

**PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENYELESAIAN
MASALAH *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* PADA
PENDISTRIBUSIAN TABUNG *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*
3 KILOGRAM**

**(Studi Kasus: Pangkalan *Liquefied Petroleum Gas* 3 kilogram “Sukur
Subagio” Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran)**

(Skripsi)

Oleh

LUAILIYATUZZAHROK



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

AN APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM IN SOLVING TRAVELING SALESMAN PROBLEM ON DISTRIBUTION OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS CYLINDERS 3 KILOGRAM

(Case Study: Liquefied Petroleum Gas 3 kilogram base “Sukur Subagio” Purworejo Village, Negeri Katon District, Pesawaran Regency)

By

LUAILIYATUZZAHROK

The Travelling Salesman Problem (TSP) is the search for the shortest route or minimum distance by a salesman from one city to n cities exactly once and then returning to the initial departure city. In this research, to determine the optimal path in terms of distance, Genetic Algorithm is used, which is implemented manually and with the Python programming language. The case study in this research is related to the distribution problem of 3-kilogram Liquefied Petroleum Gas (LPG) cylinders from the “Sukur Subagio” depot to the targeted shops. This distribution problem can become a constraint if the distribution process is not efficient. The use of Genetic Algorithm in solving the discussed distribution problem yields different results between the two calculation methods, but both of them are optimal results according to the existing procedures.

Keywords: Genetic Algorithm, distribution problem, Python, TSP.

ABSTRAK

PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENYELESAIAN MASALAH *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* PADA PENDISTRIBUSIAN TABUNG *LIQUEFIED PETROLEUM GAS* 3 KILOGRAM

(Studi Kasus: Pangkalan *Liquefied Petroleum Gas* 3 kilogram “Sukur Subagio” Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran)

Oleh

LUAILIYATUZZAHROK

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah pencarian rute terpendek atau jarak minimum oleh seorang *salesman* dari suatu kota ke n-kota tepat satu kali dan kembali ke kota awal keberangkatan. Dalam penelitian ini untuk menentukan lintasan yang optimal berupa jarak menggunakan Algoritma Genetika, yang dalam pengerjaannya dilakukan dengan cara manual dan dengan bahasa pemrograman *Python*. Studi kasus pada penelitian ini berkaitan dengan masalah pendistribusian tabung *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung yang dituju. Masalah pendistribusian ini dapat menjadi faktor kendala jika penyalurannya kurang efisien. Penggunaan Algoritma Genetika dalam menyelesaikan masalah pendistribusian yang dibahas memberikan hasil yang berbeda antar kedua cara perhitungan namun kedua perhitungan tersebut merupakan hasil yang optimal sesuai dengan langkah-langkah pengerjaan yang ada.

Kata Kunci : Algoritma genetika, masalah pendistribusian, *Python*, TSP.

**PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENYELESAIAN
MASALAH *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* PADA
PENDISTRIBUSIAN TABUNG *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*
3 KILOGRAM**

**(Studi Kasus: Pangkalan *Liquefied Petroleum Gas* 3 kilogram “Sukur
Subagio” Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran)**

Oleh

LUAILIYATUZZAHROK

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS
LAMPUNGBANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA
DALAM PENYELESAIAN MASALAH
TRAVELLING SALESMAN PROBLEM
PADA PENDISTRIBUSIAN TABUNG
LIQUEFIED PETROLUM GAS 3 KILOGRAM
(Studi Kasus: Pangkalan *liquefied petroleum
gas* 3 kilogram “Sukur Subagio” Desa
Purworejo, Kecamatan Negeri Katon,
Kabupaten Pesawaran)**

Nama Mahasiswa

: Quaiyiyuzzahrok

Nomor Induk Mahasiswa

: 1917031014

Jurusan

: Matematika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

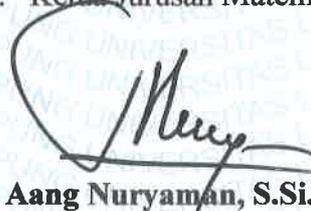


Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.
NIP. 19731109 200012 2 001



Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.
NIP. 19931106 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Matematika



Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.** 

Sekretaris : **Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.** 

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. La Zakaria, S.Si., M.Sc.** 

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **02 Agustus 2023**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luailiyatuzzahrok

Nomor Induk Mahasiswa : 1917031014

Judul : **PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIKA
DALAM PENYELESAIAN MASALAH
TRAVELLING SALESMAN PROBLEM
PADA PENDISTRIBUSIAN TABUNG
LIQUEFIED PETROLUM GAS 3 KILOGRAM
(Studi Kasus: Pangkalan *liquefied petroleum
gas* 3 kilogram “Sukur Subagio” Desa
Purworejo, Kecamatan Negeri Katon,
Kabupaten Pesawaran)**

Jurusan : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2023

Penulis

Luailiyatuzzahrok
NPM. 1917031014

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Luailiyatuzzahrok dilahirkan pada tanggal 11 Januari 2001 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Sugianto dan Ibu Muslikhah. Penulis menempuh pendidikan formal di Taman Kanak-kanak (TK) Gotong Royong pada tahun 2005-2007, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Purworejo pada tahun 2007-2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2013-2016, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Gadingrejo pada tahun 2016-2019.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi di Universitas Lampung, terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswi, penulis ikut serta dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika sebagai Anggota Biro Kesekretariatan periode 2020 dan pada periode 2021 penulis ikut serta dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika sebagai Kepala Biro Kesekretariatan. Beberapa kegiatan yang pernah dilakukan penulisan semasa kuliah yaitu pada Desember 2019 penulis melaksanakan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Tambah Dadi, Purbolinggo, Lampung Timur. Pada tahun 2022 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Dinas Kehutanan Provinsa Lampung, di tahun yang sama penulis juga melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pelindung Jaya, Kecamatan Gunung Pelindung, Kabupaten Lampung Timur.

