa banyak ukuran populasinya terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan oleh sistem. Pada pengujian ukuran populasi ini dilakukan 10 kali percobaan dengan menggunakan parameter ukuran populasi 500, *crossover rate* 0.4 dan *mutation rate* 0.6, banyak tujuan 16 dengan berat barang masing-masing (4 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg, 3 kg, 2 kg, 1 kg, 2 kg, 4 kg, 2 kg, 12 kg, 3 kg, 4 kg, 3 kg, 2 kg, 3 kg) dan juga volume barang masing-masing (20 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 240 cm³, 40 cm³, 250 cm³, 80 cm³, 28 cm³, 20 cm³, 450 cm³, 100 cm³, 240 cm³, 480 cm³, 40 cm³, 50 cm³, 22 cm³), menggunakan 4 *sales* dan juga memakai metode seleksi *elitism*. Hasil uji dapat dilihat dalam Gambar 7.

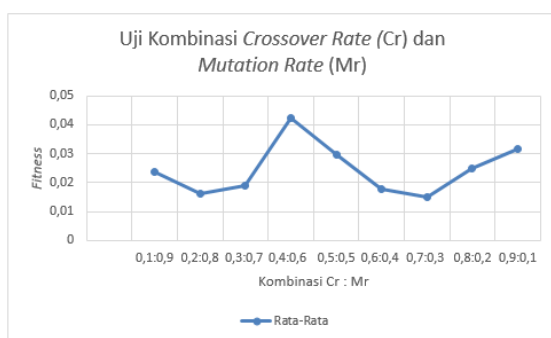


Gambar 7. Uji Ukuran Populasi

Di dalam Gambar 7 terlihat jumlah *fitness* terbesar berada pada ukuran populasi sebanyak 200 dengan besar nilai rata-rata *fitness* sebesar 0,06008 dan nilai *fitness* terendah terletak pada ukuran populasi sebanyak 20 dengan nilai rata-rata sebesar 0,01704. Secara umum terjadi peningkatan jika ukuran populasi semakin banyak. Akan tetapi ada beberapa titik yang mengalami penurunan, itu di karenakan inisial kromosom yang beragam dan memungkinkan dengan cepat mendapatkan kromosom yang terbaik.

4.3. Pengujian Kombinasi *Crossover Rate* dan *Mutation Rate*

Pada pengujian kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) ini bertujuan melihat pengaruh kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) yang paling optimal terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan oleh sistem. Pada pengujian banyak generasi ini dilakukan 10 kali percobaan dengan menggunakan parameter ukuran populasi 200, panjang generasi 500, banyak tujuan 16 dengan berat barang masing-masing (4 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg, 3 kg, 2 kg, 1 kg, 2 kg, 4 kg, 2 kg, 12 kg, 3 kg, 4 kg, 3 kg, 2 kg, 3 kg) dan juga volume barang masing-masing (20 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 240 cm³, 40 cm³, 250 cm³, 80 cm³, 28 cm³, 20 cm³, 450 cm³, 100 cm³, 240 cm³, 480 cm³, 40 cm³, 50 cm³, 22 cm³), menggunakan 4 *sales* dan juga memakai metode seleksi *elitism*. Hasil uji dapat dilihat dalam Gambar 8.



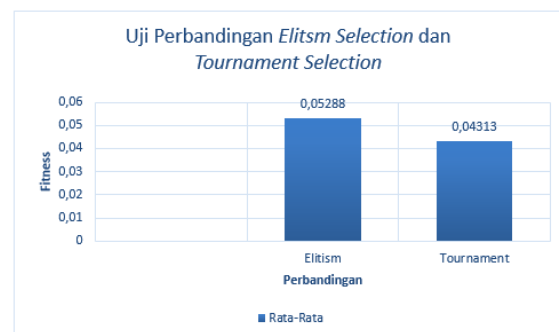
Gambar 8. Uji Kombinasi Cr dan Mr

Di dalam Gambar 8 terlihat jumlah *fitness* terbesar berada pada *crossover rate* (*cr*) 0,4 dan *mutation rate* (*mr*) 0,6 dengan besar nilai rata-rata *fitness* sebesar 0,08489 dan nilai *fitness* terendah terletak pada *crossover rate* (*cr*) 0,7 dan *mutation rate* (*mr*) 0,3 dengan nilai rata-rata sebesar 0,02967. Kombinasi kombinasi *crossover rate* (*cr*) dan *mutation rate* (*mr*) memiliki perilaku yang berbeda beda

tergantung pada metode yang di terapkan dalam parameter dan juga objek pada penelitian tersebut.

4.4. Pengujian Perbandingan Proses Seleksi

Pada pengujian perbandingan metode seleksi ini bertujuan membandingkan metode mana yang lebih baik dalam kasus ini. Pada perbandingan metode seleksi ini dilakukan 10 kali percobaan dengan menggunakan parameter ukuran populasi 200, *crossover rate* 0.4 dan *mutation rate* 0.6, banyak generasi 500 banyak tujuan 16 dengan berat barang masing-masing (4 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg, 3 kg, 2 kg, 1 kg, 2 kg, 4 kg, 2 kg, 12 kg, 3 kg, 4 kg, 3 kg, 2 kg, 3 kg) dan juga volume barang masing-masing (20 cm³, 25 cm³, 50 cm³, 240 cm³, 40 cm³, 250 cm³, 80 cm³, 28 cm³, 20 cm³, 450 cm³, 100 cm³, 240 cm³, 480 cm³, 40 cm³, 50 cm³, 22 cm³), menggunakan 4 *sales* dan juga memakai metode seleksi *elitism* atau *tournament selection*. Hasil uji dapat dilihat dalam Gambar 9.



