



Optimization of Distribution of 3kg LPG Gas Products Using the Travelling Salesman Problem (TSP) Method By Applying Genetic Algorithms: The Case of PT. MITAVERA, Yogyakarta, Indonesia

Optimasi Pendistribusian Produk Gas LPG 3kg Menggunakan Metode Travelling Salesman Problem (TSP) Dengan Menerapkan Algoritma Genetika : Kasus PT. MITAVERA, Yogyakarta, Indonesia

Salsabila Aulya Rahman ^{1*}, Hayati Mukti Asih ², Karisa Usandi ³, Qaedi Alwafi .E. Saputra⁴

¹ Prodi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

² Dosen Prodi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

³ Prodi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

⁴ Prodi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

Email : hayati.asih@ie.uad.ac.id

doi:

Received:; Revised:; Accepted:;
Available online: ; Published regularly:

ABSTRACT

Route optimization is a topic of problems that often arise in the product distribution process. The process of delivering 3kg LPG gas to PT. MITAVERA is included in the case of suboptimal distribution, because the total distance traveled is very far, resulting in high distribution costs. This is due to the selection of suboptimal distribution routes. Based on these problems, the purpose of this study is to optimize distribution routes so that mileage and product distribution costs become more optimal. Travelling Salesman Problem (TSP) is one of the distribution problems that can be solved using the Genetic Algorithm method. Genetic algorithms are **methods used** to find solutions to optimization problems. After conducting route optimization experiments with the Genetic Algorithm method, the optimal crossover probability result was 0.8, the optimal mutation probability was 0.03, and the optimal population was 250, resulting in a reduction in the total distance from 55.5 km to 30.45 km, which would finally save product distribution costs from Rp. 94,350.00 to Rp. 51,765.00 with an improvement of 45%.

Keywords: Travelling Salesman Problem (TSP), Genetic Algorithms, Route Optimization, 3 kg LPG gas Cylinder

ABSTRAK

Optimasi rute menjadi topik masalah yang sering muncul dalam proses distribusi produk. Proses pengantaran gas LPG 3kg pada PT. MITAVERA termasuk kedalam kasus distribusi yang kurang optimal, dikarenakan total jarak yang ditempuh sangat jauh sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi. Hal ini diakibatkan oleh pemilihan rute pendistribusian yang kurang optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut tujuan penelitian ini untuk optimasi rute pendistribusian agar jarak tempuh dan biaya distribusi produk menjadi lebih optimal. Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan salah satu masalah distribusi yang dapat diselesaikan memakai metode Algoritma Genetika. Algoritma Genetika merupakan metode yang dipakai untuk mencari solusi bagi permasalahan optimasi. Setelah dilakukan percobaan optimasi rute dengan metode Algoritma Genetika didapatkan hasil probabilitas *crossover* optimal adalah 0,9, probabilitas mutasi optimal adalah 0,04, dan populasi optimalnya adalah 100, sehingga menghasilkan pengurangan total jarak dari 55,5 km menjadi 30,45 km, yang akhirnya akan menghemat biaya distribusi produk dari Rp. 94.350,00 menjadi Rp. 51.765,00 dengan *improvement* sebesar 45%.

Kata Kunci: Travelling Salesman Problem (TSP), Genetika Algoritma, Optimasi Rute, Tabung Gas LPG 3kg

Pada zaman modern ini banyak terjadi perkembangan dalam dunia industri, salah satunya adalah **berlembangnya** industri jasa. Berkembangnya industri jasa dapat dilihat dari segi layanan yang ditawarkan perusahaan kepada

1. PENDAHULUAN

Commented [A1]: Lower case

Commented [A2]: Secara keseluruhan paper, perhatikan poin2 berikut:

1. Perhatikan kembali judul.
2. Perhatikan penulisan abstrak.
3. Perhatikan penulisan singkatan.
4. Perhatikan penulisan references.
5. Perhatikan penulisan metodologi penelitian.
6. Bersihkan section brake yang tidak penting. Karena akan cukup membingungkan layout.
7. Hindari kata "akan" karena penelitian ini sudah dilakukan.
8. Perhatikan kata-kata masih banyak yang typo.
9. Perhatikan urutan gambar dan tabel secara benar dalam manuscript.
10. Tidak boleh ada ruang kosong dalam setiap halaman. Hanya maksimal 1-2 spasi saja .

Commented [A3]: Lower case

Commented [A4]: Perbaiki penulisan afiliasi.

Commented [A5R4]: Perhatikan formatnya.



konsumennya, kini perusahaan tidak hanya sebatas menawarkan barang saja, tetapi juga menawarkan jasa layanan pengantaran untuk memenuhi kebutuhan dan kenyamanan konsumen. Hal ini menjadikan banyak perusahaan bersaing dalam meningkatkan pelayanan terhadap konsumen agar menjadi lebih baik. Pelayanan yang memenuhi permintaan konsumen adalah pengiriman produk yang cepat dan akurat. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu mengelola kegiatan distribusi produk dengan baik, proses distribusi yang efisien dan fungsional merupakan salah satu faktor penting dalam mendapatkan kepuasan pelanggan.

Menurut Ahmed & Rahman, (2015) kepuasan pelanggan merupakan salah satu faktor penting bagi keberhasilan suatu perusahaan. Untuk mencapai kepuasan pelanggan yang tinggi, perusahaan harus tahu kapan dan bagaimana membuat pelanggan puas tentang produk dan layanan yang diberikan. Saat ini, setiap perusahaan mengikuti jenis strategi yang berbeda-beda dalam strategi pemasaran berdasarkan permintaan target pasar.

Menurut Wu, (2014) distribusi merupakan aspek yang sangat penting dari sistem logistik dikarenakan dari semua biaya logistik, biaya distribusi menyumbang proporsi yang sangat tinggi. Masalah perencanaan jalur adalah inti dari permasalahan sistem distribusi. Penataan dan perencanaan jalur/rute yang optimal dapat secara efektif meningkatkan efisiensi transportasi dan mengurangi biaya layanan.

Proses pendistribusian yang telah dilakukan PT. MITAVERA termasuk kedalam kasus distribusi yang kurang optimal, dikarenakan titik pengantaran gas LPG sebanyak 15 titik pengantaran dengan total jarak yang ditempuh sangat jauh yaitu sejauh 55,5 km, sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi. Hal ini diakibatkan oleh pemilihan rute

pendistribusian yang kurang optimal, yaitu sesuai dengan antrian pemesanan yang ada. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu diadakannya optimasi rute pendistribusian agar jarak tempuh dan biaya distribusi produk menjadi lebih optimal. Metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* termasuk dalam masalah distribusi, dimana seorang sales mengunjungi seluruh kota di suatu daerah dan kembali ke kota awal keberangkatan dengan aturan bahwa tidak boleh ada kota yang dikunjungi lebih dari satu kali, metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* ini dapat diterapkan di berbagai kegiatan seperti routing.

Menurut Pratomo, Palit, & Gunamardi, (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa *Travelling Salesman Problem (TSP)* adalah sebuah masalah pengaturan perjalanan yang mengharuskan satu orang hadir pada satu waktu tepat satu kali perjalanan pulang pergi ke kota awal. Bentuk lain TSP dengan masalah serupa adalah penjadwalan kru, penanganan kendaraan, dan penempatan komponen sirkuit.

Menurut Brezina Jr & Cickova, (2011) di dalam penelitiannya *Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan cara mencari rute terpendek, sehingga titik awal dan titik akhir identik dan semua node lain dalam rute ini dikunjungi tepat satu kali. *Travelling Salesman Problem (TSP)* sering digunakan untuk distribusi barang atau sumber daya secara teratur. *Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan salah satu masalah *NP-Hard* yang paling terkenal, yang artinya tidak ada algoritma yang tepat untuk menyelesaikannya dalam polinomial waktu. Waktu minimal yang diharapkan untuk mendapatkan solusi yang optimal merupakan eksponensial, sehingga untuk alasan ini, peneliti biasanya menggunakan heuristik untuk mendapatkan solusi yang baik.

Dalam penyelesaian masalah *Travelling Salesman Problem (TSP)* peneliti dapat menggunakan beberapa aplikasi seperti *Gene Hunter*, *XLOptimizer*, *Matlab*, *OpenMP*, dan *Microsoft Excel Add-Ins* yaitu aplikasi *XL Bit*. Pada penelitian ini peneliti menetapkan menggunakan aplikasi *XL Bit* dikarenakan penelitian permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)* dengan menggunakan aplikasi

Commented [A7]: Travelling Salesman Problem

Commented [A8]: Jika sudah disebutkan singkatannya, maka penyebutan Travelling Salesman Problem selanjutnya cukup ditulis dengan "TSP".

Commented [A6]: Penjelasan tentang permasalahan yang dihadapi terlalu sedikit dan belum jelas. Perbaiki problem statement dengan baik dan benar yang didukung oleh literatur. Kenapa 15 titik ini dan total jarak tempuh mengakibatkan biaya yang tinggi? Jika memang keadaan seperti itu perlu dijelaskan brp biaya original yang dikeluarkan? Atau ada penyebab lain kenapa rute yang dipilih menghasilkan biaya yang tinggi..



XL *Bit* masih sangat sedikit dilakukan. Solusi dari *Travelling Salesman Problem* (TSP) didapatkan dengan melakukan pendekatan dengan beberapa metode, seperti Algoritma Genetika, *Ant Colony Optimization* (ACO), dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Menurut Kurniati, Rahmatulloh, & Rahmawati, (2019) di dalam penelitiannya mengenai penerapan metode dalam mencari solusi penjadwalan disarankan menggunakan algoritma genetika, karena meskipun penggunaan memori tidak sehemat algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan penggunaan waktu tidak secepat algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), tetapi algoritma genetika 11% lebih baik dinilai dari segi *fitness* nya dibandingkan dengan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), yang artinya algoritma genetika memiliki lebih sedikit kesalahan dan *error* dibandingkan dengan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO).