KATA INSPIRASI

"Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Q.S Al-Baqarah, 2: 286)

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan"

(Q.S Al-Insyirah, 94: 5)

"Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarakan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau inginkan. Mungkin tidak akan selalu berjalan lancar, tapi gelombang-gelombang itu yang nanti biasa kau ceritakan"

(Boy Chandra)

"Orang lain tidak akan paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories* saja. Jadi berjuanglah untuk diri sendiri meskipun tidak akan ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan yang akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini"

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur selalu kuucapkan pada Allah SWT karena atas berkat dan karunia-Nya karya ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat menurut waktu serta caranya Allah SWT.

Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk semua orang yang kusayang

Ibunda Tercinta

Atas dorongan semangat, motivasi dan doa yang tidak pernah putus yang telah diberikan untuk selalu menjadi penyemangat dikala ku sudah mulai lelah dengan banyaknya lika-liku permasalahan dalam dunia perkuliahan.

Kakak-kakakku Tersayang

Atas motivasi, cinta dan kasih sayang serta menjadi pendengar selama aku menyelesaikan skripsi serta doa yang selalu diberikan selama ini untukku.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Atas arahan, saran serta bimbingannya.

Sahabat-sahabatku Terkasih

Atas kebersamaan, keceriaan, canda, tawa, bantuan dalam bentuk apapun baik doa, perlakuan dan semangat yang selalu dan telah kalian berikan dalam suka duka selama menjalani kehidupan kampus yang berat ini.

Almamaterku Tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Penggunaan Algoritma Genetika dalam Penyelesaian Masalah *Travelling Salesman Problem* pada Pendistribusian Tabung *Liquefied Petroleum Gas* 3 Kilogram (Studi Kasus: Pangkalan *Liquefied Petroleum Gas* 3 kilogram “Sukur Subagio” Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Dalam pembuatan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, saran, kritik dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang bersedia membimbing, memberikan ide, saran, kritik dan masukan serta semangat kepada penulis selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan saran, bimbingan dan masukan serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. La Zakaria, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembahas yang memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi tanpa menyulitkan penulis.
4. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan masukan dala proses perkuliahan.

5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Seluruh dosen, staff, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Diri sendiri karena telah mampu bertahan dan mau berjuang sampai saat ini serta mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan di luar keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin.
9. Ibu Muslikhah tercinta yang paling hebat di dunia ini, terima kasih banyak atas segala pengorbanannya yang tiada hingga kepada penulis, terimakasih banyak selalu ada dan senantiasa mendoakan serta memberikan semangat dengan penuh kasih sayang, cinta, dukungan, motivasi, kerja keras, serta menjadi penyemangat paling besar dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Mas Rozi dan Mas Zani yang penulis sayangi, terima kasih telah menjadi sosok pemeran pengganti “ayah” di hidup penulis, terima kasih atas kerja kerasnya yang selalu mengupayakan agar penulis selalu merasa bahagia serta menjadi kakak-kakak terbaik bagi penulis.
11. Kawan berbagi Irma, Rara, Dea, Silvia, Anisa dan Fitdes yang selalu memberikan doa, semangat dan bantuan, motivasi, mendengarkan keluhan penulis, menemani serta berbagi suka duka selama menempuh pendidikan bersama juga penyelesaian skripsi ini.
12. Sahabat penulis Fina, Roro, Ulan dan Ainun yang selalu memberikan doa, semangat dan bantuan kepada penulis.
13. Dilan Janiyar dan Fadil Jaidi yang selalu memberikan konten-konten lucu sehingga membuat penulis semangat mengerjakan skripsi.
14. Kakak tingkat dan adik tingkat serta teman angkatan 2019 Jurusan Matematika Fakultas Matematika Universitas Lampung.
15. Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika Periode 2020 dan 2021, terkhusus untuk Biro Kesekretariatan.

16. Menusia-manusia yang pernah datang dan pergi disaat proses penulisan skripsi penulis ini.
17. Seluruh manusia yang selalu bertanya “kapan sidang, kapan wisuda?” karena telah membuat penulis lebih semangat untuk mengerjakan skripsi.
18. Seluruh pihak-pihak terkait yang telah banyak membantu, baik dalam pembuatan, penyusunan maupun penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2023
Penulis

Luailiyatuzzahrok

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Travelling Salesman Problem	6
2.2 Algoritma Genetika	7
2.2.1 Parameter dalam Algoritma	9
2.2.2 Proses Pengkodean (<i>Encoding</i>).....	10
2.2.3 Pembentukan Populasi Awal.....	11
2.2.4 Proses Seleksi (<i>fitness</i>).....	12
2.2.5 Pindah Silang (<i>Crossover</i>)	13
2.2.6 Proses Mutasi	14
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15

3.2	Metode Penelitian.....	15
3.3	<i>Flowchart System</i>	17
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Data <i>Travelling Salesman Problem</i>	18
4.2	Proses Penyelesaian Masalah dengan Menggunakan Algoritma Genetika Generasi Pertama	22
4.2.1	Pembentukan Populasi	22
4.2.2	Proses Seleksi.....	36
4.2.3	Proses <i>Crossover</i>	46
4.2.4	Proses Mutasi	58
4.3	Proses Penyelesaian Masalah dengan Menggunakan Algoritma Genetika Generasi Kedua	61
4.3.1	Pembentukan Populasi	61
4.3.2	Proses Seleksi.....	61
4.3.3	Proses <i>Crossover</i>	71
4.3.4	Proses Mutasi	84
4.4	Implementasi <i>Travelling Salesman Problem</i> dengan Algoritma Genetika dalam Bahasa Pemrograman <i>Python</i>	86
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran	93
	DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi Proses Pindah Silang (<i>Crossover</i>)	14
2. Ilustrasi Proses Mutasi	14
3. <i>Flowchart</i> Program TSP dengan Algoritma Genetika	17
4. Titik Lokasi Pendistribusian LPG 3 Kilogram.....	18
5. Representasi Matriks Jarak Antar <i>Node</i>	21
6. Bahasa Pemrograman <i>Python</i> dalam Mengacak Bilangan Acak Sebanyak 16.....	22
7. Kromosom 1 (Z_1).....	23
8. Kromosom 2 (Z_2).....	24
9. Kromosom 3 (Z_3).....	24
10. Kromosom 4 (Z_4).....	25
11. Kromosom 5 (Z_5).....	26
12. Kromosom 6 (Z_6).....	26
13. Kromosom 7 (Z_7).....	27
14. Kromosom 8 (Z_8).....	27
15. Kromosom 9 (Z_9).....	28
16. Kromosom 10 (Z_{10})	29
17. Kromosom 11 (Z_{11})	29
18. Kromosom 12 (Z_{12})	30
19. Kromosom 13 (Z_{13})	31
20. Kromosom 14 (Z_{14})	31
21. Kromosom 15 (Z_{15})	32
22. Kromosom 16 (Z_{16})	33

