

**PENYELESAIAN OPTIMAL *MULTI TRAVELLING SALESMAN*
PROBLEM (M-TSP) MENGGUNAKAN ALGORITMA
GENETIKA
(PENDISTRIBUSIAN AIR MINERAL DI BANJARMASIN)**

Trikusuma Aji Saputra, Akhmad Yusuf, Pardi Affandi

Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani Km. 36, Banjarbaru 70714, Kalsel
Email : yusuf@unlam.ac.id

Abstract

The problem of distribution is a process that is very influential in the sustainability of a business. By finding the shortest route in the distribution can increase profits for the company so that it can minimize the cost of distribution. Therefore, one technique such as Multi Traveling Salesman Problem (M-TSP) is required. The technique can be described in a depot gathered m salesman and they must visit n place. Each place must be visited exactly once except the origin of the depot by a salesman. Each salesman who travels must be returned to the depot departure. The purpose of this research is to determine the shortest route on M-TSP using genetic algorithm. This research method uses genetic algorithm, crossover and mutation using technique of Ordered Crossover and Swapping Mutation by using 20 point outlet and 3 salesman. This research method uses genetic algorithm, on crossover and mutation using technique of Ordered Crossover and Swapping Mutation by using 20 point outlet and 3 salesman. The results obtained using the genetic algorithm by performing 5 simulations, obtained the shortest route with crossover probability (P_c) = 0.9 and the mutation probability (P_m) = 0.05 and the maximum iteration of 5,000 iterations that resulted in the route as follows: The first salesman of Pasar Kuripan Depo) - RM. Lontong Orari - RM. Kenanga - Kedai Kopi-Kopi - Pasar Kuripan (Depo). Second Salesman of Pasar Kuripan (Depo) - Pondok Ikan Bakar - Pizza Hut BJM - Alfamart - Lapan-Lapan Mart - RM. Lezat Baru - Pasar Kuripan (Depo). The third salesman of the Kuripan Market (Depo) - Lauku Ayam Goreng - Pasar Wildan - RM. Kita - Depot Erna - Warung Bunda - WG Fried Chicken - 45Mart - Foodmart - Alfamart - RM. Lampau Bulan - Haura Mini Market - Pasar Kuripan (Depo) with total distance 37,500 meters.

Keywords: Multi Traveling Salesman Problem, Genetic Algorithm

Abstrak

Permasalahan pendistribusian merupakan suatu proses yang sangat berpengaruh dalam keberlangsungan suatu usaha. Dengan mencari rute terpendek dalam pendistribusian dapat menambah keuntungan bagi perusahaan sehingga dapat meminimasi biaya pendistribusian. Oleh karena itu, diperlukan salah satu teknik seperti Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP). Teknik tersebut dapat digambarkan dalam sebuah depo berkumpul m salesman dan mereka harus mengunjungi n tempat. Tiap tempat harus dikunjungi tepat satu kali kecuali depo asal oleh seorang salesman. Tiap salesman yang melakukan perjalanan harus kembali ke depo keberangkatannya. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute terpendek pada M-TSP menggunakan algoritma genetika. Metode penelitian ini menggunakan algoritma genetika, pada crossover dan mutasi menggunakan teknik Ordered Crossover dan Swapping Mutation dengan menggunakan 20 titik outlet dan

3 salesman. Hasil yang diperoleh menggunakan algoritma genetika dengan melakukan 5 simulasi, diperoleh rute terpendek dengan peluang crossover (P_c) = 0,9 dan peluang mutasi (P_m) = 0,05 dan maksimal iterasi 5.000 iterasi yang menghasilkan rute sebagai berikut : Salesman pertama Pasar Kuripan (Depo) – RM. Lontong Orari – RM. Kenanga – Kedai Kopi-Kopi – Pasar Kuripan (Depo). Salesman kedua Pasar Kuripan (Depo) – Pondok Ikan Bakar – Pizza Hut BJM – Alfamart – Lapan-Lapan Mart – RM. Lezat Baru – Pasar Kuripan (Depo). Salesman ketiga Pasar Kuripan (Depo) – Lauku Ayam Goreng – Pasar Wildan – RM. Kita – Depot Erna – Warung Bunda – WG Fried Chicken – 45Mart – Foodmart – Alfamart – RM. Lampau Bulan – Haura Mini Market – Pasar Kuripan (Depo) dengan total jarak tempuh 37.500 meter

Kata Kunci: Multi Travelling Salesman Problem, Algoritma Genetika

1. PENDAHULUAN

Menurut Mariana (2006) kesulitan seorang *salesman* jika harus mengunjungi semua kota sendirian, oleh karena itu dibutuhkan beberapa orang *salesman* untuk membagi tugas agar didapat rute perjalanan yang lebih pendek dan meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh oleh seorang *salesman*. Masalah inilah yang dikenal dengan istilah *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP).