Menurut Shabir & Singla, (2016) di dalam penelitiannya *Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah algoritma heuristik yang relatif baru yang dilihat berdasarkan perilaku karakteristik organisme hidup. *Particle Swarm Optimization* (PSO) cukup mirip dengan Genetika algoritma karena keduanya adalah metode pencarian solusi evolusioner, yang artinya PSO dan GA berubah dari sekumpulan poin ke kumpulan poin lainnya dalam iterasi dengan peningkatan yang terlihat dari nilai sebelumnya menggunakan beberapa probabilitas dan aturan deterministik. Namun, Genetika Algoritma merupakan metode yang sudah teruji dan populer dengan banyak aplikasi dan versi berbeda. Menggabungkan kedua metode ini dapat menjadi solusi yang bagus.

Menurut Handayani, Fudholi, & Rani, (2020) di dalam penelitiannya didapatkan kesimpulan bahwasannya pada studi sebelumnya yang berisi kasus penjadwalan studi mata kuliah di universitas dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penelitian dengan algoritma genetika memiliki kinerja yang baik dalam hal skor waktu dan *fitness*. Namun, algoritma genetika memiliki beberapa kelemahan ketika dikembangkan dengan algoritma *Tabu Search* (TS) dalam hal *runtime* dibandingkan dengan

algoritma lainnya. Secara keseluruhan algoritma genetika dapat digunakan dalam pencarian solusi optimal.

Menurut Pratomo, Palit, & Gunamardi, (2020) Algoritma Genetika adalah algoritma yang digunakan untuk optimasi yang dimana terinspirasi oleh proses biologis. Sebuah proses biologis yang ditempuh adalah proses pengembangan, persilangan dan eliminasi Individu yang tidak dapat bertahan hidup di daerah itu. Secara individu DNA digunakan untuk menilai apakah dia akan bertahan atau tidak. Menurut persimpangan dan proses eliminasi Individu memiliki kesempatan untuk berkembang setelah menyeberang dengan individu lain, dengan harapan akan adanya individu baru lebih baik di alam. Tetapi proses evolusi ini bisa memakan waktu dan karena kompleksitas individu sejumlah besar individu.

Menurut Chudasama, Shah, & Panchal, (2011) dalam penelitiannya bahwasannya Genetik Algoritma memiliki ruang pencarian dengan solusi yang banyak. Ruang pencarian adalah ruang dari semua solusi yang layak (himpunan solusi di mana solusi yang diinginkan berada). Dalam suatu populasi, individu yang kuat yang bertahan lebih lama daripada yang lemah. Hal ini menyebabkan kenaikan atau peningkatan kualitas suatu populasi secara keseluruhan. Berdasarkan nilai *fitness* terbaik dipilih untuk memperbanyak diri dengan menggunakan rekombinasi atau mutasi pada mereka.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya mengenai algoritma optimasi, maka peneliti memutuskan menggunakan *Algoritma Genetika* untuk mencari solusi permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP) di PT. MITAVERA. Pada penelitian ini Algoritma Genetika akan di paralelasi pada platform atau aplikasi *Microsoft Excel Add-Ins* yaitu aplikasi *XL Bit* untuk mendapatkan solusi optimasi pendistribusian pada PT. MITAVERA.

2. METODE

2.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan

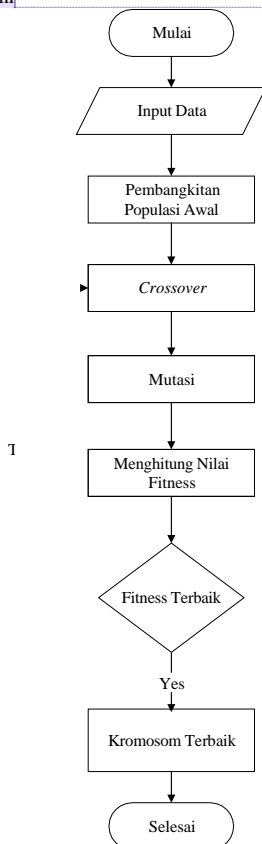
Commented [A9]: individu

Commented [A10]: Penggunaan tetapi tidak boleh diawal kalimat.

Commented [A11]: Mengapa memilih GA sebagai alat optimasi. Perlu dijelaskan kelebihan untuk kasus yang sedang dihadapi.



mengumpulkan sumber informasi terpercaya dari jurnal, web, dan literatur lainnya. Dari langkah-langkah tersebut masalah dan tujuan penelitian dapat dirumuskan. Tahap kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data menggunakan aplikasi *XL Bit*. Langkah selanjutnya dari tahap ini adalah menganalisis data menggunakan algoritma genetika. Dalam pencarian titik optimum rute dengan menggunakan algoritma genetika ada beberapa Langkah yang dilakukan, Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambardi bawah ini



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Dalam pengolahan optimasi dengan algoritma genetika ada beberapa langkah yang harus dilakukan, Langkah yang pertama dilakukan yaitu dengan menentukan parameter-parameter yang akan digunakan dengan mempertimbangkan beberapa fase algoritma genetika, yakni sebagai berikut :

a. Input Data

Pada poin input data dilakukan penginputan data yang sudah dikumpulkan ke dalam *Microsoft Excel* untuk diolah lebih lanjut. Populasi awal acak dari kromosom N, yaitu solusi yang sesuai untuk masalah tertentu dihasilkan (Elsayed, Omar, & Elsayed, 2020).

b. Pembentukan Populasi Awal

Pembentukan populasi awal adalah proses dimana beberapa individu dihasilkan secara acak. Pada tahap ini perlu ditentukan jumlah total populasi yang terbentuk. Menurut Abbasi & Rafiee, (2020) populasi merupakan setiap kromosom berisi tetap jumlah gennya. Dalam hal ini, setiap kota diwakili oleh gen dan setiap kromosom adalah permutasi kota.

Menurut Suprayogi & Mahmudy, (2015) pada penelitiannya semakin besar populasi maka akan semakin mempengaruhi rata-rata nilai *fitness* yang diperoleh. Semakin besar populasi maka akan semakin banyak waktu yang dibutuhkan dalam proses algoritma genetika nya. Populasi optimal setiap set data dapat bervariasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

c. Crossover

Crossover merupakan operator untuk algoritma genetika, dimana dua *parents* membentuk kromosom baru, kromosom yang bagus dapat diperoleh dengan proses persilangan atas dua kromosom (Samsuddin, Pandria, & Munawir, 2019).

Menurut Nurdiawan, Pratama, Kurnia, Kaslani, & Rahaningsih, (2020) dalam persilangan 2 titik, secara acak dua posisi dalam kromosom dipilih dan kemudian menggantikan gen satu sama lain di keduanya kromosom.

Menurut Suprayogi & Mahmudy, (2015) di dalam penelitiannya bahwa sangat penting dalam menentukan kombinasi nilai *crossover* yang akan digunakan. Tingkat perbedaan yang terlalu tinggi antara

Commented [A12]: Mana tahap pembangunan model TSPnya? Dijelaskan...sebelum GA seharusnya ada penjelasan tentang model TSP.

Commented [A13]: Dirujuk dalam bentuk penomoran, contoh Gambar 1.

Commented [A14]: Ini flowchart tentang proses GA. dimana Flowchart penelitian secara keseluruhan sebelum masuk ke GA.

Commented [A15]: Perhatikan gambar pembuatan flowchart. Ada yang terpotong.



crossover dan mutasi yang digunakan akan mencegah algoritma genetika dalam menghasilkan solusi optimal. Operator *crossover* memainkan peran penting yang vital di GA.

Teknik *crossover* terinspirasi dari biologi: anak-anak dengan mewarisi gen orang tua mereka bisa lebih mampu dan mungkin memiliki kebugaran yang lebih baik daripada orang tua mereka (Omar & Naim, 2021).

d. Mutasi

Skema mutasi yang digunakan adalah mutase pertukaran. Dalam sistem mutasi pertukaran / *Swap Mutation* mutasi dilakukan dengan menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen lain yang dipilih secara acak juga (Samsuddin et al., 2019).

Menurut Holland (1975) dalam Al Khatib et al., (2019) operator mutasi biasanya bekerja setelah operator *crossover* untuk melestarikan keragaman selama mencari. Operator ini akan meningkatkan kemampuan algoritma genetika untuk mencari solusi optimal.

Menurut Abbasi et al., (2020) mutasi merupakan operator lain yang bertanggung jawab untuk informasi baru. Operator lain ini dengan rendah probabilitas 0,01 secara tidak sengaja mengubah salah satu gen yang dihasilkan.

e. Menghitung Nilai *Fitness*

Di tahap menghitung nilai *fitness* untuk mengetahui nilai *fitness* yang dihasilkan pada setiap prosesnya.

f. Pemilihan *Fitness* Terbaik

Pada penelitian kali ini pemilihan *fitness* terbaik dilakukan dengan cara mengulangi proses pengolahan data dengan mengubah jumlah *population*, *crossover*, dan mutasinya hingga hasil *fitness* yang didapatkan menjadi *steady state*. Jika hasil *fitness* yang didapatkan sudah *steady state* maka ditetapkan bahwasannya nilai *fitness* itulah yang menjadi *fitness* terbaik.

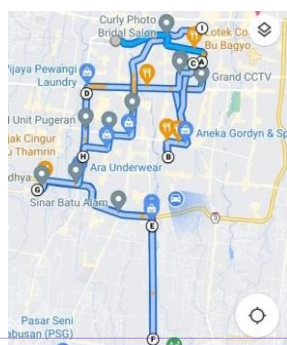
2.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai bahan yang digunakan dalam proses pada pengolahan data berikutnya. Pengumpulan data dilakukan di PT. MITAVERA dengan proses

pengambilan teknik observasi, wawancara, pencatatan data histori dan dokumentasi. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu berupa jarak rute pendistribusian pada PT. MITAVERA. PT MITAVERA adalah salah satu perusahaan retail yang menjual gas LPG 3kg, perwakilan ini akan mendistribusikan tabung gas LPG 3kg ke 15 titik lokasi di kota Yogyakarta. Proses pendistribusian yang dilaksanakan sudah baik, namun belum optimal sehingga mengakibatkan jalur pengantaran yang panjang sehingga mengakibatkan biaya pendistribusian tinggi. Berikut dapat kita gambarkan *route* pendistribusian PT.MITAVERA dengan menggunakan aplikasi *Google Maps* pada gambar 2. Dan [3,



Gambar 2. *Route* Pendistribusian dari Agen Gas LPG 3 kg PT. MITAVERA (0) – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7



Gambar 3. Lanjutan *Route* Pendistribusian (7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 0)

Commented [A17]: Penulisannya tidak sesuai.