23. Kromosom 17 (Z_{17})	33
24. Kromosom 18 (Z_{18})	34
25. Kromosom 19 (Z_{19})	35
26. Kromosom 20 (Z_{20})	35
27. Probabilitas Kumulatif dalam Grafik	41
28. Bahasa Pemrograman <i>Python</i> dalam Mengacak Bilangan Acak Sebanyak 20	42
29. Solusi Lintasan Terpendek Generasi Pertama.....	60
30. Bahasa Pemrograman <i>Python</i> dalam Mengacak Bilangan Acak Sebanyak 20	67
31. Solusi Lintasan Terpendek Generasi Kedua	85
32. Solusi Lintasan Terpendek dalam Perhitungan Manual.....	86
33. Impor Skrip dari <i>Library</i>	87
34. Input Data	87
35. Pembangkitan Populasi	87
36. Perhitungan <i>Fitness</i>	88
37. Proses <i>Crossover</i>	88
38. Proses Mutasi	89
39. Solusi Lintasan Terbaik.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Titik Lokasi Pendistribusian LPG 3 Kilogram	19
2. Matriks Jarak Antar <i>Node</i> (Kilometer).....	19
3. Perbandingan Populasi Sebelum dan Sesudah Proses Seleksi	45
4. Perbandingan Populasi Sebelum dan Sesudah Proses <i>Crossover</i>	58
5. Perbandingan Populasi sebelum dan Sesudah Mutasi.....	59
6. Perbandingan Populasi Sebelum dan Sesudah Proses Seleksi	70
7. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Proses <i>Crossover</i>	83
8. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Proses Mutasi	84
9. Pengujian Data	89
10. Perjalanan <i>Salesman</i> dalam Lintasan Terbaik dengan Algoritma Genetika ...	90

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut (Santoso, 2014), kemunculan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) pertama kali pada tahun 1968 yang diproduksi oleh Pertamina, kemudian pada tahun 2007 pemerintah membuat kebijakan yakni program konversi minyak tanah ke LPG sehingga menyebabkan masyarakat Indonesia semakin *familiar* dengan LPG. (Santoso, 2014), menyebutkan bahwa adanya program ini, dinilai lebih hemat dari segi subsidi, selain itu masyarakat menengah ke bawah juga mendapatkan bahan bakar yang lebih efektif dan lebih bersih. LPG untuk rumah tangga yang sebelumnya dikemas dalam kemasan 12 kilogram, kini dibuat dalam kemasan yang lebih kecil, yakni 3 kg, yang bertujuan agar lebih praktis dan ekonomis.

Menurut (Arifin et al., 2017), hal yang perlu diperhatikan dari meningkatnya kebutuhan LPG di kalangan masyarakat akibat program pemerintah tersebut yaitu pendistribusian. Proses pendistribusian ini bisa menjadi faktor kendala bagi program pemerintah jika penyalurannya kurang efisien. Proses pendistribusian LPG ini berawal dari pengadaan yang diproduksi dari kilang, kemudian didistribusikan ke depot-depot LPG. Setelah dari depot-depot LPG, selanjutnya akan disalurkan ke Sistem Pemerintah Berbasis Elektronik (SPBE) untuk pengisian tabung LPG segala jenis berat. Jika telah melewati tahap tersebut, tabung-tabung LPG akan disalurkan kepada agen-agen yang siap menyalurkan kepada sub agen/pangkalan LPG. Sub agen/pangkalan inilah yang akan mendistribusikan langsung ke pengecer atau konsumen akhir langsung. Begitu

banyaknya rangkaian pendistribusian LPG ini yang berkemungkinan akan menghambat penerimaan barang terhadap konsumen langsung. Hal ini yang sering terjadi di kalangan masyarakat yaitu kekurangan bahan bakar dalam mengolah masakan.

Menurut (Karundeng et al., 2018), distribusi merupakan penyaluran suatu produk dari pihak produsen ke pihak konsumen. Setiap bisnis memprioritaskan kemudahan pelanggan untuk membeli produk yang diperlukan untuk menyenangkan pelanggan mereka. Rute yang dipilih sistem distribusi adalah faktor kunci dalam menghitung jarak tempuh yang dibutuhkan dan biaya yang terkait. Jika rute yang dipilih sudah optimal, maka sistem distribusi akan lebih efektif dan efisien karena akan menempuh rute dengan jarak sependek mungkin, meminimalkan faktor-faktor yang berhubungan dengan jarak.

Di Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran terdapat beberapa sub agen/pangkalan LPG. Salah satu sub agen/pangkalan terbesar di desa tersebut yaitu pangkalan LPG “Sukur Subagio”. Pangkalan ini yang akan mendistribusikan LPG kepada konsumen secara langsung melalui warung-warung yang ada di sekitar. Selama ini proses pendistribusian LPG terpantau sudah cukup baik, namun belum maksimal yang mengakibatkan rute pendistribusian ini cukup panjang. Maka dari itu, pihak pangkalan LPG perlu memiliki perencanaan dalam hal rute pendistribusian agar tidak memakan waktu yang lama. Pendistribusian dilakukan oleh satu pangkalan LPG yang kemudian akan didistribusikan ke 16 warung-warung sembako yang ada di Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran.