Permasalahan M-TSP dalam tulisan Yuliansyah (2007) tentang Penggunaan Metode Heuristik *Fisher-Jalkumar* dalam Menyelesaikan *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP) adalah permasalahan perjalanan beberapa *salesman* dalam mengunjungi beberapa titik. Berangkat dari titik asal dan kembali ke titik asal, dimana tiap titik harus dikunjungi tepat satu kali oleh seorang *salesman* kecuali titik asal. Persoalan yang ingin diselesaikan adalah menentukan rute masing-masing *salesman* sehingga diperoleh rute yang minimum.

Menurut Hillier & Lieberman (2001) M-TSP merupakan permasalahan yang tidak dapat diselesaikan menggunakan metode deterministik, sehingga untuk menyelesaikannya akan menggunakan metode pendekatan yaitu metode heuristik. Ada beberapa metode heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan M-TSP seperti Algoritma Genetika, Algoritma Semut, Algoritma Lebah dan lain-lain. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Penyelesaian Optimal *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP) Menggunakan Algoritma Genetika (Pendistribusian Air Mineral di Banjarmasin).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Graf

Graf adalah himpunan benda-benda yang disebut titik yang terhubung oleh sisi. Biasanya graf digambarkan sebagai kumpulan titik-titik yang dihubungkan oleh sisi.

Definisi 2.1.1 [7]

Graf $G = (V, E)$ terdiri dari 2 himpunan yaitu himpunan tak kosong V dan himpunan E yang mana elemen V disebut titik dan elemen E disebut sisi.

2.2 Lintasan dan Sirkuit Hamilton

Jika lintasan dan sirkuit Euler melalui sisi-sisi graf tepat sekali, maka lintasan dari sirkuit Hamilton melalui simpul-simpul graf tepat satu kali.

Definisi 2.1.4 [12]

Lintasan Hamilton ialah lintasan yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali. Bila lintasan itu kembali ke simpul asal membentuk lintasan tertutup (sirkuit), maka lintasan tertutup itu dinamakan sirkuit Hamilton. Dengan kata lain, sirkuit Hamilton ialah sirkuit yang melalui tiap simpul didalam graf tepat satu kali, kecuali simpul asal (sekali simpul akhir) yang dilalui dua kali.

2.3 Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP)

Multi Travelling Salesman Problem (M-TSP) adalah generalisasi dari TSP dan merupakan permasalahan optimasi yang sangat kompleks, dimana satu atau lebih *salesman* dapat digunakan dalam solusi.

Secara matematis M-TSP bisa diformulasikan, dengan satu-satunya variabel keputusan adalah x_{ij}

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika sisi } i, j \text{ dikunjungi oleh } \textit{salesman} \\ 0, & \text{jika sisi } i, j \text{ tidak dikunjungi oleh } \textit{salesman} \end{cases}$$

Fungsi Tujuan dari model matematikanya adalah :

$$\text{Minimumkan } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Dengan kendala :

$$1. \sum_{j=2}^n x_{1j} = m,$$

Persamaan (2.2) menunjukkan bahwa sebanyak m salesman berangkat dari titik awal.

$$2. \sum_{j=2}^n x_{j1} = m,$$

Persamaan (2.3) menunjukkan bahwa sebanyak m salesman kembali ke titik awal.

$$3. \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 2, 3, \dots, n$$

Persamaan (2.4) menunjukkan bahwa tiap kota dikunjungi tepat satu kali

$$4. \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 2, 3, \dots, n$$

Persamaan (2.5) menunjukkan bahwa tiap kota dikunjungi tepat satu kali (Davendra, 2010).