Commented [A18]: Beri spasi sebelum gambar 2

Commented [A19]: Gambar 2 dan 3.

Commented [A20]: Beri spasi sebelum gambar 3.

Commented [A21]: Perlu beri penjelasan berupa data tentang urutan nama lokasi 0-7.

Commented [A22R21]: Sebaiknya dibuat tabel yang berisi longitude dan latitude setiap node dan kemudian divisualisasikan dalam bentuk gmaps.

Commented [A16]: Perbaiki kalimat.

Commented [A23]: Perlu beri penjelasan berupa data tentang urutan nama lokasi 7-15.

Commented [A24R23]: Sebaiknya dibuat tabel yang berisi longitude dan latitude setiap node dan kemudian divisualisasikan dalam bentuk gmaps.



Matriks jarak **PT.MITAVERA** ke 15 titik tujuan dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Matriks Jarak PT.MITAVERA

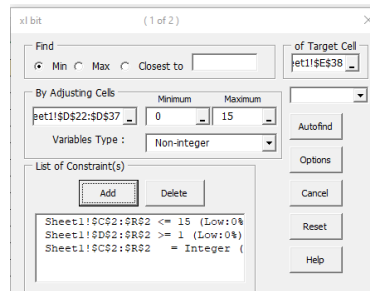
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0,55	0,65	0,75	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
1	0,55	0	0,7	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
2	0,65	0,7	0	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
3	0,75	0,8	0,8	0	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
4	0,8	0,9	0,9	0,9	0	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
5	1	1,1	1,1	1,1	1	0	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
6	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	0,9	0	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
7	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	0,9	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
8	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
9	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
10	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
11	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
12	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
13	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
14	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
15	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
Total															55,5

Total jarak *route* awal pada Tabel 2.

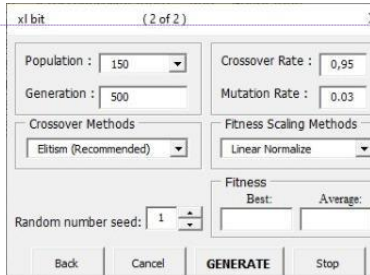
Tabel 2. Total Jarak *Route* Awal

Asal	Tujuan	Distance
0	1	0,55
1	2	0,7
2	3	1,2
3	4	4,5
4	5	4,1
5	6	0,05
6	7	3,4
7	8	5,4
8	9	4,2
9	10	3,8
10	11	4,2
11	12	6,6
12	13	0,7
13	14	6,1
14	15	2,4
15	0	7,6
	Total	55,5

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel Add-Ins. XL-Bit* adalah aplikasi yang dapat digunakan untuk pengolahan data permasalahan TSP dengan menggunakan metode algoritma genetika. Tampilan pengolahan data menggunakan *XL-Bit* dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Pengolahan Data *XL-Bit*



Gambar 5. Lanjutan Pengolahan Data *XL-Bit*

Berikut adalah penjelasan dari gambar 3 dan Gambar 4 pada pengolahan data *XL-Bit* PT.MITAVERA:

- Pada pilihan "*Min*" di Atribut "*Fin*" untuk menentukan jarak minimal yang paling terbaik dari rute 1-15.
- Pada atribut "*off target cell*" untuk menginput data total jarak pada rute PT.MITAVERA.
- Pada atribut "*by adjusting cells*" untuk menginput data dari rute awal hingga rute akhir.
- Pada atribut "*list of constraint*" untuk menginput data dari ketentuan untuk mendapatkan rute terbaik pada PT MITAVERA untuk meminimalisir *cost*.
- Selanjutnya, pada atribut *population* "100", jumlah *population* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan. Tujuan ditentukannya angka *population* adalah agar hasil penelitian dapat semakin bervariasi dan mencapai global optimum.

Commented [A25]: Tulisan terlalu kecil, mohon perbesar menjadi 2 column apabila tidak cukup. Dan perhatikan peletakan Tabel diatas atau dibawah halaman.

Commented [A26]: Perhatikan indent dan penulisan.

Commented [A27]: PT. Mitavera, perhatikan spasi.

Commented [A28]: Numbering fontnya berbeda. Perhatikan format.



- f. Pada atribut *generation* diisi “500” yang artinya proses pencarian generasi terbaik dilakukan sebanyak 500 kali, dengan tujuan agar ditemukannya jarak rute optimal PT. MITAVERA.
- g. Pada atribut *Crossover rate* “0,9” jumlah *Crossover rate* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zbiniew Michalewics (1996) dalam Tanujaya, Dewi, & Endah, (2013) menyatakan bahwa probabilitas *crossover* yang baik berada di *range* 0,65 ±1. Maka, peneliti akan memasukkan *crossover rate* secara *random* dengan tujuan agar hasil penelitian mendapatkan hasil yang maksimal.
- h. Pada atribut *mutation rate* “0,04” jumlah *mutation rate* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zbiniew Michalewics (1996) dalam Tanujaya, Dewi, & Endah, (2013) menyatakan bahwa probabilitas *mutation* yang baik berada di *range* 0,01 ± 0,3. Maka peneliti akan memasukkan *mutation rate* secara *random* dengan tujuan agar hasil penelitian mendapatkan hasil yang maksimal.

Dalam pencarian solusi untuk permasalahannya adalah dengan mengkombinasikan beberapa probabilitas *crossover*, *mutation*, dan *population* untuk mendapatkan solusi optimal. Setelah kami menginput beberapa atribut pengolahan data XL-BIT yang telah kami jelaskan pada bagian penjelasan, maka nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* yang digunakan peneliti tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Nilai *Crossover*, *Mutation*, dan *population*

Experiment	Cross over	Mutation	Pop	Generation
1	0,95	0,03	150	500
2	0,85	0,01	200	500
3	0,8	0,03	250	500
4	0,65	0,05	300	500
5	0,6	0,02	350	500
6	0,9	0,04	100	500

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Output Percobaan

Pengolahan data dengan dilakukan sebanyak 11 percobaan, dan pada setiap percobaan akan dilakukan rekombinasi jumlah populasi, *crossover*, dan mutasinya, sehingga akan menghasilkan *offspring* / keturunan yang bervariasi dan dapat mencapai *global optimum*. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan Algoritma Genetika seperti pada Tabel 4. Pada Tabel 4. Dapat dilihat bahwasannya kenaikan *fitness function* terjadi pada percobaan 4,5, dan 6, yaitu mencapai angka 37-38 km. Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwasannya nilai optimal didapatkan pada percobaan 3 yaitu 30,45 km. Ini membuktikan bahwasannya kombinasi optimal untuk mendapatkan jarak optimal adalah dengan populasi sebesar 250, mutase 0,03, dan *crossover* sebesar 0,8, dan waktu komputasi selama 136,81 *sec*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Algoritma Genetika

Experiment	Cross over	Mutation	Pop	Generation	Fitness Function (km)	Time (s)
1	0,95	0,03	150	500	34,6	73,97
2	0,85	0,01	200	500	34,6	105,44
3	0,8	0,03	250	500	30,45	136,81
4	0,65	0,05	300	500	38,15	191,23
5	0,6	0,02	350	500	37,85	190,1
6	0,9	0,04	100	500	38,15	81,21

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa peneliti menggunakan jumlah generasi yang sama yaitu 500 dengan 11 kali percobaan, sedangkan nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* masing-masing berbeda di setiap percobaan. Peneliti menggunakan jumlah generasi yang sama dikarenakan peneliti ingin melakukan perbandingan nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* di setiap percobaan dengan jumlah generasi yang sama. Dari pengolahan data yang telah dilakukan

Commented [A29]: Ambigu. Seharusnya pencarian solusi terbaik diperoleh sepanjang 500 generasi. Bukan sebanyak 500 kali.

Commented [A30]: Tidak boleh ada kata akan. Krn sudah terjadi.

Commented [A34R33]: Spasi tabel adalah 1.

Commented [A31]: Jangan menggunakan tabel dibawah ini, tapi gunakan Tabel 3.

Commented [A33]: Perhatikan format tabel. Penulisan kata pada Heading tabel sebaiknya tidak terpotong.

Commented [A35]: Samakan indentation.

Commented [A32]: Perhatikan format tabel. Penulisan kata pada Heading tabel sebaiknya tidak terpotong.

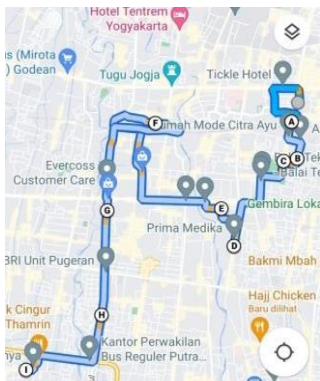


didapatkanlah tujuan *route* baru seperti yang ada pada tabel 5. di bawah ini:

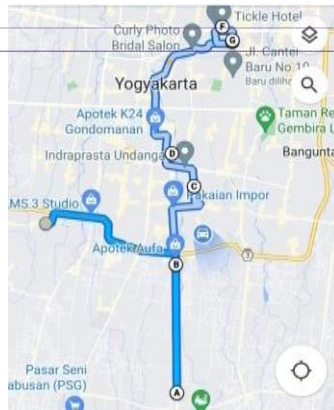
Tabel 5. Total Jarak *Route* Baru

Asal	Tujuan	Distance
0	3	0,75
3	8	0,9
8	10	0,4
10	6	2,2
6	5	0,05
5	7	3,3
7	11	2,3
11	15	1,9
15	14	2,4
14	13	6,1
13	12	0,7
12	9	3,9
9	4	2,2
4	1	2
1	2	0,7
2	0	0,65
TOTAL		30,45

Berikut dapat kita gambarkan *route* pendistribusian PT. MITAVERA yang baru dengan menggunakan aplikasi *Google Maps* pada gambar 6. Dan 7.