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan permasalahan di mana seorang *salesman* harus mengunjungi semua tempat, di mana setiap tempat hanya dikunjungi sekali dan harus dimulai dari dan kembali ke tempat asalnya (Ina et al., 2019). Kasus pendistribusian LPG ini dapat diselesaikan dengan menggunakan TSP, yang bertujuan untuk mencari rute terpendek dalam pendistribusian.

Menurut (Suyanto, 2005), TSP dapat diselesaikan dengan banyak metode antara lain *Dynamic Programming*, *Ant Colony Optimization*, *Branch and Bound*, *Tabu Search*, *Simulated Annealing*, Algoritma Genetika dan lain-lain. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan metode yang tepat. Misalnya, *Dynamic Programming* dapat memberikan solusi optimal namun tidak efisien untuk TSP yang besar, sedangkan *Ant Colony Optimization* dapat memberikan solusi yang optimal namun memerlukan waktu komputasi yang lebih lama. Sementara itu, *Branch and Bound* memiliki kelebihan dapat menemukan solusi optimal namun memerlukan memori yang cukup besar dan waktu komputasi yang panjang. *Tabu Search* dan *Simulated Annealing*, memiliki kekurangan tidak menjamin solusi optimal, namun memiliki kelebihan dapat menemukan solusi yang baik dalam waktu yang cukup singkat.

Dibandingkan metode lain pada TSP, Algoritma Genetika memiliki kelebihan yaitu solusi dapat diperoleh kapanpun karena solusi dihasilkan pada generasi ke berapapun tergantung pada kriteria berhentinya. Adapun kekurangan dari Algoritma Genetika yaitu mendapatkan hasil akhir yang berbeda-beda tetapi hasil yang diperoleh terbilang optimal atau bisa diterima, dikarenakan Algoritma Genetika ini sangat dipengaruhi oleh bilangan acak yang dibangkitkan (Ashari, 2016). Oleh karena itu, pemilihan metode yang tepat perlu mempertimbangkan kebutuhan solusi yang diinginkan, ukuran masalah TSP yang akan diselesaikan, serta keterbatasan waktu dan sumber daya komputasi yang tersedia.

Algoritma Genetika sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan menggunakan metode konvensional, hal ini ditandai dengan adanya beberapa penelitian yang telah melakukan penelitian menggunakan Algoritma Genetika, diantaranya yaitu (Widodo & Mahmudy, 2010), yang melakukan penelitian tentang jarak terpendek dari tujuan wisatawan yang ingin melakukan wisata kuliner dengan menggunakan Algoritma Genetika. Kemudian (Ina et al., 2019), telah melakukan penerapan Algoritma Genetika pada TSP yang diterapkan pada pedagang perabot keliling di Kota Kupang dan (Rohman et al., 2020), yang membahas mengenai TSP pada

pendistribusian PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung, yang dalam penyelesaiannya dibantu menggunakan *software Matlab*.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk membahas masalah TSP pada pendistribusian LPG dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung yang ada di Desa Purworejo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, dengan Algoritma Genetika. Dalam hal pengerjaannya dibantu dengan bahasa pemrograman *Python*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu tentang bagaimana penyelesaian masalah TSP dan efektivitas jarak tempuh pendistribusian pada pendistribusian tabung LPG 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung dan kembali ke pangkalan dengan Algoritma Genetika

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan paparan latar belakang dan rumusan masalah tersebut diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis penyelesaian masalah TSP pada pendistribusian tabung LPG 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung dan kembali ke pangkalan dengan Algoritma Genetika.
2. Menganalisis efektivitas jarak tempuh pendistribusian tabung LPG 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung dan kembali ke pangkalan dengan Algoritma Genetika.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menerapkan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah TSP.
2. Dapat memberikan alternatif solusi yang efektif dan efisien kepada pangkalan “Sukur Subagio”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Travelling Salesman Problem

TSP adalah pencarian rute terpendek atau jarak minimum oleh seorang *salesman* dari suatu kota ke n-kota tepat satu kali dan kembali ke kota awal keberangkatan. TSP dapat diterapkan pada graf komplit berbobot yang memiliki total bobot sisi minimum, di mana bobot pada sisi adalah jarak. Rute TSP ini memuat semua titik pada graf tersebut tepat satu kali (Pratama et al., 2020).

Persoalan pendistribusian TSP merupakan salah satu persoalan optimasi kombinatorial (Fitrah et al., 2006). Kombinasi dari semua rute perjalanan yang ada adalah faktorial dari jumlah kota. Biaya perjalanan bisa berupa jarak, waktu, bahan bakar dan tingkat kenyamanan.

Persoalan TSP adalah persoalan yang sulit (*hard problem*) dipandang dari sudut komputasinya (Fitrah et al., 2006). Penentuan rute merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi di kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh yaitu pemilihan rute pendistribusian tabung LPG, di mana tiap titik hanya dapat dikunjungi satu kali dan kembali ke tempat asal.

2.2 Algoritma Genetika

Sebuah teknik yang dikenal sebagai Algoritma Genetika dibuat berdasarkan ide genetika dan ide seleksi alam, prinsip evolusi Darwin. Pendekatan optimasi dicetuskan oleh John Holland pada tahun 1960-an dan terkenal pada tahun 1980-an oleh David Goldberg, salah satu muridnya. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi (Lubis & Ginting, 2016).

Menurut (Suyanto, 2005), kemunculan Algoritma Genetika terinspirasi dari teori-teori dalam ilmu biologi, sehingga banyak istilah dan konsep biologi yang digunakan dalam Algoritma Genetika. Sesuai dengan namanya, proses-proses yang terjadi dalam Algoritma Genetika sama dengan apa yang terjadi pada evolusi biologi.