2.4 Algoritma Genetika (Genetic Algorithm)

Algoritma genetika adalah suatu teknik pencarian (*searching technique*) dan teknik optimasi yang kerjanya meniru proses evolusi dan perubahan struktur genetik pada makhluk hidup. Prinsip utama dari cara kerja algoritma genetika ini diilhami oleh proses seleksi alam dan prinsip-prinsip ilmu genetika. Dalam seleksi alam, individu-individu bersaing untuk mempertahankan hidup dan melakukan reproduksi. Individu-individu yang lebih "*fit*" akan mempunyai peluang untuk terus bertahan hidup (*survive*) dan melakukan reproduksi (menghasilkan keturunan).

Representasi Kromosom

Proses awal dalam membangun algoritma genetika adalah membuat pengkodean (*encoding*) calon solusi kedalam suatu bentuk representasi kromosom. Beberapa metode yang umum digunakan dalam representasi yaitu :

- Representasi Biner
- Representasi *Integer*
- Representasi *Real*
- Representasi Permutasi

Fungsi Fitness

Individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran nilai kualitasnya, fungsi ini dikenal dengan fungsi *fitness*. Pada kasus optimasi terdapat 2 masalah, yaitu memaksimalkan atau meminimasi yang tergantung pada tujuan

permasalahan. Jika tujuannya adalah memaksimalkan suatu fungsi, maka fungsi *fitness* yang digunakan adalah fungsi itu sendiri $f = h$. fungsi *fitness* untuk masalah minimasi adalah $f = 1/h$ h yang artinya semakin kecil nilai h maka semakin besar nilai f . Tetapi hal ini akan menjadi masalah jika h bernilai 0, yang menga... (2.2) f tidak terdefinisi. Untuk mengatasinya, h perlu ditambah sebuah bilangan real sehingga nilai *fitness*nya menjadi :... (2.3)

$$f = \frac{1}{(h+a)} \dots \quad (2.6)$$

dengan a adalah bilangan yang dianggap sangat kecil dan disesuaikan dengan masalah yang akan diselesaikan (Suyanto, 2008). ... (2.5)

Seleksi

Seleksi merupakan salah satu operasi untuk memastikan bahwa jumlah perwakilan dari sebuah kromosom yang diterima pada generasi selanjutnya akan bergantung pada nilai *fitness*-nya yang dibandingkan dengan nilai *fitness* rata-rata dari populasi yang ada. Kromosom-kromosom yang telah dievaluasi dengan menggunakan fungsi *fitness* akan diseleksi untuk dijadikan induk (Arkeman dkk, 2012). Salah satu teknik seleksi dalam algoritma genetika adalah teknik seleksi cakram rolet (*roulette wheel selection*) yang dikenalkan oleh Goldberg (1989). Teknik seleksi ini diilustrasikan sebagai teknik pemutaran cakram rolet.

Penyilangan (Crossover)

Penyilangan (*crossover*) adalah operator utama atau operator primer dalam algoritma genetika. Operator ini bekerja pada sepasang kromosom induk untuk menghasilkan dua kromosom anak dengan cara menukarkan beberapa elemen (*gen*) yang dimiliki masing-masing kromosom induk. Teknik yang digunakan dalam penelitian M-TSP ini adalah teknik *Ordered Crossover* (OX) yang diperkenalkan oleh Davis

Mutasi (Mutation)

Mutasi (*mutation*) adalah operator sekunder atau operator pendukung dalam algoritma genetika yang berperan mengubah struktur kromosom secara spontan. Perubahan spontan ini menyebabkan terbentuknya suatu mutan, yaitu suatu kromosom baru yang secara genetik berbeda dari kromosom sebelumnya. Operator mutasi bekerja pada satu kromosom, tidak pada sepasang kromosom seperti halnya yang

dilakukan operator penyilangan (Arkeman dkk, 2012).