Gambar 6. *Route* Pendistribusian Baru dari Agen



Gambar 3. Lanjutan *Route* Pendistribusian 14 – 13 – 12 – 9 – 4 – 1 – 2 – 0

3.2 Analisis Perbandingan

Dari hasil perhitungan pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika dapat dilakukan perbandingan antara jarak *route* pendistribusian awal dengan sesudah perhitungan dilakukan. Pada tabel 6. Faktor yang dibandingkan antara lain *route* jarak tempuh dan harga bahan bakar yang digunakan.

Tabel 6. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi Algoritma Genetika

	Rute	Harga	% <i>Imp rovement</i>
Sebelum optimasi Algoritma Genetika	55,5 km	Rp. 94.350	45
Sesudah optimasi Algoritma Genetika	30,45 km	Rp. 51.765	%

$$\text{Total Biaya} = \frac{\text{Total Jarak Tempuh}}{\text{Jarak Tempuh/Liter}} \times \text{Harga}$$

$$\begin{aligned} & \text{Bahan Bakar/ Liter} \quad [1] \\ & = \frac{30,45}{4} \times 6.800 = \text{Rp. 51.765} \end{aligned}$$

Gas LPG 3 kg PT. MITAVERA (0) – 3 – 8 –

Commented [A36]: Gambar blur.

Commented [A37]: Penulisan salah.

Commented [A38]: Berikan spasi sebelum tabel.

Commented [A40]: Urutan gambar salah. Perhatikan urutan gambarnya.

Commented [A41]: Penulisan salah.

Commented [A39]: Penulisan salah yang benar Gambar 6 dan 7.

Commented [A42]: Gambar blur.

Opsi

Vol 15 No 1 Juni 2022

10 - 6 - 5 - 7 - 11 - 15 - 14



p-ISSN 1693-2102

e-ISSN 2686-2352

$$\text{Improvement} = \frac{\text{R. Awal} - \text{R. Akhir}}{\text{Rute Awal}} \times 100\% \quad [2]$$

Commented [A43]: Terlalu banyak section break, column break. Cukup menyulitkan layout.



$$= \frac{55,5-30,45}{55,5} \times 100\% = 45\%$$

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan dalam tabel 6, dapat dilihat hasil keseluruhan pada kondisi awal perusahaan dengan hasil perhitungan menggunakan algoritma genetika. Perbandingan hasil keseluruhan tersebut dilihat dari jarak tempuh dan total harga distribusi tabung gas LPG 3 kg PT. MITAVERA yang disajikan pada tabel 2. Dan 5, Tabel 2, menunjukkan jarak tempuh nilai awal sebesar 55,5 km dan terjadi penurunan sebesar 30,45 km pada tabel 5. Sedangkan harga distribusi awal sebesar Rp.94.350,00 mengalami penurunan sebesar Rp. 51.765,00 dengan *improvement* keseluruhan sebesar 45%. Perbedaan jarak tempuh dan harga pendistribusian tabung gas LPG 3 kg pada PT. MITAVERA ini disebabkan pada kondisi awal pendistribusian belum menyesuaikan jarak rutenya sedangkan sesudah optimasi Algoritma Genetika ini jarak rutenya optimal sehingga terdapat penurunan total jarak tempuh dan penurunan harga pada proses pendistribusian.

Menurut Ranieri, Digiesi, Silvestri, & Roccotelli, (2018) di dalam penelitiannya optimisasi manajemen transportasi dan rute merupakan bidang penelitian yang sangat penting bagi beberapa masalah distribusi. Teknik optimasi mampu mengurangi eksternalitas dalam *smart logistic, real-time data*, dan metode aplikasi, sehingga dapat menurunkan biaya distribusi.

Menurut Arnold, Cardenas, Sørensen, & Dewulf, (2018) di dalam penelitiannya menyroti bahwa konsep pengiriman yang diteliti dapat bermanfaat bagi perusahaan dan kualitas sistem didalamnya. Biaya operasional perusahaan dapat dikurangi dengan melakukan sistem pengambilan sendiri oleh pelanggan, sementara eksternalitas berkurang dengan implementasi distribusi sepeda kargo.

Menurut Setiani, Fiddieny, Setiawan, & Cahyanti, (2017) di dalam penelitiannya melakukan efisiensi rute kendaraan yang optimal perlu dilakukan agar menghasilkan pengiriman yang efektif, sehingga optimasi rute menjadi isu penting dalam dunia logistic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute pengiriman yang optimal dapat meminimalkan jarak dan

leadtime kendaraan, sehingga total biaya yang dikeluarkan dalam pengiriman lebih murah dibandingkan dengan sebelumnya. Dengan adanya penelitian terdahulu membuktikan bahwasannya hasil penelitian kita sesuai dengan apa yang ingin kita dapatkan yaitu dengan adanya pengurangan jarak maka akan mengurangi biaya distribusi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini bahwasannya dengan menggunakan metode algoritma genetika dengan mengkombinasikan beberapa probabilitas *crossover, mutation, dan population* dapat menyelesaikan masalah TSP pada proses pengantaran gas LPJ 3kg di PT. MITAVERA. Dengan probabilitas *crossover* yang optimal adalah 0,8, probabilitas mutasi yang optimal adalah 0,03, dan populasi optimal 250, yang akhirnya menghasilkan pengurangan jarak dari 55,5 KM menjadi 30,45 km, sehingga nantinya dapat menghemat biaya transportasi dari Rp. 94.350 menjadi Rp. 51.765.

Penurunan total jarak tempuh pada proses distribusi yang baru akan berpengaruh pada harga bahan bakar kendaraan, sehingga dengan adanya penurunan ini diharapkan dapat membantu proses pendistribusian perusahaan agar lebih efektif dan efisien. Dengan harga yang dikeluarkan dalam sekali proses distribusi dapat ditekan seminimal mungkin serta memaksimalkan profit perusahaan.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menyelesaikan permasalahan menggunakan aplikasi *GeneHunter* dan metode *Ant Colony Optimization (ACO)* sebagai perbandingan *output* agar dapat diketahui hasil yang lebih baik yang mendekati solusi optimum dengan aplikasi dan metode lainnya.

Commented [A44]: Ada section break. Merusak layout.

Commented [A45]: Penulisan terpotong dan tidak jelas.

Commented [A46]: Beri tanda koma didepan sedangkan. Perhatikan untuk keseluruhan kalimat dalam manuscript (titik, koma, titik dua, dan lain2.

Commented [A48]: Spasi tidak sama.

Commented [A49]: Tidak boleh ada ruang kosong dalam setiap halaman. Maksimal 1-2 spasi saja.

Commented [A47]: Berikan penjelasan kenapa references ini dimasukkan bagaimana penelitian tersebut mendukung hasil penelitian. Bukan seperti mereview kembali.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M., & Rafiee, M. (2020). Efficient parallelization of a genetic algorithm solution on the traveling salesman problem with multi-core and many-core systems. *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, 33(7), 1257–1265.
- Abbasi, Mahdi, Rafiee, M., Khosravi, M. R., Jolfaei, A., Menon, V. G., & Koushyar, J. M. (2020). An efficient parallel genetic algorithm solution for vehicle routing problem in cloud implementation of the intelligent transportation systems. *Journal of Cloud Computing*, 9(1), 1–14.
- Ahmed, S., & Rahman, M. H. (2015). The Effects Of Marketing Mix On Consumer Satisfaction: A Literature Review From Islamic Perspectives. *Turkish Journal of Islamic Economics*, 2(1), 17–30.
- Al Khatib, R. M., Al Betar, M. A., Awadallah, M. A., Nahar, K. M. O., Shquier, M. M. A., Manasrah, A. M., & Doumi, A. B. (2019). MGA-TSP: Modernized Genetic Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *International Journal of Reasoning-Based Intelligent Systems*, 11(3), 215–229.
- Arnold, F., Cardenas, I., Sörensen, K., & Dewulf, W. (2018). Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European Transport Research Review*, 10(1), 1–13.
- Brezina Jr, I., & Cickova, Z. (2011). Solving the Travelling Salesman Problem Using the Ant Colony Optimization. *Management Information Systems*, 6(4), 10–14.
- Chudasama, C., Shah, S. M., & Panchal, M. (2011). Article: Comparison of Parents Selection Methods of Genetic Algorithm for TSP. *International Conference on Computer Communication and Networks CSI-COMNET-2011, Proceedings*, 85(1), 102–105.
- Elsayed, E. K., Omar, A. H., & Elsayed, K. E. (2020). Smart solution for STSP semantic traveling salesman problem via hybrid ant colony system with genetic algorithm. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(5), 476–489.
- Handayani, T., Fudholi, D. H., & Rani, S. (2020). Kajian Algoritma Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. *Petir: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, 13(2), 212–222.
- Kurniati, N. I., Rahmatulloh, A., & Rahmawati, D. (2019). Perbandingan Performa Algoritma Koloni Semut Dengan Algoritma Genetika – Tabu Search Dalam Penjadwalan Kuliah. *CESS (Computer Engineering, Science and System Journal)*, 4(1), 17–23.
- Nurdiawan, O., Pratama, F. A., Kurnia, D. A., Kaslani, & Rahaningsih, N. (2020). Optimization of Traveling Salesman Problem on Scheduling Tour Packages using Genetic Algorithms. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(5), 052037.
- Omar, A. H., & Naim, A. A. (2021). New crossover via hybrid ant colony system with genetic algorithm and making study of different crossover for TSP. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(20), 4824–4836.
- Pratomo, A. T. K., Palit, H. N., & Gunamardi, D. (2020). Analisis Kinerja Genetic Algorithm yang diakselerasi untuk Travelling Salesman Problem pada Platform Multicore CPU dan CUDA. *Jurnal Infra*, 8(1), 328–334.
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3), 782.
- Samsuddin, Pandria, T. . A., & Munawir. (2019). Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Menggunakan Metode Genetik Algoritma. *Jurnal Serambi Engineering*, IV(1), 482–487.
- Setiani, P., Fiddieny, H., Setiawan, E. B., & Cahyanti, D. E. (2017). Optimizing Delivery Route By Applying Milkrun Method. *Global Research on Sustainable Transport (GROST 2017)*, 147, 748–757.
- Shabir, S., & Singla, D. R. (2016). A Comparative Study of Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm. *International Journal of Electrical*

Opsi

Vol 15 No 1 Juni 2022



p-ISSN 1693-2102

e-ISSN 2686-2352

Engineering, 9(2), 215–223.