Sejarah perkembangan Algoritma Genetika ini dapat dijumpai dalam buku karangan (Zukhri, 2014), yang berisi bahwa menurut teori evolusi Darwin, populasi individu pertama kali tumbuh melalui reproduksi setelah terbentuk secara acak. Misalnya, satu-satunya hewan berleher panjang yang ditemukan sejauh ini adalah jerapah. Gagasan ini menyatakan bahwa pernah ada jerapah berleher pendek, tetapi mereka punah karena hambatan alam yang tidak dapat diatasi. Proses reproduksi ini akan mengakibatkan lahirnya individu-individu baru. Pada generasi berikutnya, populasi baru akan tercipta dari penyatuan individu-individu yang kuat dengan kromosom yang tidak melakukan reproduksi. Tidak semua proses evolusi dimodelkan apa adanya dalam Algoritma Genetika karena terdapat batasan yang akan menjadi parameter.

Metode pencarian Algoritma Genetika adalah strategi yang mencakup teori evolusi baik genetik maupun seleksi alam (Zukhri, 2014). Program ini menggunakan proses seleksi alam disebut sebagai proses evolusi. Seperti yang

terjadi pada evolusi berkelanjutan, individu beradaptasi dengan mengubah gen mereka dengan lingkungannya hidup. Prosedur seleksi alam ini memerlukan perubahan gen yang dialami orang melalui proses reproduksi.

Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, Algoritma Genetika bermula dari himpunan solusi yang dihasilkan secara acak, himpunan ini disebut populasi. Sedangkan setiap individu dalam populasi disebut kromosom yang merupakan representasi dari solusi. Kromosom-kromosom berevolusi dalam suatu proses iterasi yang berkelanjutan yang disebut generasi. Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi. Setelah beberapa generasi maka Algoritma Genetika akan konvergen pada kromosom terbaik, yang diharapkan merupakan solusi optimal (Fitrah et al., 2006).

Algoritma Genetika yang sederhana umumnya terdiri dari tiga operasi yaitu: operasi reproduksi, operasi *crossover* (persilangan), dan operasi mutasi. Struktur umum dari suatu Algoritma Genetika dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Fitrah et al., 2006):

1. Membangkitkan populasi awal secara random.
2. Membentuk generasi baru dengan menggunakan tiga operasi di atas secara berulang-ulang sehingga diperoleh kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru sebagai representasi dari solusi baru.
3. Evolusi solusi yang akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom hingga kriteria berhenti terpenuhi. Bila kriteria berhenti belum terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah 2. Beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan antara lain:
 1. Berhenti pada generasi tertentu.
 2. Berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai *fitness* tertinggi/terendah tidak berubah.

Adapun kriteria berhenti menurut (Budi, 2013), untuk memastikan bahwa lintasan pada generasi pertama sudah minimum maka perlu dilakukan proses Algoritma

Genetika untuk generasi kedua. Jika lintasan yang didapatkan pada generasi kedua memiliki nilai yang sama atau lebih besar dari generasi yang pertama maka lintasan terpendeknya yaitu yang ada pada generasi pertama. Namun jika pada generasi kedua diperoleh lintasan yang lebih kecil maka perlu dilakukan Algoritma Genetika untuk generasi selanjutnya hingga didapatkan lintasan yang sama atau lebih besar dari generasi sebelumnya.

Menurut (Zukhri, 2014), proses optimasi yang dilakukan dengan menggunakan Algoritma Genetika ini akan berhenti jika syarat berhentinya telah terpenuhi. Pemilihan syarat berhenti yang paling tepat bergantung pada tingkat kerumitan suatu masalah yang dihadapi. Untuk sebuah kasus mungkin ada yang syarat berhentinya paling cocok menggunakan batas nilai fungsi *fitness*, namun hal tersebut belum tentu akan cocok untuk diterapkan pada kasus lain. Syarat berhenti yang biasanya digunakan yaitu banyaknya generasi. Namun, dapat juga dipilih kombinasi beberapa syarat berhenti.

Pada Algoritma Genetika terdapat beberapa langkah-langkah yang harus dilalui yaitu, sebagai berikut:

2.2.1 Parameter dalam Algoritma

Algoritma genetika merupakan salah satu model *soft computing* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Dalam Algoritma Genetika terdapat tiga parameter penting yang harus didefinisikan yaitu ukuran populasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi. Ketiga parameter ini harus didefinisikan secara hati-hati agar tidak terjadi konvergensi dini atau lokal optimum yaitu di mana individu-individu dalam populasi konvergen pada suatu

solusi optimum lokal sehingga hasil paling optimum tidak dapat ditemukan (Muzid, 2014).

Probabilitas *crossover* menyatakan seberapa banyak proses *crossover* akan terjadi di antara dua kromosom orang tua. Jika probabilitas *crossover* 100%, maka keseluruhan keturunannya merupakan hasil dari *crossover*. Jika probabilitas *crossover* 0%, maka seluruh keturunannya merupakan salinan mutlak dari orang tua. Probabilitas *crossover* sebaiknya ditentukan dengan nilai yang cukup tinggi, yaitu antara 80% sampai 95% untuk memberikan hasil yang baik (Budi, 2013).

Probabilitas mutasi menyatakan seberapa banyak proses mutasi akan dilakukan. Jika probabilitas mutasi 100%, maka keseluruhan kromosom akan diubah. Jika probabilitas mutasi 0%, maka keseluruhan kromosom tidak ada yang diubah. Probabilitas mutasi seharusnya ditentukan oleh nilai yang kecil yaitu antara 0,5% sampai 1% (Sutojo et al., 2011).

2.2.2 Proses Pengkodean (*Encoding*)

Proses pengkodean ini merupakan salah satu proses yang dapat dikatakan sulit dalam Algoritma Genetika, karena proses pengkodean untuk setiap permasalahan berbeda-beda dan tidak semua teknik pengkodean cocok untuk semua permasalahan. Proses ini yang nantinya akan disebut kromosom karena menghasilkan *string* yang terdiri dari kumpulan *bit* yang biasa disebut dengan gen (Lukas et al., 2005).

Ada beberapa jenis pengkodean dalam Algoritma Genetika ini, yaitu *binary encoding*, *permutation encoding*, *value encoding*, dan *tree encoding*. Teknik pengkodean pada TSP adalah *permutation encoding*, karena pada teknik ini kromosom-kromosom adalah sekumpulan angka yang mewakili posisi atau letak dalam sebuah rangkaian (Lukas et al., 2005).