Oleh karena mutasi adalah operator sekunder, nilai P_m yang digunakan untuk running program biasanya cukup rendah (0,01-0,2). Jika tingkat mutasi terlalu rendah, semakin kecil pula kemungkinan memunculkan gen-gen baru. Teknik yang digunakan dalam penelitian M-TSP ini adalah Mutasi untuk Representasi Permutasi, dengan cara *swapping mutation*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur yaitu mengumpulkan referensi pendukung yang berkaitan dengan algoritma genetika dan *Multi Travelling Salesman Problem* baik dari buku, artikel maupun

jurnal yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebuah perusahaan air minum mineral akan melakukan pendistribusian dengan 20 titik outlet ($n = 20$) dengan titik pertama adalah depo awal, titik ke-2 sampai titik ke-20 adalah outlet yang dikunjungi dan *salesman* yang digunakan adalah 3 orang ($m = 3$).

4.1 Data Alamat Outlet

Dapat dilihat pada tabel 4.1 data alamat outlet nomor 1 merupakan Depo Awal dan nomor 2 sampai nomor 20 merupakan outlet yang akan dikunjungi *salesman* tersebut.

Tabel 4.1 Data Alamat Outlet dan Keterangan Indeks

No.	Nama Depo	Alamat	Keterangan Outlet
1	Pasar Kuripan	Jl. Kuripan RT.08	Depo Awal
2	RM. Lezat Baru	Jl. Pangeran Samudera No.3	Outlet ke-2
3	WG Fried Chicken	Jl. Perdagangan	Outlet ke-3
4	45 Mart	Jl. Brig. Jend. Hasan Basri	Outlet ke-4
5	Foodmart	Jl. Adhyaksa	Outlet ke-5
6	Lapan-Lapan Mart	Jl. K.S Tubun. Pekauman	Outlet ke-6
7	Warung Bunda	Jl. HKS	Outlet ke-7
8.	Pasar Wildan	Jl. Mayjend Sutoyo	Outlet ke-8
9	Lauku Ayam Goreng	Jl. Mayjend Sutoyo	Outlet ke-9
10	Depot Erna	Jl. P.M Noor	Outlet ke-10
11	Kedai Kopi-Kopi	Jl. Brig. Jend. Hasan Basri	Outlet ke-11
12	Alfamart	Jl. Pangeran Hidayatullah	Outlet ke-12
13	Haura Mini Market	Jl. Keramat Raya	Outlet ke-13
14	Pondok Ikan Bakar	Jl. Gatot Subroto	Outlet ke-14
15	RM. Lontong Orari	Jl. Sungai Mesa	Outlet ke-15
16	Pizza Hut BJM	Jl. A. Yani KM.3,5	Outlet ke-16
17	RM. Kenanga	Jl. Belitung Laut NO.8	Outlet ke-17
18	RM. Lampau Bulan	Jl. Pangeran Hidayatullah	Outlet ke-18
19	Alfamart	Jl. Pangeran Antasari	Outlet ke-19
20	RM. Kita	Jl. Ir. P.M Noor	Outlet ke-20

Sumber : Titik lokasi berdasarkan Kordinat Google Maps

4.2 Data Jarak Antar Outlet

Data jarak antar outlet dapat dilihat pada Lampiran. Pada tabel jarak antar outlet merupakan jarak antar titik outlet satu ke outlet yang lainnya. Data tersebut dalam satuan meter (m).

Representasi Kromosom

4.3 Proses Algoritma Genetika dalam Menyelesaikan *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP)

Tabel 4.2. Inisialisasi Awal dengan Ukuran Populasi (k) = 5

No	Kromosom																								
K1	1	20	8	13	4	2	1	1	5	14	16	6	9	19	18	7	1	1	10	12	3	15	11	17	1
K2	1	6	17	15	14	20	19	13	12	1	1	18	11	16	2	8	9	7	4	1	1	3	10	5	1

No	Kromosom																								
K3	1	18	12	5	11	4	3	7	10	20	8	9	17	1	1	14	16	19	6	2	1	1	15	13	1
K4	1	14	16	19	6	2	9	17	1	1	8	20	10	7	3	4	5	11	15	1	1	13	12	18	1
K5	1	9	10	13	6	3	5	17	19	15	1	1	16	4	12	11	8	7	18	1	1	14	2	20	1

Fungsi Fitness

Tabel 4.3. Fungsi Fitness

Kromosom (K_k)	Nilai Fitness
K1	0,0000109
K2	0,0000107
K3	0,0000265

K4	0,0000245
K5	0,0000108
Total Fitness	0,0000834

Tabel 4.5 merupakan perhitungan nilai *fitness* untuk setiap kromosom dengan menggunakan persamaan (2.7).