Suprayogi, D. A., & Mahmudy, W. F. (2015). Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry. *Jurnal Buana Informatika*, 6(2), 121–130.

Tanujaya, W., Dewi, D. R. S., & Endah, D. (2013). Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing Di Pt.Mif. *Widya Teknik*, 10(1), 92–102.

Wu, Z. (2014). Optimization of distribution route selection based on particle swarm algorithm. *International Journal of Simulation Modelling*, 13(2), 230–242.

Distribution Optimization LPG Gas Product Using Genetic Algorithms: Case study in PT. MITAVERA, Yogyakarta, Indonesia

Optimasi Pendistribusian Produk Gas LPG Menggunakan Algoritma Genetika : Studi Kasus PT. MITAVERA, Yogyakarta, Indonesia

Received.; Revised.; Accepted.;

Available online: ; Published regularly:

ABSTRACT

Route optimization is a topic of problems that often arise in product distribution—the process of delivering 3kg LPG gas to PT. MITAVERA is included in the case of suboptimal distribution, because the total distance traveled is very far, resulting in high distribution costs. It is due to the selection of suboptimal distribution routes. Based on these problems, this study aims to optimize distribution routes so that mileage and product distribution costs become more optimal. Travelling Salesman Problem (TSP) is one of the distribution problems that can be solved using the Genetic Algorithm method to optimize the route. After conducting route optimization experiments with the Genetic Algorithm method with varying crossover, mutation, and population, resulting in a reduction in the total distance from 55.5 km to 30.45 km, which would finally save product distribution costs from Rp. 94,350.00 to Rp. 51,765.00, with an improvement of 45%. This research result could help the company to reduce the distribution cost and improve the profit.

Keywords: Travelling Salesman Problem (TSP), Genetic Algorithms, Route Optimization, LPG gas

ABSTRAK

Optimalisasi rute merupakan topik permasalahan yang sering muncul dalam pendistribusian produk—proses pengiriman gas LPG 3kg ke PT. MITAVERA termasuk dalam kasus distribusi yang kurang optimal, karena total jarak yang ditempuh sangat jauh sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi. Hal ini disebabkan pemilihan rute distribusi yang kurang optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jalur distribusi agar jarak tempuh dan biaya distribusi produk menjadi lebih optimal. Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan salah satu masalah distribusi yang dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Algoritma Genetika untuk mengoptimalkan rute. Setelah dilakukan percobaan optimasi rute dengan metode Genetic Algorithm dengan crossover, mutasi, dan populasi yang bervariasi, menghasilkan pengurangan jarak total dari 55,5 km menjadi 30,45 km, yang pada akhirnya akan menghemat biaya distribusi produk dari Rp. 94.350,00 menjadi Rp. 51.765,00, dengan peningkatan sebesar 45%. Hasil penelitian ini dapat membantu perusahaan untuk menekan biaya distribusi dan meningkatkan keuntungan.

Kata Kunci: Travelling Salesman Problem (TSP), Genetika Algoritma, Optimasi Rute, Gas LPG

1. PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini banyak terjadi perkembangan dalam dunia industri, salah satunya adalah berlebangnya industri jasa. Berkembangnya industri jasa dapat dilihat dari segi layanan yang ditawarkan perusahaan kepada konsumennya, kini perusahaan tidak hanya sebatas menawarkan barang saja, tetapi juga menawarkan jasa layanan pengantaran untuk memenuhi kebutuhan dan kenyamanan konsumen. Hal ini menjadikan banyak perusahaan bersaing dalam meningkatkan pelayanan terhadap konsumen agar menjadi

lebih baik. Pelayanan yang yang memenuhi permintaan konsumen adalah pengiriman produk yang cepat dan akurat. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu mengelola kegiatan distribusi produk dengan baik, proses distribusi yang efisien dan fungsional merupakan salah satu faktor penting dalam mendapatkan kepuasan pelanggan.

Menurut Ahmed & Rahman, (2015) kepuasan pelanggan merupakan salah satu faktor penting bagi keberhasilan suatu perusahaan. Untuk mencapai kepuasan pelanggan yang tinggi, perusahaan harus tahu kapan dan bagaimana membuat pelanggan

puas tentang produk dan layanan yang diberikan. Saat ini, setiap perusahaan mengikuti jenis strategi yang berbeda-beda dalam strategi pemasaran berdasarkan permintaan target pasar.

Menurut Wu, (2014) distribusi merupakan aspek yang sangat penting dari sistem logistik dikarenakan dari semua biaya logistik, biaya distribusi menyumbang proporsi yang sangat tinggi. Masalah perencanaan jalur adalah inti dari permasalahan sistem distribusi. Penataan dan perencanaan jalur/rute yang optimal dapat secara efektif meningkatkan efisiensi transportasi dan mengurangi biaya layanan.

Proses pendistribusian yang telah dilakukan PT. MITAVERA termasuk kedalam kasus distribusi yang kurang optimal, dikarenakan total jarak yang ditempuh sangat jauh sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi. Hal ini diakibatkan oleh pemilihan rute pendistribusian yang kurang optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu diadakannya optimasi rute pendistribusian agar jarak tempuh dan biaya distribusi produk menjadi lebih optimal. Metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* termasuk dalam masalah distribusi, dimana seorang sales mengunjungi seluruh kota di suatu daerah dan kembali ke kota awal keberangkatan dengan aturan bahwa tidak boleh ada kota yang dikunjungi lebih dari satu kali, metode *Travelling Salesman Problem (TSP)* ini dapat diterapkan di berbagai kegiatan seperti routing.

Menurut Pratomo, Palit, & Gunamardi, (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa *Travelling Salesman Problem (TSP)* adalah sebuah masalah pengaturan perjalanan yang mengharuskan satu orang hadir pada satu waktu tepat satu kali perjalanan pulang pergi ke kota awal. Bentuk lain TSP dengan masalah serupa adalah penjadwalan kru, penanganan kendaraan, dan penempatan komponen sirkuit.

Menurut Brezina Jr & Cickova, (2011) di dalam penelitiannya *Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan cara mencari rute terpendek, sehingga titik awal dan titik akhir identik dan semua node lain dalam rute ini dikunjungi tepat satu kali. *Travelling*

Salesman Problem (TSP) sering digunakan untuk distribusi barang atau sumber daya secara teratur. *Travelling Salesman Problem (TSP)* merupakan salah satu masalah *NP-Hard* yang paling terkenal, yang artinya tidak ada algoritma yang tepat untuk menyelesaikannya dalam polinomial waktu. Waktu minimal yang diharapkan untuk mendapatkan solusi yang optimal merupakan eksponensial, sehingga untuk alasan ini, peneliti biasanya menggunakan heuristik untuk mendapatkan solusi yang baik.

Dalam penyelesaian masalah *Travelling Salesman Problem (TSP)* peneliti dapat menggunakan beberapa aplikasi seperti *Gene Hunter*, *XLOptimizer*, *Matlab*, *OpenMP*, dan *Microsoft Excel Add-Ins* yaitu aplikasi *XL Bit*. Pada penelitian ini peneliti menetapkan menggunakan aplikasi *XL Bit* dikarenakan penelitian permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)* dengan menggunakan aplikasi *XL Bit* masih sangat sedikit dilakukan. Solusi dari *Travelling Salesman Problem (TSP)* didapatkan dengan melakukan pendekatan dengan beberapa metode, seperti Algoritma Genetika, *Ant Colony Optimization (ACO)*, dan *Particle Swarm Optimization (PSO)*.

Menurut Kurniati, Rahmatulloh, & Rahmawati, (2019) di dalam penelitiannya mengenai penerapan metode dalam mencari solusi penjadwalan disarankan menggunakan algoritma genetika, karena meskipun penggunaan memori tidak sehemat algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)* dan penggunaan waktu tidak secepat algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*, tetapi algoritma genetika 11% lebih baik dinilai dari segi *fitness* nya dibandingkan dengan algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*, yang artinya algoritma genetika memiliki lebih sedikit kesalahan dan *error* dibandingkan dengan algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*.

Menurut Shabir & Singla, (2016) di dalam penelitiannya *Particle Swarm Optimization (PSO)* adalah algoritma heuristik yang relatif baru yang dilihat berdasarkan perilaku karakteristik organisme hidup. *Particle Swarm Optimization (PSO)* cukup mirip dengan Genetika algoritma karena keduanya adalah metode pencarian solusi evolusioner, yang artinya *PSO* dan *GA* berubah dari sekumpulan poin ke kumpulan

Commented [L1]: Tuliskan data angkanya. Perlu dijelaskan juga ada berapa lokasi konsumen dari perusahaan tsb.

Commented [L2]: Berikan penjelasan singkat cara penentuan rute yang digunakan saat ini oleh PT Mitavera.

poin lainnya dalam iterasi dengan peningkatan yang terlihat dari nilai sebelumnya menggunakan beberapa probabilitas dan aturan deterministik. Namun, Genetika Algoritma merupakan metode yang sudah teruji dan populer dengan banyak aplikasi dan versi berbeda. Menggabungkan kedua metode ini dapat menjadi solusi yang bagus.