Pada TSP kromosom menyatakan urutan kota yang dilalui oleh *salesman*. Kromosom berbentuk $P_1 = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ menyatakan bahwa *salesman* akan bergerak dari X_1 ke X_2 dan seterusnya sampai ke X_n dan akan kembali lagi ke X_1 (Lukas et al., 2005).

2.2.3 Pembentukan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal merupakan proses membangkitkan sejumlah kromosom secara acak. Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, selanjutnya akan dilakukan pembangkitan populasi awal (Budi, 2013).

Menurut (Yulyantari, 2011), terdapat beberapa macam teknik dalam pembentukan populasi awal ini yaitu, algoritma *random generator*, pendekatan tertentu, dan permutasi gen. Semua macam jenis teknik ini dapat diberlakukan pada TSP termasuk algoritma *random generator*.

Algoritma *random generator* ini melibatkan pembangkitan bilangan acak untuk nilai setiap gen sesuai dengan banyaknya kromosom yang digunakan. Contoh penggunaan algoritma *random generator* dalam kasus TSP menurut (Yulyantari, 2011) adalah sebagai berikut:

Sebuah kromosom dengan Sembilan kota direpresentasikan sebagai berikut:

$$\text{Kromosom } A = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9)$$

Kemudian dibangkitkan bilangan acak sebanyak jumlah gen dalam kromosom.

Misalkan didapatkan bilangan acak sebagai berikut:

$$[0.23, 0.82, 0.45, 0.74, 0.87, 0.11, 0.56, 0.69, 0.78]$$

Berdasarkan nilai acak di atas, dapat dilihat bahwa 0.11 adalah nilai terkecil, sehingga gen ke-6 mempunyai urutan pertama. Kemudian 0.23 adalah nilai terkecil kedua, yang artinya gen ke-1 menempati urutan kedua dan seterusnya. Maka dapat ditentukan lintasan yang terjadi yaitu:

$$\text{Kromosom } A = (X_6, X_1, X_3, X_7, X_8, X_4, X_9, X_5, X_2)$$

2.2.4 Proses Seleksi (*fitness*)

Menurut (Suyanto, 2005), suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performasinya. Proses seleksi ini digunakan untuk melihat kromosom-kromosom yang berkualitas saja yang dapat melanjutkan peranannya dalam Algoritma Genetika ini. Ada bermacam-macam teknik dari proses seleksi ini yaitu, *Roulette Whell Selection*, *Rank Base Selection*, dan *Steady State Selection* (Lukas et al., 2005).

Pada penelitian ini menggunakan teknik *Roulette Whell Selection* dikarenakan teknik ini merupakan teknik yang paling sederhana untuk digunakan. Langkah pertama yang dilakukan pada proses ini yaitu penentuan nilai *fitness*. Nilai *fitness* ini yang nantinya akan digunakan untuk proses selanjutnya. Untuk masalah minimasi pada penelitian ini, fungsi *fitness* didefinisikan sebagai berikut (Ahmed, 2010):

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

Keterangan:

$F(x)$: Fungsi *fitness*

$f(x)$: Jarak dari panjang lintasan oleh sebuah kromosom

Langkah untuk perhitungan *fitness* adalah sebagai berikut (Budi, 2013):

1. Mencari jarak tempuh tiap kromosom (mZ_i).

$$(mZ_i) = (A, B) + (B, C) + \dots + (M, N) + (N, A), \text{ untuk setiap}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots \quad (2)$$

2. Mencari nilai *fitness* tiap kromosom (f_i)

$$f_i = \frac{1}{mZ_i}, \text{ untuk setiap } i = 1,2,3 \dots \quad (3)$$

3. Mencari total *fitness* ($\sum_{i=1}^n f_i$).

$$(\sum_{i=1}^n f_i) = f_1 + f_2 + \dots + f_n, \text{ untuk setiap } i = 1,2,3 \dots \quad (4)$$

4. Mencari probabilitas untuk masing-masing kromosom (p_i)

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}, \text{ untuk setiap } i = 1,2,3 \dots \quad (5)$$

5. Mencari probabilitas kumulatif tiap kromosom (q_i)

$$q_i = \sum_{k=1}^i p_k, \text{ untuk setiap } i = 1,2,3 \dots \quad (6)$$

Keterangan:

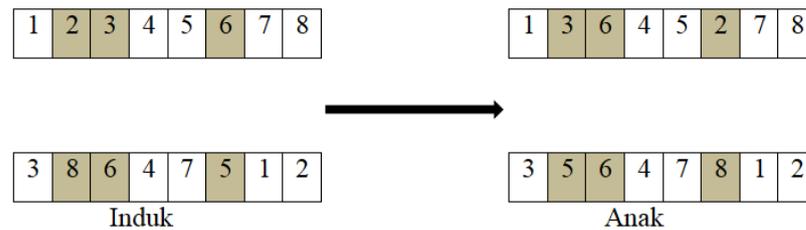
k = kromosom

Selanjutnya yaitu pemilihan sebuah lintasan dengan *Roulette Wheel Selection*. Dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan acak r sebanyak n -buah dengan $0 < r < 1$. Kemudian membandingkan bilangan acak tersebut dengan nilai probabilitas kumulatif *fitness* tiap lintasan (Zukhri, 2014).

2.2.5 Pindah Silang (*Crossover*)

Menurut (Suyanto, 2005), salah satu komponen paling penting dalam Algoritma Genetika adalah *crossover* atau pindah silang. Proses ini adalah proses menyilangkan dua kromosom yang akan membentuk kromosom baru yang harapannya lebih baik daripada induknya. Tidak semua kromosom pada setiap populasi akan mengalami *crossover*. Kemungkinan suatu kromosom mengalami *crossover* berdasarkan nilai probabilitasnya yang telah ditentukan terlebih dahulu. Probabilitas ini menyatakan suatu peluang kromosom yang akan mengalami *crossover*.