Seleksi

Tabel 4.4. Populasi setelah proses Seleksi

No	Kromosom																								
K1	1	14	16	19	6	2	9	17	1	1	8	20	10	7	3	4	5	11	15	1	1	13	12	18	1
K2	1	20	8	13	4	2	1	1	5	14	16	6	9	19	18	7	1	1	10	12	3	15	11	17	1
K3	1	6	17	15	14	20	19	13	12	1	1	18	11	16	2	8	9	7	4	1	1	3	10	5	1
K4	1	9	10	13	6	3	5	17	19	15	1	1	16	4	12	11	8	7	18	1	1	14	2	20	1
K5	1	18	12	5	11	4	3	7	10	20	8	9	17	1	1	14	16	19	6	2	1	1	15	13	1

Penyilangan (Crossover)

Crossover yang digunakan pada penelitian ini adalah *Ordered Crossover* (OX).

Peluang *crossover* ditetapkan dengan nilai sebesar 0,9 berarti diharapkan 90% kromosom dalam populasi akan mengalami penyilangan.

Tabel 4.5. Populasi setelah proses Penyilangan

Tabel Karyotipe pada sel darah merah manusia																										
No	Kromosom																									
K1	1	14	16	19	6	2	9	17	1	1	8	20	10	7	3	4	5	11	15	1	1	13	12	18	1	
K2'	1	13	3	17	19	15	1	1	5	14	16	6	9	4	12	11	1	1	8	7	18	2	20	10	1	
K3	1	6	17	15	14	20	19	13	12	1	1	18	11	16	2	8	9	7	4	1	1	3	10	5	1	
K4'	1	4	2	14	6	9	5	17	19	15	1	1	16	18	7	10	12	3	11	1	1	20	8	13	1	
K5	1	18	12	5	11	4	3	7	10	20	8	9	17	1	1	14	16	19	6	2	1	1	15	13	1	

Mutasi (Mutation)

Teknik yang digunakan untuk proses mutasi adalah *swapping mutation*. Proses mutasi dilakukan dengan cara menukar dua buah titik didalam rute secara acak. Pilih

peluang mutasi (P_m) sebesar 0,05, hal ini berarti bahwa kita mengharapkan rata-rata 5 % dari total gen dalam populasi akan mengalami mutasi.

Tabel 4.6. Populasi setelah proses Mutasi

Tabel Kromosom Setelah proses Mutasi																										
No	Kromosom																									
K1	1	14	16	19	6	2	9	17	1	1	8	20	10	7	3	4	5	11	15	1	1	13	12	18	1	
K2''	1	13	3	2	19	15	1	1	5	14	16	6	9	4	12	11	1	1	8	7	18	17	20	10	1	
K3	1	6	17	15	14	20	19	13	12	1	1	18	11	16	2	8	9	7	4	1	1	3	10	5	1	
K4	1	4	2	14	6	9	5	17	19	15	1	1	16	18	7	10	12	3	11	1	1	20	8	13	1	
K5	1	18	12	5	11	4	3	7	10	20	8	9	17	1	1	14	16	19	6	2	1	1	15	13	1	

Tabel 4.7. Populasi akhir satu generasi

Tabel 1.7.1 Populasi ukur satu generasi															
No	Kromosom													Total Jarak Tempuh (m)	Nilai <i>Fitness</i>
K1	1	14	16	19	6	2	9	17	1	1	8	20	10	40.800	0.0000245

	7	3	4	5	11	15	1	1	13	12	18	1			
K2	1	13	3	2	19	15	1	1	5	14	16	6	9	85.500	0,0000117
	4	12	11	1	1	8	7	18	17	20	10	1			
K3	1	6	17	15	14	20	19	13	12	1	1	18	11	93.400	0,0000107
	16	2	8	9	7	4	1	1	3	10	5	1			
K4	1	4	2	14	6	9	5	17	19	15	1	1	16	85.600	0,0000117
	18	7	10	12	3	11	1	1	20	8	13	1			
K5	1	18	12	5	11	4	3	7	10	20	8	9	17	37.700	0,0000265
	1	1	14	16	19	6	2	1	1	15	13	1			