Menurut Handayani, Fudholi, & Rani, (2020) di dalam penelitiannya didapatkan kesimpulan bahwasannya pada studi sebelumnya yang berisi kasus penjadwalan studi mata kuliah di universitas dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma genetika. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penelitian dengan algoritma genetika memiliki kinerja yang baik dalam hal skor waktu dan *fitness*. Namun, algoritma genetika memiliki beberapa kelemahan ketika dikembangkan dengan algoritma *Tabu Search* (TS) dalam hal *runtime* dibandingkan dengan algoritma lainnya. Secara keseluruhan algoritma genetika dapat digunakan dalam pencarian solusi optimal.

Menurut Pratomo, Palit, & Gunamardi, (2020) Algoritma Genetika adalah algoritma yang digunakan untuk optimasi yang dimana terinspirasi oleh proses biologis. Sebuah proses biologis yang ditempuh adalah proses pengembangan, persilangan dan eliminasi Individu yang tidak dapat bertahan hidup di daerah itu. Secara individu DNA digunakan untuk menilai apakah dia akan bertahan atau tidak. Menurut persimpangan dan proses eliminasi Individu memiliki kesempatan untuk berkembang setelah menyeberang dengan individu lain, dengan harapan akan adanya individu baru lebih baik di alam. Tetapi proses evolusi ini bisa memakan waktu dan karena kompleksitas individu sejumlah besar individu.

Menurut Chudasama, Shah, & Panchal, (2011) dalam penelitiannya bahwasannya Genetik Algoritma memiliki ruang pencarian dengan solusi yang banyak. Ruang pencarian adalah ruang dari semua solusi yang layak (himpunan solusi di mana solusi yang diinginkan berada). Dalam suatu populasi, individu yang kuat yang bertahan lebih lama daripada yang lemah. Hal ini menyebabkan kenaikan atau peningkatan kualitas suatu populasi secara keseluruhan. Berdasarkan nilai

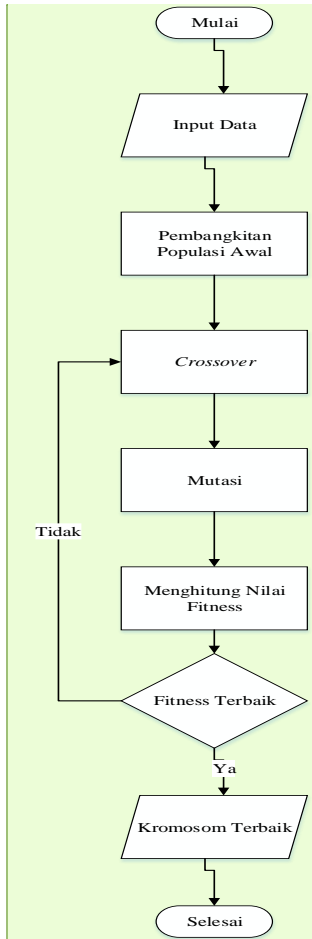
fitness terbaik dipilih untuk memperbanyak diri dengan menggunakan rekombinasi atau mutasi pada mereka.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya mengenai algoritma optimasi, maka peneliti memutuskan menggunakan *Algoritma Genetika* untuk mencari solusi permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP) di PT. MITAVERA. Pada penelitian ini Algoritma Genetika akan di paralelisasi pada platform atau aplikasi *Microsoft Excel Add-Ins* yaitu aplikasi *XL Bit* untuk mendapatkan solusi optimasi pendistribusian pada PT. MITAVERA.

2. METODE

2.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan sumber informasi terpercaya dari jurnal, web, dan literatur lainnya. Dari langkah-langkah tersebut masalah dan tujuan penelitian dapat dirumuskan. Tahap kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data menggunakan aplikasi *XL Bit*. Langkah selanjutnya dari tahap ini adalah menganalisis data menggunakan algoritma genetika. Dalam pencarian titik optimum rute dengan menggunakan algoritma genetika ada beberapa Langkah yang dilakukan, Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

Dalam pengolahan optimasi dengan algoritma genetika ada beberapa langkah yang harus dilakukan, Langkah yang pertama dilakukan yaitu dengan menentukan parameter-parameter yang akan digunakan dengan mempertimbangkan beberapa fase algoritma genetika, yakni sebagai berikut :

a. Input Data

Pada poin input data dilakukan penginputan data yang sudah dikumpulkan ke dalam *Microsoft Excel* untuk diolah lebih lanjut. Populasi awal acak dari kromosom N, yaitu solusi yang sesuai untuk masalah

tertentu dihasilkan (Elsayed, Omar, & Elsayed, 2020).

b. Pembentukan Populasi Awal

Pembentukan populasi awal adalah proses dimana beberapa individu dihasilkan secara acak. Pada tahap ini perlu ditentukan jumlah total populasi yang terbentuk. Menurut Abbasi & Rafiee, (2020) populasi merupakan setiap kromosom berisi tetap jumlah gennya. Dalam hal ini, setiap kota diwakili oleh gen dan setiap kromosom adalah permutasi kota.

Menurut Suprayogi & Mahmudy, (2015) pada penelitiannya semakin besar populasi maka akan semakin mempengaruhi rata-rata nilai *fitness* yang diperoleh. Semakin besar populasi maka akan semakin banyak waktu yang dibutuhkan dalam proses algoritma genetika nya. Populasi optimal setiap set data dapat bervariasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

c. Crossover

Crossover merupakan operator untuk algoritma genetika, dimana dua *parents* membentuk kromosom baru, kromosom yang bagus dapat diperoleh dengan proses persilangan atas dua kromosom (Samsuddin, Pandria, & Munawir, 2019).

Menurut Nurdiawan, Pratama, Kurnia, Kaslani, & Rahaningsih, (2020) dalam persilangan 2 titik, secara acak dua posisi dalam kromosom dipilih dan kemudian menggantikan gen satu sama lain di keduanya kromosom.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zbiniew Michalewics (1996) dalam Tanujaya, Dewi, & Endah, (2013) menyatakan bahwa probabilitas *crossover* yang baik berada di $range\ 0,65 \pm 1$. Maka peneliti akan memasukkan *crossover rate* secara *random* dengan tujuan agar hasil penelitian mendapatkan hasil yang maksimal.

Menurut Suprayogi & Mahmudy, (2015) di dalam penelitiannya bahwa sangat penting dalam menentukan kombinasi nilai *crossover* yang akan digunakan. Tingkat perbedaan yang terlalu tinggi antara *crossover* dan mutasi yang digunakan akan mencegah algoritma genetika dalam menghasilkan solusi optimal. Operator

Commented [L3]: Panah dirapikan supaya garis sejajar lurus.

crossover memainkan peran penting yang vital di GA.

Teknik *crossover* terinspirasi dari biologi: anak-anak dengan mewarisi gen orang tua mereka bisa lebih mampu dan mungkin memiliki kebugaran yang lebih baik daripada orang tua mereka (Omar & Naim, 2021).

d. Mutasi

Skema mutasi yang digunakan adalah mutase pertukaran. Dalam sistem mutasi pertukaran / *Swap Mutation* mutasi dilakukan dengan menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen lain yang dipilih secara acak juga (Samsuddin et al., 2019).

Menurut Holland (1975) dalam Al Khatib et al., (2019) operator mutasi biasanya bekerja setelah operator *crossover* untuk melestarikan keragaman selama mencari. Operator ini akan meningkatkan kemampuan algoritma genetika untuk mencari solusi optimal.

Menurut Abbasi et al., (2020) mutasi merupakan operator lain yang bertanggung jawab untuk informasi baru. Operator lain ini dengan rendah probabilitas 0,01 secara tidak sengaja mengubah salah satu gen yang dihasilkan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zbiniew Michalewics (1996) dalam Tanujaya, Dewi, & Endah, (2013) menyatakan bahwa probabilitas *mutation* yang baik berada di *range* $0,01 \pm 0,3$. Maka peneliti akan memasukkan *mutation rate* secara random dengan tujuan agar hasil penelitian mendapatkan hasil yang maksimal.

e. Menghitung Nilai *Fitness*

Di tahap menghitung nilai *fitness* untuk mengetahui nilai *fitness* yang dihasilkan pada setiap prosesnya.

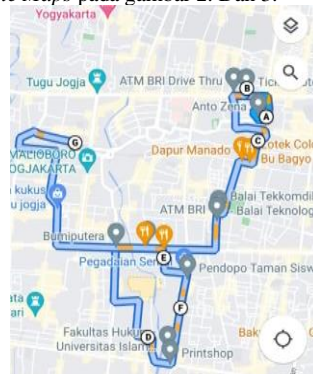
f. Pemilihan *Fitness* Terbaik

Pada penelitian kali ini pemilihan *fitness* terbaik dilakukan dengan cara mengulangi proses pengolahan data dengan mengubah jumlah *population*, *crossover*, dan mutasinya hingga hasil *fitness* yang didapatkan menjadi *steady state*. Jika hasil

fitness yang didapatkan sudah *steady state* maka ditetapkan bahwasannya nilai *fitness* itulah yang menjadi *fitness* terbaik.

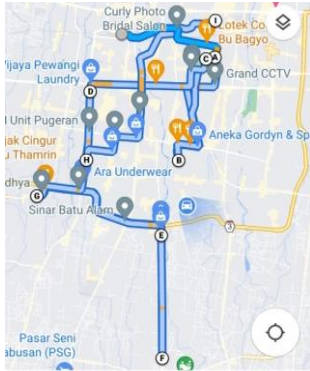
2.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai bahan yang digunakan dalam proses pada pengolahan data berikutnya. Pengumpulan data dilakukan di PT. MITAVERA dengan proses pengambilan teknik observasi, wawancara, pencatatan data histori dan dokumentasi. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu berupa jarak rute pendistribusian pada PT. MITAVERA. PT MITAVERA adalah salah satu perusahaan retail yang menjual gas LPG 3kg, perwakilan ini akan mendistribusikan tabung gas LPG 3kg ke beberapa lokasi di kota Yogyakarta. Proses pendistribusian yang dilaksanakan sudah baik, namun belum optimal sehingga mengakibatkan jalur pengantaran yang panjang sehingga mengakibatkan biaya pendistribusian tinggi. Berikut dapat kita gambarkan *rute* pendistribusian PT.MITAVERA dengan menggunakan aplikasi *Google Maps* pada gambar 2. Dan 3.