Berikut ilustrasi proses *crossover*:



Gambar 1. Ilustrasi Proses Pindah Silang (*Crossover*)

2.2.6 Proses Mutasi

Menurut (Zukhri, 2014), mutasi merupakan operator dalam Algoritma Genetika yang memiliki tujuan mengubah gen-gen dari sebuah kromosom. Probabilitas mutasi dari suatu gen biasanya dipilih sangat kecil, persis seperti kejadian sebenarnya dalam kehidupan alamiah yang memungkinkan terjadinya mutasi genetik tetapi dalam persentase yang sangat kecil. Selain itu, proses mutasi yang digunakan juga harus sesuai dengan proses pengkodean yang digunakan pada suatu masalah tersebut (Lukas et al., 2005).

Terdapat bermacam-macam jenis teknik dari proses mutasi ini yaitu, *Swapping Mutation*, *Inversion Mutation*, *Insertion Mutation*, dan *Reciprocal Mutation*. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Swapping Mutation*. Pada teknik ini dilakukan pertukaran gen yang dipilih secara acak dengan membangkitkan bilangan acak sesuai dengan probabilitas mutasinya (Lukas et al., 2005).

Berikut ilustrasi proses mutasi:



Gambar 2. Ilustrasi Proses Mutasi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian ini dilakukan pada semester genap 2022/2023 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Metode Penelitian

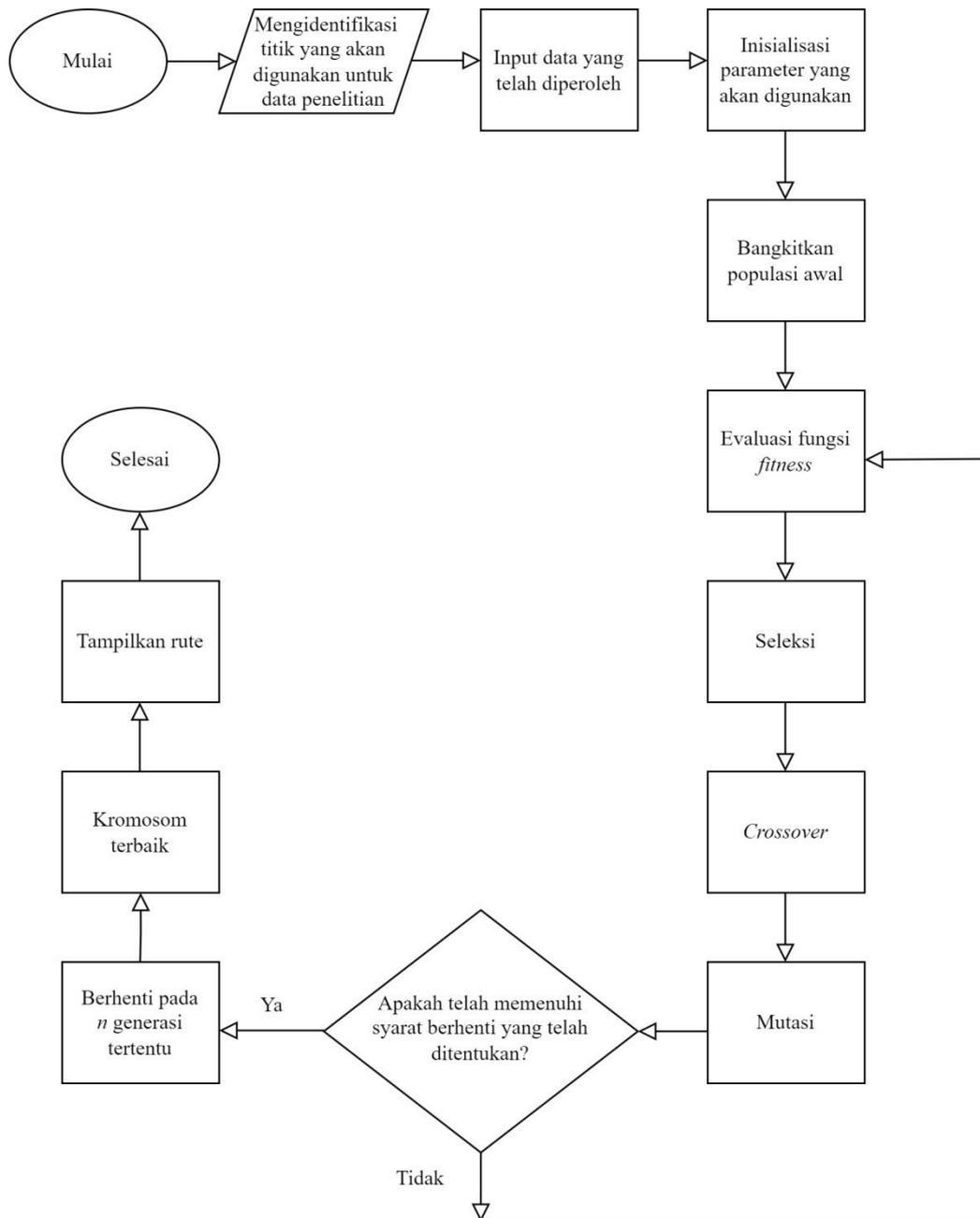
Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data yang diperoleh dari wawancara dengan narasumber dan didukung dengan studi literatur berupa jurnal-jurnal, buku, maupun dari sumber *online* yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data, di mana data yang digunakan adalah data jarak pendistribusian tabung LPG dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung yang ada di Kabupaten Pesawaran, dengan jumlah titik warung yaitu 16 titik.