Tabel 4.8. Nilai *Fitness* dalam satu generasi

No.	Nilai <i>Fitness</i> Awal	Nilai <i>Fitness</i> setelah melalui proses Algoritma Genetika
K1	0,0000109	0,0000245
K2	0,0000107	0,0000117
K3	0,0000265	0,0000107
K4	0,0000245	0,0000117
K5	0,0000108	0,0000265

Terlihat bahwa terjadi kenaikan nilai fitness pada kromosom ke - 1 (K1), ke - 2 (K2) dan ke - 5 (K5) sesudah melalui proses algoritma genetika yang artinya total jarak tempuh yang didapat semakin minimum. Hal ini berarti telah terjadi perbaikan kromosom melalui proses-proses algoritma genetika yaitu seleksi mesin roulette, *Ordered Crossover* (OX), dan *swapping mutation*.

4.4 Simulasi Algoritma Genetika dalam *Multi Travelling Salesman Problem*

Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan dengan melakukan perubahan pada peluang *crossover* (Pc). Percobaan pertama menggunakan nilai peluang *crossover* = 0.5, percobaan kedua menggunakan nilai peluang *crossover* = 0.6, percobaan ketiga menggunakan nilai peluang *crossover* = 0.7, percobaan keempat menggunakan peluang *crossover* = 0.8 dan percobaan kelima menggunakan peluang *crossover* = 0.9.

Dari beberapa hasil simulasi yang diperoleh akan ditunjukkan pada tabel 4.12 berikut :

Tabel 4.9. Hasil Simulasi

Simulasi	Parameter	Total Jarak Tempuh (meter)	Iterarasi
1	Pc = 0.5	42.900	4.715
2	Pc = 0.6	41.400	4.569
3	Pc = 0.7	40.000	4.239
4	Pc = 0.8	38.100	2.589
5	Pc = 0.9	37.500	4.241

Pada tabel 4.12 adalah hasil dari beberapa simulasi yang telah dilakukan. Dapat dilihat pada tabel 4.12 peluang *crossover* (Pc) = 0.9 menghasilkan total jarak tempuh yang lebih minimum dibandingkan dengan Pc = 0.5, Pc = 0.6, Pc = 0.7 dan Pc = 0.8. Hal ini dikarenakan semakin besar peluang *crossover* (Pc) semakin optimal solusi yang dihasilkan.

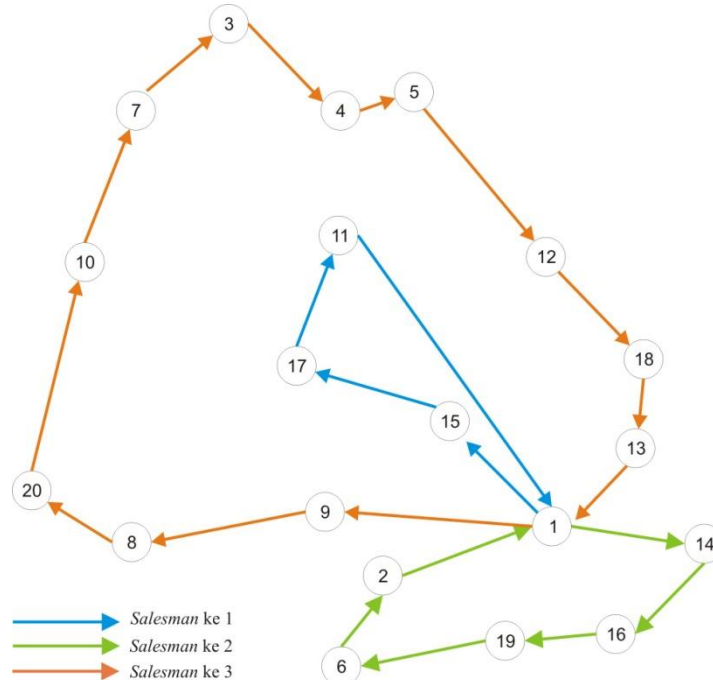
Hasil dari percobaan pada *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP) menggunakan Algoritma Genetika dengan

menggunakan 3 orang *salesman* diperoleh hasil total jarak tempuh yang minimum yaitu