Gambar 2. *Rute* Pendistribusian dari Agen Gas LPG 3 kg PT. MITAVERA (0) – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7

Commented [L4]: Berapa?



Gambar 3. Lanjutan *Rute* Pendistribusian7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 - 0

Matriks jarak PT.MITAVERA ke 15 titik tujuan dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Matriks Jarak PT.MITAVERA

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0,65	0,65	0,75	3,8	4	4,1	3,6	1,6	5,9	15	5,7	14	3,8	9,5	7,6
1	0,65	0	0,7	1,2	2	4,5	4,5	4,2	2,1	3,8	2	3,8	14	9,8	9,5	7,7
2	0,65	0,7	0	1,2	3,8	4,1	4,2	3,8	2,1	5,6	19	6,2	8,8	9,6	10	7,2
3	0,75	1,2	1,2	0	4,5	3	3,1	3,3	0,9	4,6	0,75	4,9	7,5	8,2	9,1	6,7
4	3,8	2	3,8	4,5	0	4,1	4	7,3	4,3	2,2	44	6,1	4,5	4,6	5,2	3,8
5	4	4,5	4,1	3	4,1	0	0,65	3,3	2,5	2	2,1	2,2	5,7	5,9	6,8	4,4
6	4,1	4,6	4,2	3,1	4	0,65	0	3,4	2,5	1,9	2,2	2,2	5,1	5,9	6,7	4,3
7	3,6	4,2	3,8	3,1	7,3	3,3	3,4	0	5,4	6,4	5,2	2,3	9	8,5	7,8	5,8
8	1,6	2,1	2,1	0,9	4,3	3,5	3,5	5,4	0	4,2	0,4	4,6	8,2	7,9	8,7	6,2
9	5,9	5,8	5,6	4,6	2,2	1	1,9	6,4	4,2	0	3,8	4	3,9	4,6	7,1	3,5
10	15	2	1,9	0,75	4,4	2,1	2,2	5,2	0,4	3,8	0	4,2	6,8	7,5	8,3	5,9
11	5,7	5,8	6,2	4,9	6,1	2,7	2,7	2,3	4,6	4	4,2	0	6,6	7,4	4,2	1,9
12	9,1	9,1	8,8	7,5	4,5	5,2	5,1	9	8,2	3,9	6,8	6,6	0	0,7	5,4	4,7
13	8,8	8,8	8,6	8,2	4,6	4,9	5,9	8,5	7,8	4,6	7,5	7,4	0,7	0	6,1	5,4
14	9,5	9,5	10	9,1	5,2	6,8	6,7	7,5	8,7	7,1	8,3	4,2	5,4	6,2	0	2,4
15	7,6	7,7	7,2	6,7	2,8	4,4	4,3	5,9	6,2	3,5	5,9	1,9	4,7	5,4	2,4	0

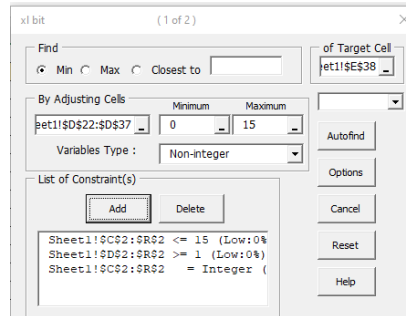
Total jarak *route* awal pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Jarak *Route* Awal

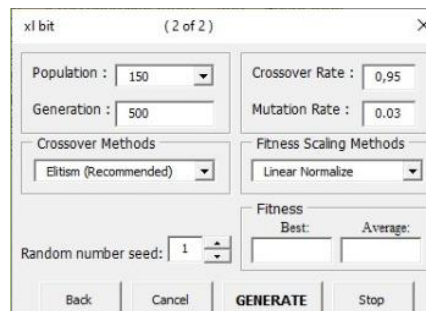
Asal	Tujuan	Distance
0	1	0,55
1	2	0,7
2	3	1,2
3	4	4,5
4	5	4,1
5	6	0,05
6	7	3,4
7	8	5,4
8	9	4,2

9	10	3,8
10	11	4,2
11	12	6,6
12	13	0,7
13	14	6,1
14	15	2,4
15	0	7,6
Total		55,5

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel Add-Ins. XL-Bit* adalah aplikasi yang dapat digunakan untuk pengolahan data permasalahan TSP dengan menggunakan metode algoritma genetika. Tampilan pengolahan data menggunakan *XL-Bit* dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Pengolahan Data *XL-Bit*



Gambar 5. Lanjutan Pengolahan Data *XL-Bit*

Beriku adalah penjelasan dari gambar 3 dan Gambar 4 pada pengolahan data *XL-Bit* PT.MITAVERA:

- Pada pilihan "*Min*" di Atribut "*Fin*" untuk menentukan jarak minimal yang paling terbaik dari rute 1-15.

Commented [L5]: Dasar crossover rate, mutation rate?

- b. Pada atribut “*off target cell*” untuk menginput data total jarak pada rute PT.MITAVERA.
- c. Pada atribut “*by adjusting cells*” untuk menginput data dari rute awal hingga rute akhir.
- d. Pada atribut “*list of constraint*” untuk menginput data dari ketentuan untuk mendapatkan rute terbaik pada PT MITAVERA untuk meminimalisir *cost*.
- e. Selanjutnya, pada atribut *population* “100” , jumlah *population* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan. Tujuan ditentukannya angka *population* adalah agar hasil penelitian dapat semakin bervariasi dan mencapai global optimum.
- f. Pada atribut *generation* diisi “500” yang artinya proses pencarian generasi terbaik dilakukan sebanyak 500 kali, dengan tujuan agar ditemukannya jarak rute optimal PT.MITAVERA.
- g. Pada atribut *Crossover rate* “0,9” jumlah *Crossover* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan.
- h. Pada atribut *mutation rate* “0,04” jumlah *mutation rate* dapat berubah setiap dilakukannya pengolahan.

Dalam pencarian solusi untuk permasalahannya adalah dengan mengkombinasikan beberapa probabilitas *crossover*, *mutation*, dan *population* untuk mendapatkan solusi optimal. Setelah kami menginput beberapa atribut pengolahan data XL-BIT yang telah kami jelaskan pada bagian penjelasan, maka nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* yang digunakan peneliti tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Nilai *Crossover*, *Mutation*, dan *population*

Expe riment	Cross over	Muta tion	Pop	Gene ration
1	0,95	0,03	150	500
2	0,85	0,01	200	500
3	0,8	0,03	250	500
4	0,65	0,05	300	500
5	0,6	0,02	350	500
6	0,9	0,04	100	500

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Output Percobaan

Pengolahan data dengan dilakukan sebanyak 11 percobaan, dan pada setiap percobaan akan dilakukan rekombinasi jumlah populasi, *crossover*, dan mutasinya, sehingga akan menghasilkan *offspring* / keturunan yang bervariasi dan dapat mencapai *global optimum*. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan Algoritma Genetika seperti pada Tabel 4. Pada Tabel 4. Dapat dilihat bahwasannya kenaikan *fitness function* terjadi pada percobaan 4,5, dan 6, yaitu mencapai angka 37-38 km. Pada table 4. dapat dilihat bahwasannya nilai optimal didapatkan pada percobaan 3 yaitu 30,45 km. Ini membuktikan bahwasannya kombinasi optimal untuk mendapatkan jarak optimal adalah dengan populasi sebesar 250, mutase 0,03, dan *crossover* sebesar 0,8, dan waktu komputasi selama 136,81 *sec*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Algoritma Genetika

Expe riment	Cross over	Muta tion	Pop	Gene ration	Fitness Functi on (km)	Time (s)
1	0,95	0,03	150	500	34,6	73,97
2	0,85	0,01	200	500	34,6	105,44
3	0,8	0,03	250	500	30,45	136,81
4	0,65	0,05	300	500	38,15	191,23
5	0,6	0,02	350	500	37,85	190,1
6	0,9	0,04	100	500	38,15	81,21

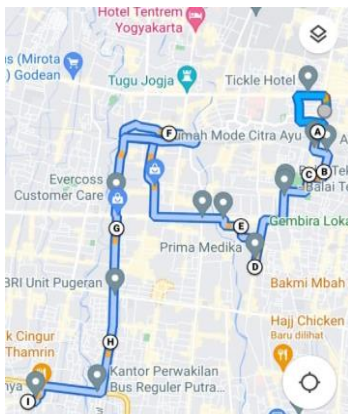
Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa peneliti menggunakan jumlah generasi yang sama yaitu 500 dengan 11 kali percobaan, sedangkan nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* masing-masing berbeda di setiap percobaan. Peneliti menggunakan jumlah generasi yang sama dikarenakan peneliti ingin melakukan perbandingan nilai *crossover*, *mutation*, dan *population* di setiap percobaan dengan jumlah generasi yang sama. Dari pengolahan data yang telah dilakukan

didapatkanlah tujuan *route* baru seperti yang ada pada tabel 5. di bawah ini.

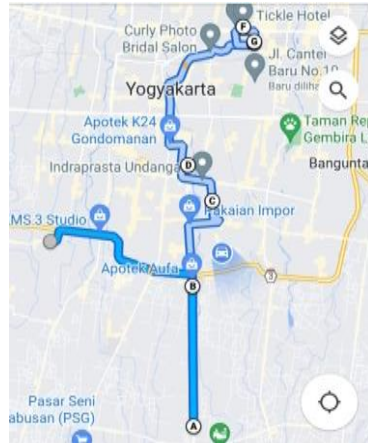
Tabel 5. Total Jarak *Route* Baru

Asal	Tujuan	Distance
0	3	0,75
3	8	0,9
8	10	0,4
10	6	2,2
6	5	0,05
5	7	3,3
7	11	2,3
11	15	1,9
15	14	2,4
14	13	6,1
13	12	0,7
12	9	3,9
9	4	2,2
4	1	2
1	2	0,7
2	0	0,65
TOTAL		30,45

Berikut dapat kita gambarkan *route* pendistribusian PT. MITAVERA yang baru dengan menggunakan aplikasi *Google Maps* pada gambar 6. Dan 7.