Berikut langkah-langkah penyelesaian TSP dalam kasus ini:

1. Mengumpulkan dan mengidentifikasi titik yang akan digunakan untuk data penelitian.
2. Melakukan tahapan-tahapan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan TSP.
Berikut langkah-langkahnya:

- a. Inisialisasi kromosom, pada penelitian ini akan dibangkitkan sebanyak 20 kromosom.
 - b. Proses seleksi kromosom. Proses seleksi ini menggunakan teknik *Roulette Whell Selection*. Dalam proses ini akan mendapat kromosom sebagai orang tua.
 - c. Proses *crossover*. Setelah mendapatkan orang tua pada proses seleksi, selanjutnya akan *dicrossover* untuk mendapatkan keturunan yang baru.
 - d. Proses mutasi. Pada proses ini bertujuan untuk meningkatkan variasi populasi dengan teknik *Swapping Mutation*.
3. Membuat kesimpulan atau interpretasi hasil TSP dengan menggunakan Algoritma Genetika.

3.3 Flowchart System



Gambar 3. Flowchart Program TSP dengan Algoritma Genetika

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penerapan TSP pada pendistribusian tabung LPG 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung dan kembali ke pangkalan dengan menggunakan Algoritma Genetika melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu pembentukan model graf dengan data yang telah diperoleh. Tahap kedua yaitu proses penyelesaian TSP dengan Algoritma Genetika, yang mana dalam hal ini dilakukan penyelesaian secara manual dan dengan bantuan bahasa pemrograman *Python*, namun walaupun demikian tetap menggunakan parameter yang sama. Parameter yang digunakan yaitu, ukuran populasi = 20, probabilitas *crossover* = 1 dan probabilitas mutasi = 0.01.

Dalam penelitian ini, telah ditemukan bahwa penggunaan Algoritma Genetika dapat menghasilkan solusi yang optimal atau mendekati optimal dalam mengoptimalkan jarak tempuh pendistribusian tersebut. Dalam penyelesaiannya menghasilkan hasil analisis yang berbeda antara pengerjaan secara manual dan secara komputerisasi dengan bahasa pemrograman *Python*. Perbedaan hasil keduanya itu disebabkan karena Algoritma Genetika ini sangat dipengaruhi oleh bilangan acak yang dibangkitkan, sehingga hasil yang diperoleh pun akan berbeda, namun tetap menghasilkan hasil yang optimal sesuai dengan kriteria berhentinya. Penyelesaian secara manual menghasilkan lintasan terpendek terbaik

yaitu sejauh 57.1 km. Kemudian untuk penyelesaian secara komputerisasi dengan bahasa pemrograman *Python* menghasilkan lintasan terpendek terbaik yaitu sejauh 50.0 km. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa penyelesaian TSP pada pendistribusian tabung LPG 3 kilogram dari pangkalan “Sukur Subagio” ke warung-warung dan kembali ke pangkalan dengan menggunakan Algoritma Genetika lebih efektif dan efisien menggunakan metode penyelesaian secara komputerisasi dengan bahasa pemrograman *Python*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan meningkatkan efisiensi pendistribusian tabung LPG di wilayah-wilayah berbeda dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain berupa titik koordinat lokasi dan atau aspek biaya. Dengan demikian, penggunaan Algoritma Genetika dalam mengoptimalkan pendistribusian dapat dijelaskan dengan lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, L.S., Paendong, M.S., & Langi, Y.A.R. 2017. Implementasi Model Transportasi pada Distribusi LPG (*Liquified Petroleum Gas*) 3 Kg di Sulawesi Utara. *JdC*. 6(1). 46-55.
- Ashari, I. A. 2016. Perbandingan Performansi Algoritma Genetika dan Algoritma *Ant Colony Optimization* dalam Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. Skripsi. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Budi, W. P. S. 2013. *Optimasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika Menggunakan Operator Partially Matched Crossover*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Fitrah, A., Zaky, A., & Fitrasani. 2006. *Persoalan Algoritma Genetika pada Persoalan Pedagang Keliling (TSP)*. Bandung: Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung. 2(1). 1-5.
- Ina, W.T., Manu, S., & Mattahine, T.Y. 2019. Penerapan Algoritma Genetika pada *Travelling Salesman Problem (TSP)* (Studi Kasus: Pedagang Perabot Keliling Di Kota Kupang). *Jurnal Media Elektro*, 3, 48-53.
- Karundeng, T.N., Mandey, S.L., & Sumarauw, J.S.B. 2018. Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus di CV. Karya Abadi, Manado). *Jurnal EMBA*. 6(3). 1748-1757.

- Lubis, N., & Ginting, G. 2016. Perancangan Aplikasi Penjadwalan Kereta API dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*,3(6),110–114.
<https://ejournal.stmikbudidarma.ac.id/index.php/jurikom/article/view/184/168>
- Lukas, S., Anwar, T., & Yuliani, W. 2005. *Penerapan Algoritma Genetika untuk Travelling Salesman Problem dengan Menggunakan Metode Order Crossover dan Insertion Mutation*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005. 2(1). 1-5.
- Muzid, S. 2014. Dinamisasi Parameter Algoritma Genetika Menggunakan *Population Resizing On Fitness Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm (PROFIFEA)*. *Prosiding SNATIF*. 1. 471-478.
- Pratama, R.R., Rerung, R.R., & Erfina, A. 2020. Penyelesaian *Travelling Salesman Problem* Menggunakan Algoritma Genetika. *JURSISTEKNI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*. 2(1). 10-18.
- Rohman, S., Zakaria, L., Asmiati., & Nuryaman, A. 2020. Optimisasi *Travelling Salesman Problem* dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Matematika Integratif*. 16(1). 61-73.
- Santoso, F. D. 2014. “Seluk Beluk LPG Di Indonesia”,
<https://pertamina.com/id/news-room/energia-news/seluk-beluk-lpg-di-indonesia>, diakses pada 31 Januari 2023 pukul 16.32.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V.. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI.
- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.

Widodo, A.W., & Mahmudy, W.F. 2010. Penerapan Algoritma Genetika pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner. *Jurnal Ilmiah*. 5(4). 205-211.

Yulyantari. 2011. *Artificial Intelegence: Media Pembelajaran Online Mata Kuliah AI*,

<http://www.yulyantari.com/tutorial/media.php?mod=materi&bab=5>,

diakses pada 31 Januari 2023 pukul 17.30.

Zukhri, Z. 2014. *Algoritma Genetika (Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi)*. Yogyakarta: ANDI.