37.500 meter dengan susunan kromosomnya adalah

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

Representasi graf untuk rute dengan total jarak tempuh yang minimum ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.13. Representasi Graf Rute untuk Simulasi dengan $P_c = 0.9$

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dengan menggunakan representasi permutasi pada kromosom, kemudian menghitung fungsi *fitness* dilanjutkan proses seleksi menggunakan *roulette wheel selection* dan proses *ordered crossover* dengan peluang *crossover* (P_c) = 0,9 dan proses *swapping* mutasi dengan peluang mutasi (P_m) = 0,05 maka didapat rute terpendek dengan total jarak tempuh yaitu 37.500 meter dengan rute masing-masing *salesman* sebagai berikut :

Rute *salesman* pertama sebagai berikut : Pasar Kuripan (Depo) – RM. Lontong Orari – RM. Kenanga – Kedai Kopi-Kopi – Pasar Kuripan (Depo),

Rute *salesman* kedua sebagai berikut : Pasar Kuripan (Depo) – Pondok Ikan Bakar – Pizza Hut BJM – Alfamart – Lapan-Lapan Mart – RM. Lezat Baru – Pasar Kuripan (Depo), Rute *salesman* ketiga sebagai berikut : Pasar Kuripan (Depo) – Lauku Ayam Goreng – Pasar Wildan – RM. Kita – Depot Erna – Warung Bunda – WG Fried Chicken – 45Mart – Foodmart – Alfamart – RM. Lampau Bulan – Haura Mini Market – Pasar Kuripan (Depo).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, A. R., Ikhsan, M., & Wibisono, L. 2012. *Traveling Salesman Problem*. Skripsi, Institut Teknologi Bandung.
- [2] Arkeman, Yandra dkk. 2012. *Algoritma Genetika Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Industri*. IPB Press, Bogor.
- [3] Arya, Varunika., Amit Goyal dan Vibhuti Jaiswal. 2014. *An Optimal Solution To Multiple Travelling Salesperson Problem Using Modified Genetic Algorithm*. Departement of Electronics and Communication Engineering, Maharishi Markandeshwar. University Sadopur, Ambala, Haryana.
- [4] Davendra, D. 2010. *Travelling Salesman Problem, Theory and Applications*. INTECH, Croatia.
- [5] Fauzi, Irwan., Victor Hariadi dan Rully Soelaiman. 2014. Penerapan Metode Crossover Two-Part Chromosome pada Penyelesaian Multiple Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Pomits Vol.2, No.1*.

- [6] Gen. M & R. Cheng. 2000. *Genetika Algoritms & Engineering Optimization*. John Wiley&Sons, New York.
- [7] Gross, J.L., J. Yellen, & P. Zhang. 2014. *Handbook Of Graph Theory*. Taylor & Francis Group, LLC.
- [8] Hardianti, Y. 2013. *Penerapan Algoritma Genetika dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem With Precedence Constraints (TSPPC)*. SKRIPSI Jurusan Matematika-Fakultas MIPA UM.
- [9] Hillier, F.S. & Lieberman, G.J. 2001. *Introduction to Operations Research*. 7th Ed.
- [10] Mayasari, Eka. 2013. *Penyelesaian Multiple-Travelling Salesman Problem dengan Simulated Annealing*. Jurusan Matematika FMIPA. Universitas Jember.
- [11] Mariana. 2006. *Multiple Travelling Salesman Problem Dengan Menggunakan Algoritma Genetik*. Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University.
- [12] Munir.R. 2005. *Matematika Diskrit. Edisi ke-3*. Informatika, Bandung.
- [13] Santosa, B. 2011. *Metode Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Guna Widya : www.GunaWidya.com
- [14] Setiyono, Budi. 2002. Pembuatan Perangkat Lunak Penyelesaian Multi Travelling Salesman Problem (m-TSP). *KAPPA*. 3(2): 55-65.
- [15] Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam Matlab*. Andi Offset, Yogyakarta.
- [16] Suyanto. 2008. *Evolutionary Computation*. Informatika, Bandung.
- [17] Yuliansyah. 2007. *Penggunaan Metode Heuristik Fisher-Jalkumar Dalam Menyelesaikan multi Travelling Salesman Problem (m-TSP)*. Program Studi Matematika FMIPA. Universitas Lambung Mangkurat (tidak dipublikasikan).