Gambar 9. Uji Perbandingan Metode Seleksi

Di dalam Gambar 9 terlihat jumlah rata-rata *fitness* terbesar pada penelitian ini diperoleh dengan metode seleksi *elitism*. Penyebabnya karena proses seleksi *elitism* langsung dilakukan pemeringkatan dari semua besar *fitness* di masing-masing individu. Lain dengan metode seleksi *tournament* yang mengacak 2 individu dan di ambil nilai *fitness*nya dari kedua individu, nilai *fitness* yang lebih besar akan diambil untuk proses selanjutnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah diteliti pada sistem “Penyelesaian *Multiple Travelling Salesman Problem* (M-TSP) Dengan Menggunakan Algoritme Genetika: Studi Kasus Pendistribusian Barang Di Kantor Pos

Lumajang” sehingga mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan algoritme genetika yang ada pada penelitian ini mampu untuk menyelesaikan kasus pengiriman barang dengan *Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP)* di kantor pos Lumajang.
2. Penyelesaian kasus pengiriman barang dengan *Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP)* di kantor pos Lumajang ini menghasilkan beberapa parameter yang optimal yaitu sebagai berikut:
 - a. Dalam kasus ini banyak generasi yang paling optimal yaitu 50 generasi dengan nilai *fitness* 0,01833.
 - b. Secara umum semakin banyak ukuran populasi maka hasil *fitness* akan semakin bagus. Dalam kasus ini didapatkan hasil ukuran populasi yang optimal adalah 200 populasi dengan nilai *fitness* 0,06008.
 - c. Melihat hasil yang sudah didapatkan saat melakukan kombinasi *crossover rate (cr)* dan *mutation rate (mr)* yang paling optimal adalah dengan nilai *crossover rate (cr)* 0,4 dan *mutation rate (mr)* 0,6 dengan nilai *fitness* 0,08489.
 - d. Dalam pemilihan metode seleksi yang sudah dilakukan pada kasus ini didapatkan hasil *elitsm selection* mendapatkan hasil yang lebih optimal dengan besar *fitness* 0,05288 dari pada *tournament selection* mendapatkan hasil dengan besar *fitness* 0,04313.
3. Dalam pembagian rute dan kendaraan akan didapatkan hasil rute dan kendaraan yang berbeda-beda, karena adanya perbedaan pada volume dan berat barang yang akan dikirimkan ke titik-titik tujuan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., & Utama, W., 2014. Kantor Pos dan bea cukai. [online]. Tersedia di: <<http://www.bppk.kemenkeu.go.id/publikasi/artikel/148-artikel-bea-dan-cukai/19737-kantor-pos-dan-bea-cukai>> [Diakses 1 Maret 2017].
- Bobsusanto, 2016. Pengertian distribusi, tujuan serta contohnya lengkap. [online]. Tersedia di: <http://www.seputarpengetahuan.com/2016/10/pengertian-distribusi-tujuan-serta-contohnya-lengkap.html> [Diakses 6 Maret 2017].
- Grosan C. & Abraham A., 2011. *Inteleigent systems—A modern approach*. Chennal: Scientific Publishing Services Pvt. Ltd.
- Hosseinabadi, A.A.R., Kardgar, M., Shojafar, M., Shamshirband, S. and Abraham, A., 2014. Gels-ga: hybrid metaheuristic algorithm for solving multiple travelling salesman problem. 2014 14th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.76–81.
- Mahmudy, W.F., 2008. Optimasi Multi Travelling Salesman Problem (M - TSP) Menggunakan Algoritma Genetika. 1(2), pp.1–6.
- Mahmudy, W.F., 2013. Algoritma Evolusi. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang, (September), pp.1–101.
- Mayuliana, N.K., Kencana, E.N., Putu, L. and Harini, I., n.d. PENYELESAIAN MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM DENGAN ALGORITMA GENETIKA Jenis & Sumber Data Tahapan Analisis Kromosom dan Populasi Pembangkitan Matriks Jarak D. 6(1), pp.1–6.
- Munlin, M.A. and Anantathanavit, M., 2015. Hybrid K-means and Particle Swarm Optimization for symmetric Traveling Salesman Problem. Proceedings of the 2015 10th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2015, pp.671–676.
- Piol, A., 2107. Kepedulian di hari peduli sampah nasional 2017. [online]. Tersedia di: <http://www.posindonesia.co.id/index.php/pos-indonesia-tunjukkan-kepedulian-di-hari-peduli-sampah-nasional-2017/> [Diakses 1 Maret 2017].
- Sari, R.N., 2015. penyelesaian multiple travelling salesperson problem (*M-TSP*) dengan algoritme genetika: studi kasus pendistribusian air mineral.
- Shiffman, D., 2012. *The Nature of Code*. The Nature of Code.
- Zhou, W. and Li, Y., 2010. An Improved

Genetic Algorithm for Multiple
Traveling Salesman Problem. pp.493–
495.