Gambar 6. *Route* Pendistribusian Baru dari Agen Gas LPG 3 kg PT. MITAVERA (0) – 3 – 8 – 10 – 6 – 5 – 7 - 11 – 15 – 14



Gambar 3. Lanjutan *Route* Pendistribusian 14 – 13 – 12 – 9 – 4 – 1 – 2 – 0

3.2 Analisis Perbandingan

Dari hasil perhitungan pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika dapat dilakukan perbandingan antara jarak *route* pendistribusian awal dengan sesudah perhitungan dilakukan. Pada tabel 6. Faktor yang dibandingkan antara lain *route* jarak tempuh dan harga bahan bakar yang digunakan.

Tabel 6. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi Algoritma Genetika

	Rute	Harga	% Improvement
Sebelum optimasi Algoritma Genetika	55,5 km	Rp. 94.350	45 %
Sesudah optimasi Algoritma Genetika	30,45 km	Rp. 51.765	

$$\text{Total Biaya} = \frac{\text{Total Jarak Tempuh}}{\text{Jarak Tempuh/Liter}} \times \text{Harga Bahan Bakar/ Liter} \quad [1]$$

$$= \frac{30,45}{4} \times 6.800 = \text{Rp. } 51.765$$

$$\text{Improvement} = \frac{R. \text{ Awal} - R. \text{ Akhir}}{\text{Rute Awal}} \times 100\% \quad [2]$$

$$= \frac{55,5-30,45}{55,5} \times 100\% = 45\%$$

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan dalam tabel 6. dapat dilihat hasil keseluruhan pada kondisi awal perusahaan dengan hasil perhitungan menggunakan algoritma genetika. Perbandingan hasil keseluruhan tersebut dilihat dari jarak tempuh dan total harga distribusi tabung gas LPG 3 kg PT. MITAVERA yang disajikan pada tabel 2. Dan 5. Tabel 2. menunjukkan jarak tempuh nilai awal sebesar 55,5 km dan terjadi penurunan sebesar 30,45 km pada tabel 5. Sedangkan harga distribusi awal sebesar Rp. 94.350,00 mengalami penurunan sebesar Rp. 51.765,00 dengan *improvement* keseluruhan sebesar 45%. Perbedaan jarak tempuh dan harga pendistribusian tabung gas LPG 3 kg pada PT. MITAVERA ini disebabkan pada kondisi awal pendistribusian belum menyesuaikan jarak rutenya sedangkan sesudah optimasi Algoritma Genetika ini jarak rutenya optimal sehingga terdapat penurunan total jarak tempuh dan penurunan harga pada proses pendistribusian.

Menurut Ranieri, Digiesi, Silvestri, & Roccotelli, (2018) di dalam penelitiannya optimisasi manajemen transportasi dan rute merupakan bidang penelitian yang sangat penting bagi beberapa masalah distribusi. Teknik optimasi mampu mengurangi eksternalitas dalam *smart logistic, real time data*, dan metode aplikasi, sehingga dapat menurunkan biaya distribusi.

Menurut Arnold, Cardenas, Sörensen, & Dewulf, (2018) di dalam penelitiannya menyoroti bahwa konsep pengiriman yang diteliti dapat bermanfaat bagi perusahaan dan kualitas sistem didalamnya. Biaya operasional perusahaan dapat dikurangi dengan melakukan sistem pengambilan sendiri oleh pelanggan, sementara eksternalitas berkurang dengan implementasi distribusi sepeda kargo.

Menurut Setiani, Fiddieny, Setiawan, & Cahyanti, (2017) di dalam penelitiannya melakukan efisiensi rute kendaraan yang optimal perlu dilakukan agar menghasilkan pengiriman yang efektif, sehingga optimasi rute menjadi isu penting dalam dunia logistic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute pengiriman yang optimal dapat meminimalkan jarak dan

leadtime kendaraan, sehingga total biaya yang dikeluarkan dalam pengiriman lebih murah dibandingkan dengan sebelumnya. Dengan adanya penelitian terdahulu membuktikan bahwasannya hasil penelitian kita sesuai dengan napa yang ingin kita dapatkan yaitu dengan adanya pengurangan jarak maka akan mengurangi biaya distribusi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini bahwasannya dengan menggunakan metode algoritma genetika dengan mengkombinasikan beberapa probabilitas *crossover*, *mutation*, dan *population* dapat menyelesaikan masalah TSP pada proses pengantaran gas LPJ 3kg di PT. MITAVERA. Dengan probabilitas *crossover* yang optimal adalah 0,8, probabilitas mutasi yang optimal adalah 0,03, dan populasi optimal 250, yang akhirnya menghasilkan pengurangan jarak dari 55,5 KM menjadi 30,45 km, sehingga nantinya dapat menghemat biaya transportasi dari Rp. 94.350 menjadi Rp. 51.765.

Penurunan total jarak tempuh pada proses distribusi yang baru akan berpengaruh pada harga bahan bakar kendaraan, sehingga dengan adanya penurunan ini diharapkan dapat membantu proses pendistribusian perusahaan agar lebih efektif dan efisien. Dengan harga yang dikeluarkan dalam sekali proses distribusi dapat ditekan seminimal mungkin serta memaksimalkan profit perusahaan.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menyelesaikan permasalahan menggunakan aplikasi *GeneHunter* dan metode *Ant Colony Optimization (ACO)* sebagai perbandingan *output* agar dapat diketahui hasil yang lebih baik yang mendekati solusi optimum dengan aplikasi dan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abbasi, M., & Rafiee, M. (2020). Efficient parallelization of a genetic algorithm solution on the traveling salesman problem with multi-core and many-core systems. *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*,

- 33(7), 1257–1265.
- Abbasi, Mahdi, Rafiee, M., Khosravi, M. R., Jolfaei, A., Menon, V. G., & Koushyar, J. M. (2020). An efficient parallel genetic algorithm solution for vehicle routing problem in cloud implementation of the intelligent transportation systems. *Journal of Cloud Computing*, 9(1), 1–14.
- Ahmed, S., & Rahman, M. H. (2015). The Effects Of Marketing Mix On Consumer Satisfaction: A Literature Review From Islamic Perspectives. *Turkish Journal of Islamic Economics*, 2(1), 17–30.
- Al Khatib, R. M., Al Betar, M. A., Awadallah, M. A., Nahar, K. M. O., Shquier, M. M. A., Manasrah, A. M., & Doumi, A. B. (2019). MGA-TSP: Modernized Genetic Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *International Journal of Reasoning-Based Intelligent Systems*, 11(3), 215–229.
- Arnold, F., Cardenas, I., Sörensen, K., & Dewulf, W. (2018). Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European Transport Research Review*, 10(1), 1–13.
- Brezina Jr, I., & Cickova, Z. (2011). Solving the Travelling Salesman Problem Using the Ant Colony Optimization. *Management Information Systems*, 6(4), 10–14.
- Chudasama, C., Shah, S. M., & Panchal, M. (2011). Article: Comparison of Parents Selection Methods of Genetic Algorithm for TSP. *International Conference on Computer Communication and Networks CSI-COMNET-2011, Proceedings*, 85(1), 102–105.
- Elsayed, E. K., Omar, A. H., & Elsayed, K. E. (2020). Smart solution for STSP semantic traveling salesman problem via hybrid ant colony system with genetic algorithm. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(5), 476–489.
- Handayani, T., Fudholi, D. H., & Rani, S. (2020). Kajian Algoritma Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. *Petir: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, 13(2), 212–222.
- Kurniati, N. I., Rahmatulloh, A., & Rahmawati, D. (2019). Perbandingan Performa Algoritma Koloni Semut Dengan Algoritma Genetika – Tabu Search Dalam Penjadwalan Kuliah. *CESS (Computer Engineering, Science and System Journal)*, 4(1), 17–23.
- Nurdiawan, O., Pratama, F. A., Kurnia, D. A., Kaslani, & Rahaningsih, N. (2020). Optimization of Traveling Salesman Problem on Scheduling Tour Packages using Genetic Algorithms. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(5), 052037.
- Omar, A. H., & Naim, A. A. (2021). New crossover via hybrid ant colony system with genetic algorithm and making study of different crossover for TSP. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(20), 4824–4836.
- Pratomo, A. T. K., Palit, H. N., & Gunamardi, D. (2020). Analisis Kinerja Genetic Algorithm yang diakselerasi untuk Travelling Salesman Problem pada Platform Multicore CPU dan CUDA. *Jurnal Infra*, 8(1), 328–334.
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3), 782.
- Samsuddin, Pandria, T. . A., & Munawir. (2019). Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Menggunakan Metode Genetik Algoritma. *Jurnal Serambi Engineering*, IV(1), 482–487.
- Setiani, P., Fiddieny, H., Setiawan, E. B., & Cahyanti, D. E. (2017). Optimizing Delivery Route By Applying Milkrun Method. *Global Research on Sustainable Transport (GROST 2017)*, 147, 748–757.
- Shabir, S., & Singla, D. R. (2016). A Comparative Study of Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm. *International Journal of Electrical Engineering*, 9(2), 215–223.
- Suprayogi, D. A., & Mahmudy, W. F. (2015). Penerapan Algoritma Genetika Traveling Salesman Problem with Time Window: Studi Kasus Rute Antar Jemput Laundry. *Jurnal Buana Informatika*, 6(2), 121–130.
- Tanujaya, W., Dewi, D. R. S., & Endah, D. (2013). Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle

Routing Di Pt.Mif. *Widya Teknik*, 10(1), 92–102.

Wu, Z. (2014). Optimization of distribution route selection based on particle swarm algorithm. *International Journal of Simulation Modelling*, 13(2), 230–242.